



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE
BIOLOGIA
PROFBIO-UFMT**



O USO DE ATIVIDADES DIDÁTICO-EXPERIMENTAIS PARA O ENSINO DE RESPIRAÇÃO CELULAR

JACQUELINE SANTOS FERREIRA DE QUEIROZ

CUIABÁ- MT, 2020





**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE
BIOLOGIA
PROFBIO-UFMT**



O USO DE ATIVIDADES DIDÁTICO-EXPERIMENTAIS PARA O ENSINO DE RESPIRAÇÃO CELULAR

JACQUELINE SANTOS FERREIRA DE QUEIROZ

*Trabalho de Conclusão de Mestrado
apresentado ao Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Biologia da
Universidade Federal de Mato Grosso,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Ensino de
Biologia.*

PROFA. DRA. MARIELLE CRISTINA SCHNEIDER.

CUIABÁ- MT, 2020.



Ficha catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

D278u de Queiroz, Jacqueline Santos.
O uso de atividades didático-experimentais para o ensino de
respiração celular / Jacqueline Santos de Queiroz. -- 2020
160 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Marielle Cristina Schneider.
Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal de
Mato Grosso, Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação
Profissional em Ensino de Biologia, Cuiabá, 2020.
Inclui bibliografia.

1. biologia. 2. ensino médio. 3. metabolismo energético. 4.
investigação. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL - PROFBIO

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "O USO DE ATIVIDADES DIDÁTICO-EXPERIMENTAIS PARA O ENSINO DE RESPIRAÇÃO CELULAR".

AUTOR (A): MESTRANDA JACQUELINE SANTOS FERREIRA DE QUEIROZ

Dissertação Defendida e Aprovada em 29 de Outubro de 2020.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. Doutor(a) Marielle Cristina Schneider (Presidente Banca / Orientadora)

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Mato Grosso

2. Doutor(a) Débora Eriléia Pedrotti Mansilla (Examinadora Interna)

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Mato Grosso

3. Doutor(a) Douglas de Araujo (Examinador Externo)

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Cuiabá, 29 de Outubro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por DEBORA ERILEIA PEDROTTI MANSILLA, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso, em 30/10/2020, às 15:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por Douglas de Araujo, Usuário Externo, em 30/10/2020, às 15:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por MARIELLE CRISTINA SCHNEIDER, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso, em 04/11/2020, às 07:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site
[http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?](http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=13985704&infra_sistema...)

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Mato Grosso, pelos recursos materiais e humanos e pela oferta de formação de qualidade.

Ao Instituto de BioCiências/UFMT, pelo engajamento na oferta de uma pós-graduação tão necessária.

Ao Profbio- UFMT, por oportunizar formação de excelência aos professores brasileiros.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001, pelo apoio.

A orientadora Marielle Cristina Schneider, mulher de força incrível, demonstrada através da voz mansa e da calma. Não tenho como agradecer o encontro de nossas trajetórias. Com certeza foi meu oásis em meio à tanta loucura. Espero que possamos produzir mais juntas. Desejo que encontre pessoas que a tratem a altura, de maneira recíproca, com tanta doçura.

À Banca Examinadora, nas pessoas das Profas. Dras. Débora Pedrotti Mansilla, Tatiana Gimenez Pinheiro, Graciela Oliveira e Prof. Dr. Douglas de Araújo, pelas contribuições. São vocês que, com olhos cuidadosos e compromisso deram acabamento a nossa construção. Grata por se disporem a contribuir com tanta dedicação.

Ao corpo docente do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, professores incríveis que contribuíram para uma formação de qualidade e que com certeza trará bons frutos.

Aos colegas de curso, que turma maravilhosa! Quantas alegrias vocês me proporcionaram. Não teria escolhido turma melhor. Cada um me ensinou algo, cada um deixou em mim uma marca, positiva. Quantas barras pudemos auxiliar um ao outro a suportar. Acho que fui muito mais auxiliada do que auxiliei, mas continuarei disponível sempre, para o que precisarem, naquilo que estiver ao meu alcance. Aos colegas de trabalho, incentivadores, auxiliares. Em especial a Michele Tognon, que me incentivou a participar da seleção e é para mim um modelo de ser humano e profissional.

À família, sem dúvida nenhuma a coisa mais importante que construí. Na verdade, não fui eu, foi Deus através de mim, e é Ele quem a sustenta. Foram Ele e minha família que suportaram todo o sofrimento e dor desta caminhada, que me incentivaram, apoiaram. Que suportaram os problemas financeiros, as madrugadas para me levar e buscar no terminal rodoviário, as crises pelos cumprimentos de prazos. Minhas filhas Júlia, Ana Beatriz e Maria Luíza, meninas fortes que não puderam precisar de mim por dois anos e contribuíram como puderam. Meu marido incrível, Gilson Queiroz, que fez tudo o que pode para facilitar minha vida nesse período.

EXPERIÊNCIA NO PROFBIO

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO

Penso que sempre tive uma trajetória promissora. Não tive grandes dificuldades na Educação Básica, sempre gostei de ler, de pensar, refletir, no entanto não pensava muito em como seria meu futuro profissional. Fui mãe muito jovem e isso mudou um pouco a trajetória. Minha primeira graduação foi em Pedagogia pois já trabalhava em uma escola, porém não foi concluída. Trabalhei em outras áreas, substituía professores e iniciei minha graduação em Ciências Biológicas no ano de 2005, na Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT. Pelas circunstâncias adversas, só consegui a conclusão em 2012. Desde então tenho trabalhado como professora contratada no Estado e desde 2015, atuo na rede particular de ensino. O trabalho em uma escola pública referência no Estado de Mato Grosso, e em uma escola privada em rede mundial, me mostraram uma perspectiva diferente para minha atuação como professora. A necessidade e o desejo de realizar uma formação na minha área, como professora especialista em Biologia, começaram a crescer e tomou grande proporção ao ficar em uma colocação ruim em um concurso por falta de títulos. A oferta de cursos de graduação e pós-graduação no interior é baixíssima mesmo em regiões desenvolvidas economicamente. E foi neste cenário que o PROFBIO surgiu. Um mestrado profissional em Biologia, em Ensino, que me permitiria, em tese, continuar trabalhando. Daí começaram os desafios. Primeiro, estar vinculado a escola pública sem ser servidora efetiva. Segundo o deslocamento de 790 km todos os finais de semana, os gastos com alimentação e hospedagem, a necessidade de tempo para acompanhar as atividades, mesmo trabalhando, e as avaliações contínuas e intermináveis. E ainda assim o saldo é positivo: afinal pude construir relações de amizade e de troca profissional muito valiosas. Tive oportunidade de ressignificar minha profissão. Pude reaprender e aprender com professores maravilhosos, competentíssimos, ter contato com a renovação do conhecimento científico que para nós dentro da escola, por vezes parece tão cristalizado. Nos foram oportunizadas experiências incríveis dentro de uma instituição de ensino que oportuniza a pesquisa em seus cursos de graduação e pós-graduação, nos propiciando uma visão mais ampla da educação, da ciência e do ensino. As exigências são inúmeras, a Biologia é uma ciência naturalmente interdisciplinar, que abarca muitos conhecimentos de outras ciências. Dentre as características que acredito serem imprescindíveis ao bom professor, a qualidade técnica é a mais difícil de atingir, em Biologia. Como professor da Educação Básica, é necessário um volume grande de conhecimentos em Biologia, para que possa desenvolver estratégias e adotar métodos mais eficientes de ensino. Sem conhecimento é difícil inovar. E o curso nos proporcionou uma melhora significativa em nossos conhecimentos, nos proporcionando segurança em muitos campos, antes obscuros. Além da construção do produto educacional, que permite compreender como propor soluções para os problemas de ensino e aprendizagem. Sou grata pela oportunidade, pela experiência e aprendizado. Posso dizer que existe uma profissional antes e após PROFBIO.

Jacqueline Queiroz

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Sistema ciência e sociedade, adaptado de Radnitzky (1970). Fonte: SANTOS, 2007, p. 476.	29
Figura 2.	Perfil de professores do Ensino em Biologia. A- Componente curricular de atuação. B- Faixa etária. C- Contrato efetivo ou temporário em redes públicas ou privadas de ensino. D- Redes de atuação. E- Tempo de magistério em anos. F- Carga horária de trabalho semanal.	38
Figura 3.	Dificuldade dos professores quanto ao ensino de respiração celular.	41
Figura 4.	Desafios no ensino de respiração celular de acordo com a percepção dos professores.	41
Figura 5.	Estratégias utilizadas pelos professores no ensino de respiração celular.	42
Figura 6	(A-D). Materiais e resultados do experimento 01. A- Recipiente utilizado no experimento. B- Contas coloridas utilizadas no experimento 01. C- Sistema organizado no experimento 01. D- Sistema desorganizado após agitação no experimento 01.	49
Figura 7.	Distribuição eletrônica da molécula de água.	59
Figura 8	(A-D). Modelos moleculares. A- Modelo molecular H_2O . B- Modelo molecular O_2 . C- Modelo molecular CO_2 . D. Modelo molecular $C_6H_{12}O_6$	60
Figura 9.	Representação de atividade para construção de moléculas.	61
Figura 10.	Níveis de organização da matéria.	62
Figura 11.	(A-C). Materiais e procedimentos do experimento 03. A- Materiais do experimento 03. B- Procedimentos do experimento 03. C- Resultado esperado do experimento 03.	66
Figura 12.	Figura 12. Representação esquemática da entrada e saída de substâncias na célula.	79
Figura 13.	Pirâmide alimentar.	80
Figura 14.	(A-E). Materiais necessários, procedimentos e resultados do experimento 04. A- Materiais necessários do experimento 04. B- Disposição das amostras experimento 04. C- Adição de iodo na amostra de mingau no experimento 04. D- Adição de iodo na amostra com saliva no experimento 04. E- Comparação coloração da amostra no experimento 04.	82
Figura 15	(A-D). Preparação das amostras do experimento 05. A- tubo 1 – água. B- tubo 2 – suco de abacaxi. C- tubo 3 – suco de mamão. D- tubo 4 – suco de limão.	85
Figura 16	(A-C). Materiais e resultados do experimento 05. A- Materiais necessários do experimento 05. B- Amostras prontas no experimento 06. C. Resultados	

	esperados. No tubo 2 com suco de abacaxi, houve degradação da albumina. 86
Figura 17	(A-B). Materiais e procedimentos do experimento 06. A- Mistura de água e óleo. B- Resultados esperados do experimento 06.88
Figura 18.	Anatomia dos sistemas respiratório e digestório.91
Figura 19	(A-C). Materiais necessários e resultados do experimento 07. A- Materiais necessários experimento 07. B- Resultado do tubo 2. C- Resultado esperado.93
Figura 20	Integração dos processos realizados pelos sistemas respiratório e digestório.94
Figura 21.	Representação da degradação de compostos orgânicos complexos em moléculas orgânicas simples.95
Figura 22.	Transferência de energia da molécula de glicose para a molécula de ATP. 96
Figura 23.	Etapa da respiração celular- Glicólise.98
Figura 24.	Etapa da respiração celular aeróbia- Ciclo do ácido cítrico. 99
Figura 25.	Etapa da respiração celular aeróbia- Cadeia transportadora de elétrons.100
Figura 26.	(A-C). Materiais necessários, procedimentos e resultados do experimento 08. A- Materiais necessários no experimento 08. B- Amostras prontas do experimento 08. Foi produzida uma amostra extra com sementes de alpiste que possuem germinação rápida. C- Resultado do experimento 24h depois.103
Figura 27.	(A-D). Materiais e procedimentos do experimento 09. A- Materiais necessários no experimento 09. B- Palha de aço mergulhada em vinagre. C- Sistema montado. D- Diferença de volume depois de ajustada a pressão. ...105
Figura 28.	(A-H). A- Atratividade do produto; B- Layout diferenciado em etapas, seções; C- Sequenciamento das atividades; D- Relação entre imagens e conteúdo; E- Acessibilidade das atividades; F- Compreensibilidade dos textos para o professor; G- Compreensibilidade dos textos para o aluno e H- Cumprimento de integração dos componentes curriculares de Ciências da Natureza.112
Figura 29.	Aprovação do guia como investigativo.114
Figura 30.	Possibilidade de utilização do guia pelos profissionais.114
Figura 31.	Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais. Fonte: CARVALHO, 2018, p. 768.115
Figura 32.	Construtos e domínios estabelecidos para o documento de avaliação das atividades investigativas.116
Figura 33.	Habilidades da BNCC contempladas no desenvolvimento das atividades do guia.118
Figura 34.	Passos do método científico observados no guia.120

LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Registros dos alunos dos dados da atividade experimental.	54
Quadro 02. Registros dos alunos dos dados da atividade experimental.	66
Quadro 03. Registros dos alunos dos dados da atividade experimental.	93
Quadro 04. Registros dos componentes de etapa da respiração celular aeróbica.	97
Quadro 05. Registros dos componentes de etapa da respiração celular aeróbica.	98
Quadro 06. Registros dos componentes de etapa da respiração celular aeróbica.	99
Quadro 07. Registro dos alunos dos dados da atividade experimental.	101

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 Diretrizes curriculares, Base Nacional Curricular Comum e o Ensino de Ciências e Biologia.	20
2.2 Abordagem investigativa	24
2.3 Letramento científico	28
2.4 Atividades didático-experimentais	31
3 OBJETIVOS	33
3.1 Objetivos específicos	33
4 MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1 Área de estudo	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5. 1 Pesquisa realizada com professores de Biologia do Ensino Médio	38
5. 2 Proposta de atividades investigativas para o ensino de respiração celular.	44
5. 2. 1 Energia e trabalho	45
5. 2. 2 Moléculas, ligações químicas e combustíveis	57
5. 2. 3 Nutrientes, respiração celular e obtenção de energia	72
5.3 Avaliação do produto educacional por docentes do Ensino Médio	111
6 CONSIDERAÇÕES	123
7 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	125
APÊNDICES	136
ANEXOS	154

RESUMO

No ensino de Biologia, há uma infinidade de conteúdo a ser ministrado, com uma enormidade de pré-requisitos e conceitos, muitas vezes abstratos e distanciados da vivência do aluno. Para viver e atuar numa sociedade regida pela informação, o indivíduo deve aprender a aprender, para continuar aprendendo e assim, transformar o ambiente e suas vivências. Em Biologia, a respiração celular é o conceito envolvido na obtenção de energia pelos seres vivos, processo carregado de conceitos abstratos, compartilhados com a Química e a Física, mas que nem sempre conversam entre si na sala de aula. Essa é uma temática que exige integração entre os conhecimentos da Química, da Física e da Biologia sobre energia, para sua melhor compreensão. O objetivo do presente estudo, foi elaborar uma proposta de atividades didático-experimentais investigativas para o ensino da respiração celular, contribuindo assim para uma melhor compreensão do metabolismo energético dos seres vivos, relacionando-o com as formas de energia necessárias para manutenção de sistemas vivos e como as reações químicas são capazes de transferir energia entre moléculas. Realizaram-se uma pesquisa bibliográfica dos trabalhos disponíveis na internet, publicados e com livre acesso, a elaboração da proposta de atividades na forma de Guia, uma pesquisa qualitativa sobre as dificuldades dos professores no ensino de Biologia, e a avaliação do Guia por professores de Biologia do Ensino Médio. Na pesquisa respondida pelos professores a Bioquímica Celular, a Genética e o Metabolismo Energético foram os assuntos mais citados como desafios no ensino de Biologia. A respiração celular foi considerada um tema de difícil desenvolvimento, e a estratégia de ensino para esse conceito é predominantemente a aula expositiva e o uso de imagens, animações e softwares. Na pesquisa realizada, o guia foi considerado investigativo, pertinente e aplicável pela maioria dos professores.

Palavras-chave: Biologia, ensino médio, metabolismo energético, investigação.

ABSTRACT

In the Biology's teaching, there is a multitude of content to be taught, with a multitude of prerequisites and concepts, often abstract and distant from the student's experience. To live and acting in a society governed by information, the individual must learn to learn, to continue learning and thus, transform the environment and its experiences. In Biology, cellular respiration is the concept involved in obtaining energy by living beings, a process loaded with abstract concepts, shared with Chemistry and Physics, but which do not always talk to each other in the classroom. This is a theme that requires integrative work, which includes knowledge of Chemistry and Physics about energy for a better understanding. The goal of this study was to develop a proposal for investigative didactic-experimental activities for teaching cellular respiration, thus contributing to a better understanding of the energy metabolism of living beings, relating it to the forms of energy necessary for the maintenance of living systems. and how chemical reactions are able to transfer energy between molecules. A bibliographic search of the works available on the internet was carried out, published and with free access, the elaboration of the activities proposal in the form of a Guide, a qualitative research on the difficulties of teachers in teaching Biology, and the evaluation of the Guide by teachers of High School Biology. In the survey answered by teachers, Cell Biochemistry, Genetics and Energy Metabolism were the subjects most cited as challenges in the teaching of Biology, cell respiration was considered an object of knowledge of difficult development, the teaching strategy for this concept is predominantly the expository class and the use of images, animations and software. The guide was considered investigative, relevant, and applicable by most teachers.

Keywords: Biology, High School, energy metabolism, research.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Biologia no Ensino Médio deve dar-se de maneira contextualizada, prática e dinâmica. Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica, seguindo os eixos organizadores da ciência, da tecnologia, da cultura e do trabalho, muito há que se considerar quanto aos objetivos da Educação.

(...) é preciso oferecer aos nossos jovens, novas perspectivas culturais para que possam expandir seus horizontes e dotá-los de autonomia intelectual, assegurando-lhes o acesso ao conhecimento historicamente acumulado e à produção coletiva de novos conhecimentos, sem perder de vista que a educação também é, em grande medida, uma chave para o exercício dos demais direitos sociais. É nesse contexto que o Ensino Médio tem ocupado, nos últimos anos, um papel de destaque nas discussões sobre educação brasileira, pois sua estrutura, seus conteúdos, bem como suas condições atuais, estão longe de atender às necessidades dos estudantes, tanto nos aspectos da formação para a cidadania como para o mundo do trabalho.(...) A escola, face às exigências da Educação Básica, precisa ser reinventada, ou seja, priorizar processos capazes de gerar sujeitos inventivos, participativos, cooperativos, preparados para diversificadas inserções sociais, políticas, culturais, laborais e, ao mesmo tempo, capazes de intervir e problematizar as formas de produção e de vida. (BRASIL, 2013, p. 145 e 152)

No entanto, muitas são as limitações para que essa concepção de educação e escola se torne realidade. Falta de qualidade nos cursos de formação de professores, pouca oferta de cursos de formação, ausência de motivação do professor para a formação continuada, desvalorização profissional, falta de estrutura na maioria das escolas do país, e muitas outras justificativas, são plausíveis na realidade do professor brasileiro (GATTI, 2013; GASPARINI *et al.*, 2005; DAVOGLIO; SANTOS, 2017). Falta de perspectiva é fato, e sem isso é difícil pensar em mudanças. Primeiro é preciso vislumbrar possibilidades, e estas vem sendo observadas, como na recente tentativa de estabelecer uma Base Nacional Curricular Comum para os diferentes níveis da Educação Básica, através do redesenho do Plano Nacional de Educação. Em janeiro de 2001, o primeiro Plano Nacional de Educação (lei nº 10.172) foi promulgado pós redemocratização, com vigência de dez anos contados a partir de 2001. Também podemos observar possibilidades reais de melhorias nos processos educativos nas formações continuadas nas escolas, na atuação do professor pesquisador e nos cursos de pós-graduação, como os mestrados profissionais das áreas do conhecimento.

A área de Ciências da Natureza oferece muitos subsídios para a formação de sujeitos “inventivos, participativos, cooperativos, preparados para diversificadas inserções sociais, políticas, culturais, laborais e, ao mesmo tempo, capazes de intervir e

problematizar as formas de produção e de vida (BRASIL, 2013, p. 16)”, já que abrange o conhecimento dos fenômenos naturais, da composição, estruturação e transformação da matéria, da vida e seus processos intrínsecos em interface com o meio. Contudo, a perspectiva para a educação formal deve ser um ensino conectado com a realidade, que considere a vivência do aluno, suas expectativas para a finalidade do aprender. Há tempos, a informação pela informação, a memorização, o conteúdo como objeto de conhecimento, como finalidade em si, a desconsideração com o processo de aprendizagem, a homogeneização das práticas pedagógicas e vários outros fatores, têm sido ingredientes da receita de uma aprendizagem parcial, deficitária ou as vezes inexistente.

Como ocorre em todas as disciplinas contempladas no currículo do ensino médio, em Biologia, há uma infinidade de conteúdo a ser ministrado, com uma enormidade de pré-requisitos e conceitos, muitas vezes abstratos e distanciados da vivência do aluno, e a pergunta “pra quê aprender” tem sido recorrente nas salas de aula. Para viver e atuar numa sociedade regida pela informação, o indivíduo deve aprender a aprender, para continuar aprendendo e assim, transformar o ambiente e suas vivências (BRASIL, 2013). Ou seja, a informação é disponibilizada em diversos formatos, de fácil acesso, mas é preciso saber o que fazer com ela, como tratar a informação, como utilizar o conhecimento, como aplicá-lo à realidade.

A Biologia, como ciência que estuda a vida, propicia conhecimentos científicos essenciais para a compreensão da complexidade dos seres vivos, e sua relação com o meio. Como qualquer sistema que realiza trabalho, os seres vivos precisam obter energia para seu metabolismo/funcionamento. A respiração celular é o processo através do qual os seres vivos produzem moléculas orgânicas, que são fonte energética para seu metabolismo. Esta temática, que aparece no 1º ano do Ensino Médio, está carregada de conceitos abstratos muitas vezes advindos da Química e da Física, disciplinas das quais os alunos têm um conhecimento superficial, no último ano do Ensino Fundamental. Essa é uma temática que exige trabalho interdisciplinar, para melhor compreensão do aluno, além de exigir do professor um conhecimento mais amplo dos demais componentes das Ciências da Natureza, além da Bioquímica e da Biologia molecular. As publicações de novos estudos em Bioquímica e Biologia molecular, muitas vezes não estão acessíveis ao público, principalmente aos professores de Educação Básica, para que atualizem seus conhecimentos, e o conhecimento acaba restrito à academia, não alcançando outros

níveis de ensino. Por isso, são tão necessárias a divulgação científica e a conexão entre as universidades e a Educação Básica, através dos projetos de iniciação científica, programas de graduação e pós-graduação que utilizem a escola como local de origem e aplicação de projetos, unidos num esforço para tornar o ensino de Ciências e Biologia menos teórico e distante dos alunos, como já observado em muitos estudos. Trazzi e Oliveira (2016), por exemplo, descrevem a ação mediada como método para formação dos conceitos de fotossíntese e respiração celular. Neste estudo, as hipóteses são levantadas por meio da cena (contexto), dos agentes, do ato (experimento), do propósito e da agência. Wernec e Falco (2008) apresentam um caderno pedagógico e a aplicação de um modelo didático com fichas representativas das moléculas presentes no processo de respiração celular. Montegutti (2008) elaborou uma Weeb Quest sobre respiração celular, como abordagem integradora dos conceitos com os mecanismos biológicos.

Souza (2015) desenvolveu através de um software, uma história em quadrinhos que aborda os conceitos de respiração celular. Perucci e Laburu (2016) utilizam da linguística para promover significado aos conceitos de respiração celular, ao propor a produção de paráfrases. Durães (2015) relata a experiência de utilização dos mapas conceituais como recurso de aprendizagem, no início, meio e fim da proposta de ensino de respiração celular. Pinto (2008) aponta a necessidade da aplicação da abordagem CTS (Ciência, tecnologia e sociedade) exigida na LDB, no ensino de Ciências e elenca propostas para esta perspectiva. Em grande parte, os trabalhos relacionados a estratégias de ensino são oriundos dos cursos de graduação e pós-graduação, mas há também aqueles desenvolvidos em programas de formação nas escolas como o PDE- Programa de Desenvolvimento Escolar.

Os mestrados profissionais em Ciências Naturais – Física, Química e Biologia- por sua perspectiva de melhora do ensino na Educação Básica e carga horária semipresencial, têm atraído muitos professores e produzido muito conhecimento. Contudo, segundo a avaliação de Osterman e Rezende (2015) existem aspectos que devem ser repensados nos mestrados profissionais, como o lócus de formação, a exigência dos produtos educacionais e a formação individualizada. A partir de 2002, a CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - passou a concentrar esforços na oferta de mestrados de ensino que, ainda privilegia o perfil especialista técnico.

(...) vemos como oportuna a ideia de repensar os cursos de mestrado profissional, posicionando-os criticamente em relação ao modelo do especialista técnico, buscando privilegiar outros modelos formativos e uma variedade de discursos que poderiam arejar as disciplinas, as discussões sobre as finalidades do curso e sobre os trabalhos de conclusão a serem elaborados pelos professores. (OSTERMAN; REZENDE, 2009, p. 11)

Moreira e Nardi (2009) analisaram diversos aspectos inseridos nas exigências legais dos mestrados profissionais, comparando-o com os mestrados acadêmicos, apontando para as mesmas deficiências, como a expectativa da formação técnica individual como solução para os problemas educacionais e afirmam que embora seja uma política necessária à melhoria do ensino na Educação Básica, não deve ser a única. Para estes autores, a proposta do mestrado acadêmico deixa implícita a ideia de que formar tecnicamente o professor conduzirá a melhoria do ensino.

No entanto, as disciplinas das áreas de Ciências da Natureza têm apresentado as piores médias em avaliações externas, comparada às demais áreas, como se verifica na análise dos microdados do ENEM. Observa-se que 44% das escolas tiveram desempenho médio inferior a pontuação mínima para que um aluno obtenha certificação, que é de 450 pontos, e nenhuma obteve média acima de 600 pontos. A média dos participantes do ENEM 2017, foi de 510,6, com proficiência máxima de 885,6. Em 2016, “em Ciências da Natureza e suas tecnologias, a maioria dos participantes (3.234.551) alcançou notas entre 400 e 500 pontos. Apenas 632 obtiveram notas entre 800 e 900 e 3.109 tiraram zero. A média nacional foi de 482,3” (BRASIL, 2017).

Como mencionado acima, observa-se que, mesmo tendo disponibilizadas muitas estratégias alternativas para o ensino de respiração celular, os professores, por diversos motivos, são resistentes a sua aplicação (SILVA; STUCHI, 2017). Primeiro, porque mesmo sendo uma atividade já sistematizada, é preciso planejamento, organização, verificação prévia do método. Segundo, porque muitas vezes o objetivo de utilização de práticas laboratoriais e atividades lúdicas ou dinâmicas não está bem claro, levando o professor a se perder no processo, não chegando a finalização. Terceiro, porque muitas vezes é difícil avaliar a participação do aluno nestes tipos de atividade. A lista de motivos é interminável. Mas, algo muito relevante e fundamentado na literatura, é que, para que o aluno tenha uma visão ampla, contextualizada, dos conteúdos, conceitos estudados em Biologia, é preciso bem mais do que explicação, memorização e mesmo aulas práticas, muitas vezes sem objetivo claro (OLIVEIRA *et al.*, 2003; GRACIANO *et al.*, 2008; DO CARMO; SCHIMIN, 2013).

É fundamental, o uso de métodos que sensibilize, estimule o desejo de aprender e instigue a curiosidade do aluno. Pois somente assim, o aluno será participante ativo do processo de ensino, construtor de sua aprendizagem, e não mero receptor de informações. Uma vez consolidado o conhecimento, percebe-se então autonomia para realizar mudanças na realidade em que o aluno está inserido. Na verdade, a aprendizagem baseada em conteúdos deve ser abandonada.

Essa percepção aparece em todos os documentos orientadores da educação brasileira, e pode ser construída a partir das teorias cognitivas de aprendizagem já fundamentadas como a Psicogenética de Jean Piaget (1896-1980), a teoria da instrução de Jerome Bruner (1915-2016) e da aprendizagem significativa de David Ausubel (1918-2008). Embora nenhuma teoria conduza a um método, estas podem sustentar sua construção, levando o professor a desenvolvê-lo de maneira consistente (LAKOMY, 2008).

Os estudos de Bruner influenciaram o desenvolvimento do método de aprendizagem por descoberta, que é uma forma de aprendizagem em que os alunos são estimulados pelo professor por meio de perguntas que geram estudos e pesquisas. Na maneira hipotética de ministrar aula, o professor traz o conteúdo sob a forma de problema, a ser resolvido de forma ativa pelo aluno, por meio de investigação, perguntas, pesquisa, experimentação. (LAKOMY, 2008, p. 57-58)

Sasseron e Carvalho (2011), em uma revisão bibliográfica minuciosa, discorrem acerca da alfabetização científica, termo que envolve as habilidades necessárias para que o indivíduo domine técnicas científicas e possa assim, aplicá-las em sua realidade e contribuir para o avanço científico e para o desenvolvimento tecnológico. Segundo os documentos oficiais que orientam a educação brasileira, a alfabetização científica é um objetivo educacional para a área de Ciências da Natureza, em um processo de ensino e aprendizagem que deve ser baseado no desenvolvimento de competências e habilidades. Para as autoras, nas diversas literaturas sobre a alfabetização científica, as habilidades comuns podem ser organizadas em três eixos:

Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais que concerne na possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia a dia. Sua importância reside ainda na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia a dia.

Compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática. Reporta-se, pois, à ideia de ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de

aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes.

Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente. Trata-se da identificação do entrelaçamento entre estas esferas e, portanto, da consideração de que a solução imediata para um problema em uma destas áreas pode representar, mais tarde, o aparecimento de um outro problema associado. (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 75-76)

Um método que pode promover a alfabetização científica é o ensino por investigação. Rodrigues e Borges (2008) reconstroem historicamente o processo de ensino por investigação, que nasceu no cientificismo do século XIX, a partir do questionamento da educação que promove o acúmulo de informações acabadas. Essa crítica realizada por John Dewey (1902-1990) propiciou o nascimento do “estilo de ensino por investigação, visto como forma de desenvolver habilidades de resolução de problemas específicos, mas com significância social”. A BNCC aponta o letramento científico como um dos objetivos das Ciências Naturais e embora o letramento científico e a alfabetização científica sejam termos semelhantes, sua aplicação leva a resultados diferentes.

O ensino por investigação pode ser considerado uma metodologia ativa. “Podemos entender que as metodologias ativas se baseiam em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos” (BERBEL, 2011). Para tanto é preciso pensar “fora da caixa”, sem as limitações impostas pela separação dos conteúdos em caixas desconectadas dentro do cérebro humano. Souza *et al.* (2008) mostram por exemplo, como a compreensão do eletromagnetismo e das reações de oxidação e redução podem auxiliar na construção do conhecimento do processo fotossintético. Zanon *et al.* (2001) apresentam a interação triádica necessária na formação do professor para que ele compreenda os processos energéticos de maneira contextualizada e ampla, podendo assim, ensinar de maneira contextualizada, emprestando sua visão holística aos alunos.

A interdisciplinaridade é fundamental para pensarmos o conteúdo de respiração celular, que tem conceitos explicados por diferentes componentes curriculares, complementares e interdependentes, como energia química, trabalho, átomos, níveis de organização da matéria, compostos orgânicos e inorgânicos necessários à vida. As discussões a respeito da interdisciplinaridade iniciaram em 1961 com Georges Gusdorf,

e desde então o conceito foi traduzido, discutido e contestado (FAZENDA, 1994), fundamentando o surgimento de vertentes como a pluridisciplinaridade, multidisciplinaridade e a transdisciplinaridade. Ainda assim, a interdisciplinaridade é um termo de difícil compreensão, apreensão, utilização e aplicação. Nos moldes em que a prática educacional se efetiva atualmente, o trabalho interdisciplinar entre os professores encontra muitas barreiras.

Pelo exposto até o momento, fez-se necessário conhecer as produções sobre metabolismo energético, mais especificamente, respiração celular e verificar quais podem ser enquadradas no ensino por investigação, considerando conceitos de energia oriundos da Química e da Física, além de analisar o quanto esta abordagem contribui para o aprendizado dos alunos, estimulando os professores a implementação de tais estratégias. Os materiais disponíveis devem ser claros, com objetivos bem delimitados, atrativos. Wirzbicki *et al.* (2014) discutem a abordagem do conceito de energia e suas correlações nos livros didáticos do Ensino Médio. Santos e Oliveira (2011) analisaram o conteúdo de respiração celular disponível em cinco coleções didáticas quanto à clareza, concisão e objetividade, presença/ausência de aspectos antropocêntricos e sequenciamento de ideias. Nesses estudos é possível perceber que muitos livros didáticos apresentam visões equivocadas e superficiais dos processos energéticos, além de apresentarem práticas que apenas demonstram o conhecido. Os manuais devem servir como uma base que apoie a prática do professor que está começando a dar os primeiros passos no ensino investigativo, através de metodologias ativas. Mais à frente, este poderá então, ser também produtor de recursos que o auxiliem na prática construtivista da aprendizagem.

O presente estudo justificou-se pela dificuldade em desenvolver a temática da respiração celular, pela falta de correlação com conceitos imprescindíveis da química, da física e da biologia, e pela falta de conexão com a realidade, o que consequentemente leva a não compreensão dos conceitos pelo aluno, além de não proporcionar a construção de conhecimento propriamente dito, dotado de significado. Isso nos coloca diante do problema central deste estudo: como proporcionar a construção de conhecimento da respiração celular de maneira a ser relevante para o aluno, sabendo que essa construção necessita de pré-requisitos de outras áreas do conhecimento, que os próprios professores apresentam dificuldade de compreensão do tema e que o tempo para desenvolver esse aprendizado é curto, já que a carga horária em Biologia nas

escolas públicas é de duas horas-aula semanais? Diante deste cenário, pensamos que uma proposta de atividades investigativas sobre respiração celular, integrando conceitos da Química e da Física, poderia auxiliar no processo ensino aprendizagem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Diretrizes curriculares, Base Nacional Curricular Comum e o Ensino de Ciências e Biologia.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), as habilidades e competências desenvolvidas nesta etapa devem orientar-se por dois eixos cognitivos básicos: dominar a norma culta da língua portuguesa e fazer uso da linguagem científica, artística e matemática, e construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas (BRASIL, 2013).

Em torno desses eixos, as competências que devem ser alcançadas em Ciências da Natureza se definem pela compreensão das Ciências como construção humana capaz de promover o desenvolvimento e transformação da sociedade, pela compreensão dos organismos, o entendimento de métodos próprios da ciência e sua aplicação e a utilização dos conhecimentos físicos, químicos e biológicos para compreender, interpretar, avaliar e planejar intervenções científico tecnológicas no mundo contemporâneo (BRASIL, 2013).

Para que seja possível a construção destas competências, devem ser desenvolvidas diversas habilidades, como a utilização de modelos explicativos de Ciências naturais para compreensão de determinados fenômenos, de utilização de tecnologias em diferentes situações culturais, da avaliação do papel destas tecnologias no processo social e explicação das transformações da matéria, da energia e da vida, utilizando a terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas apresentadas de diferentes formas (BRASIL, 1999).

Além disso, é preciso ainda desenvolver a habilidade de associar os processos vitais do organismo humano (defesa, manutenção do equilíbrio interno, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros) a fatores de ordem ambiental, social ou cultural dos indivíduos, seus hábitos ou outras características pessoais, relacionar informações

apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas Ciências, como textos discursivos, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica, analisar e prever fenômenos ou resultados de experimentos científicos, organizando e sistematizando informações dadas (BRASIL, 1999).

E por fim, reconhecer e utilizar códigos e nomenclatura da Química, da Física e da Biologia, para caracterizar materiais, substâncias e transformações químicas e para identificar suas propriedades, importância para a vida e identificar e descrever diferentes representações de fenômenos biológicos a partir de textos e imagens (BRASIL, 1999). “A linguagem científica é uma das formas contemporâneas de linguagem”, que precisa ser conhecida e compreendida (MAMEDE; ZIMMERMANN, 2009).

Já no texto inicial da Base Nacional Curricular Comum - BNCC - define-se que o currículo seja estruturado em torno do conhecimento conceitual, da contextualização histórica, social e cultural, dos processos e práticas investigativas e da linguagem das Ciências da Natureza. A partir destes quatro eixos pretende-se cumprir os objetivos educacionais da área das Ciências da Natureza que perpassam pela compreensão, apropriação, interpretação e mobilização de saberes próprios das Ciências para discussão, criticidade, julgamento, comunicação no enfrentamento de problemas de interesse pessoal ou coletivo, fazendo uso humano ético e moral dos conhecimentos e sua aplicação (BRASIL, 2015). Para que os objetivos educacionais sejam atendidos, a BNCC, em sua redação final, propõe a organização em unidades temáticas que definem um arranjo de objetos de conhecimento.

A unidade de conhecimento Metabolismo, descrita na primeira versão da BNCC, tem como eixo conceitual o reconhecimento do metabolismo como um sistema ordenado de processos de transformação de matéria e energia, que envolve etapas de construção e degradação de compostos, e sua relação com a compartimentalização da célula. Deve promover a compreensão das propriedades estruturais das biomoléculas e sua função no metabolismo celular, para permitir uma visão geral dos mecanismos pelos quais a célula degrada os nutrientes para obtenção de energia e síntese das principais macromoléculas. Além disso, envolve o reconhecimento dos fatores ambientais que interferem nos processos metabólicos dos diversos seres e a compreensão dos processos de metabolismo energético, como fotossíntese, quimiossíntese, fermentação e respiração, nos diversos organismos e sua relação com a produção de energia para a manutenção dos sistemas vivos (BRASIL, 2015).

As unidades temáticas definidas na versão final, são as mesmas para toda a Educação Básica. O objeto de conhecimento do qual trata este estudo enquadra-se na Unidade Temática Matéria e Energia, que abrange transformação de energia e matéria, mas também se insere na unidade Vida e Evolução, pois trata da composição química da vida e manutenção dos sistemas vivos (BRASIL, 2017). O que muda de uma etapa da Educação Básica para a outra são os objetos do conhecimento e os processos cognitivos esperados.

Na constituição do currículo escolar, estas unidades de conhecimento devem distribuir-se considerando a progressão - iniciação, trabalho sistemático ou consolidação - e a recursividade, que corresponde a ação pedagógica de retomada de um conceito (BRASIL, 2015). Durante o Ensino Médio, os conhecimentos iniciados e trabalhados sistematicamente no ensino fundamental devem ser ampliados, consolidados e aprofundados, o que está em consonância com o uso da Taxonomia de Bloom, que descreve a trajetória dos processos de aprendizagem nos domínios cognitivo, afetivo e psicomotor (RODRIGUES; SANTOS, 2013).

A BNCC aponta que a proposta investigativa em Ciências da Natureza deve ter destaque no Ensino Médio para que os alunos, através de procedimentos e instrumentos próprios dos modelos propostos e construídos historicamente, possam promover o desenvolvimento de habilidades, como:

Identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área. (BRASIL, 2017, p. 74)

Com a reformulação do Ensino Médio, a Base Nacional Curricular defende que os indivíduos se preparem para vida, apreendendo a realidade e que fazendo uso dos conhecimentos científicos, para que assim possam estar preparados para atuar sobre a própria realidade, analisando, criticando, propondo soluções e ações. As habilidades que podem ser associadas ao objeto do conhecimento Metabolismo, elencadas na BNCC, são:

(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso

consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das Ciências.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações. (BRASIL, 2017, p. 541-545)

As habilidades acima podem ser desenvolvidas a partir do objeto de conhecimento Metabolismo para que as competências de área sejam construídas. A definição adotada pelo documento da Base é aquela em que se entende competência como mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores na resolução de problemas da vida cotidiana, no exercício da cidadania e no mundo do trabalho, e estão listadas abaixo:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2017, p.539)

A base curricular deixa bem claro que as competências se referem a toda uma área do conhecimento – a das Ciências da Natureza – e podem e devem ser desenvolvidas por todos os componentes curriculares que a constituem - a Biologia, a Física e a Química – para que o conhecimento seja globalizado e dotado de significado.

As habilidades não pertencem a esta ou aquela matéria, pois relacionam-se ao conhecimento necessário, primordial, que é base para alcançar outros níveis (BRASIL, 2015).

Embora cada ciência tenha suas particularidades técnicas, históricas e conceituais, elas precisam entretecer um diálogo que permita uma articulação horizontal e vertical no desenvolvimento das habilidades. Contudo, é necessário tomar cuidado com a visão de que o professor deva abarcar todos os conhecimentos, o que na atualidade, é impraticável devido ao volume de conhecimentos científicos produzidos.

Existem muitas críticas direcionadas à base, principalmente do Ensino Médio, e estas críticas partem do questionamento quanto aos interesses que ela pretende atender ou “dos sentidos e finalidades que envolvem esta etapa da Educação Básica nos últimos 20 anos” (SILVA, 2018; TRICHES; ARANDA, 2016). A publicação organizada por Aguiar e Dourado (2018), por exemplo, traz uma série de artigos que tecem reflexões acerca da BNCC. Nosso interesse neste estudo, é a indicação da abordagem investigativa como meio para alcançar a alfabetização científica, termos polissêmicos e carregados de intencionalidades no âmbito curricular.

2.2 Abordagem investigativa

A educação em sentido amplo, abrange todos os processos e instituições educativas ao longo da vida do indivíduo, e em sentido estrito refere-se à educação formal, em espaço formal de aprendizagem, como a escola e a sala de aula, envolvendo a ação educativa entre professor e aluno. Em sentido estrito, as concepções de educação e ensino dizem muito a respeito do processo de ensino que se espera do professor e da aprendizagem que se deseja no aluno. A educação que se pretende é aquela baseada na perspectiva psicológica e sócio cognitiva, que permite o conhecimento da realidade como uma construção que gradualmente alcança níveis cognitivos até a transformação em um conhecimento próprio (REGO, 2018).

Demo (2011, p. 16), entende “educação como um processo de formação da competência humana com qualidade formal e política, encontrando-se no conhecimento inovador a alavanca principal da intervenção e da ética”. Defende a ideia da educação pela pesquisa, caracterizada como um questionamento reconstruído permanentemente. Para educar pela pesquisa o professor deve ser um pesquisador. Para Saviani, na

“Pedagogia Histórico-Crítica, a educação é o ato de produzir, direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens” (2015, p. 287).

Partindo do pressuposto de que educação em sentido estrito se caracteriza como um conjunto de saberes, competências e habilidades que tornam o indivíduo capaz de conviver, construir-se socialmente e profissionalmente, e de interagir de maneira saudável com a sociedade na qual está inserido, o ensino de Ciências deve ser contextualizado e significativo (BRASIL, 2017).

Para atender as exigências deste ensino contextualizado e significativo, algumas teorias podem referenciar a abordagem investigativa, como a aprendizagem significativa de Ausubel (ZOMPERO; LABURÚ, 2016). A abordagem investigativa nasce do encontro do movimento progressista de John Dewey (1902-1990) com as teorias cognitivistas do desenvolvimento de Henri Wallon (1879-1962), de Jean Piaget (1896-1980) e Lev Vygotsky (1896-1934) (ZOMPERO, LABURÚ, 2016).

O ensino investigativo tem sua abordagem centrada no fazer do aluno, em sua aprendizagem, mas necessita do professor como curador, orientador das atividades que promoverão a investigação. É consenso que as atividades podem seguir os passos do método científico, abrangendo a definição de um problema, escolha de um método e proposição de soluções. Estas etapas podem ter diferentes níveis de abertura, sendo que no primeiro nível estão as atividades de confirmação, no segundo as estruturadas, no terceiro as guiadas e no quarto as abertas. Estes níveis dizem respeito ao grau de autonomia que os alunos terão para desenvolver nas etapas citadas anteriormente (CARVALHO, 2018).

A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. (BRASIL, 2017, p.74)

Na terceira etapa de escolarização da Educação Básica (EB), a investigação deve partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental, aprofundando os conhecimentos do Ensino Fundamental. Dessa maneira, intensificam-se o diálogo com o mundo real e as possibilidades de análises e de intervenções em contextos mais amplos e complexos, como no caso das concepções de energia e suas transformações, em que são indispensáveis os conhecimentos científicos, tais como os

tipos e as transformações de energia, as propriedades dos materiais, e em quais sistemas a energia é necessária. Deve-se enfatizar o processo e não o fim: como se constrói o conhecimento, o percurso realizado pelo aluno, como é o tratamento das informações; isto demonstra se ele está aprendendo a aprender ou apenas memorizando (BRASIL, 2017).

As análises, investigações, comparações e avaliações contempladas nas competências e habilidades da área de Ciências da Natureza, são requisitos nas atividades, envolvendo procedimentos de investigação. Para desenvolver estas habilidades é fundamental apropriar-se da linguagem científica, por meio de seus códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais, é parte do processo de letramento científico necessário a todo cidadão.

O Ensino Médio deve promover a compreensão e a apropriação do modo de expressão das Ciências da Natureza pelos estudantes, como o uso pertinente da terminologia científica de processos e conceitos; a identificação e a utilização de unidades de medida adequadas para diferentes grandezas; ou, ainda, o envolvimento em processos de leitura, comunicação divulgação do conhecimento científico, fazendo uso de imagens, gráficos, vídeos, notícias, com aplicação ampla das tecnologias da informação e comunicação (BRASIL, 2015, p. 75).

Todos os fazeres servem para que o estudante tenha domínio do conhecimento científico e possa posicionar-se de maneira crítica diante das manifestações da cultura científica e de mundo. Para avaliar e comunicar conhecimentos produzidos para públicos e contextos variados, os alunos devem aprender a analisar, argumentar, propor e até implementar propostas de intervenção pautadas em evidências, conhecimentos científicos, princípios éticos e socioambiental responsáveis. O conhecimento do discurso científico é importante para manipulação correta da língua, para expor uma ideia advinda do conhecimento formal sistematizado e científico (BRASIL, 2015).

Do mesmo modo, entender a vida em sua diversidade de formas e níveis de organização permite aos estudantes atribuir importância à natureza e a seus recursos, considerando a imprevisibilidade de fenômenos, as consequências da ação antrópica e os limites das explicações e do próprio conhecimento científico (CHIBENNI, 2006). Entende-se então que o método investigativo é uma ferramenta para alcançar o letramento científico, e este por sua vez, fundamentará o desenvolvimento das habilidades e competências. O letramento científico configura-se então como meio e fim, é uma habilidade, mas também um meio para desenvolver outras (SANTOS, 2007).

O ensino por investigação constitui uma orientação didática para o planeamento das aprendizagens científicas dos alunos, reflete o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência, dá ênfase ao questionamento, à resolução de problemas, à comunicação e usa processos da investigação científica como metodologia de ensino (...) o que exige uma mudança para um ensino que promova uma compreensão abrangente dos conceitos, o raciocínio crítico e o desenvolvimento de competências de resolução de problemas. Os alunos são envolvidos em tópicos científicos, colocando uma prioridade na evidência e na avaliação de explicações alternativas. Um elemento essencial reside no significado que os alunos atribuem aos dados que recolhem e na criação de explicações científicas que permite aos alunos aprenderem a pensar (FREIRE, 2009, p.105).

Muitas são as publicações que tratam do ensino por investigação, e observa-se nomenclaturas e expressões diferentes para um mesmo significado. Pode-se considerar ainda, que cada nomenclatura tenha mais de um significado ou intencionalidade. Embora o ensino por investigação não aconteça somente por meio do método científico, muitas vezes tem-se a impressão de que eles são indissociáveis. O ensino por investigação já teve como objetivo nos anos 50, para formar novos cientistas, preparar os estudantes para o mundo científico, época em que floresceram as práticas laboratoriais e o enfoque na técnica e rigor científico. E é neste contexto que emerge a associação entre investigação e método científico empirista. Somente a partir dos anos 70, é que o ensino por investigação passou a compor um ideal de alfabetização científica, que pode então, ser desenvolvido por meio de diversas técnicas e ferramentas (RODRIGUES; BORGES, 2008).

Rodrigues e Borges (2008) destacam a diferença entre ensino como investigação, visão observada até a década de 70, e por investigação, que se estabelece a partir dos anos 80. Para estes autores, a construção do ensino por investigação é marcada pelo desencontro entre os ideais para o ensino de Ciências e sua implementação. Para que haja educação científica efetiva devem estar bem claras as concepções de educação científica, de Ciências e seu ensino, bem como a compreensão do uso da investigação como método, técnica, abordagem e conteúdo.

A referência para as construções sobre ensino investigativo em Ciências são os documentos do Nacional Research Council (NRC) que em 1996, publicou o National Science Education Standards, e o Biological Science Curriculum Study, uma organização fundada pelo National Science Foundation, com o objetivo de produzir materiais instrutivos para o Currículo estadunidense. As pesquisas e construções destas organizações influenciaram currículos no mundo todo, e disseminaram o conceito de

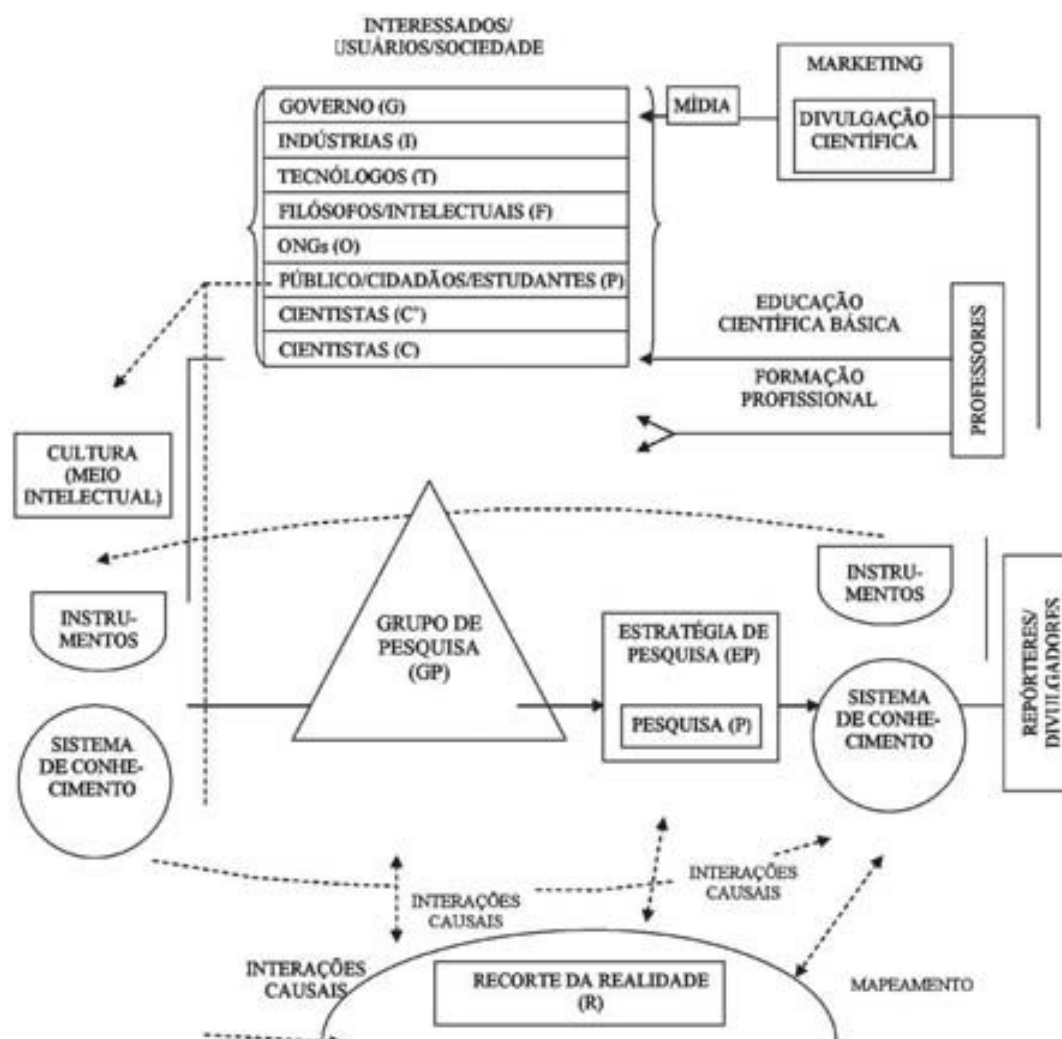
alfabetização ou letramento científico, através de uma abordagem investigativa (ZOMPERO; LABURÚ, 2016).

2.3 Letramento científico

O termo letramento científico é utilizado na Base Nacional Curricular Comum. A BNCC é um documento de caráter normativo que estabelece diretrizes para a construção curricular da Educação Básica. Está organizada em direitos de aprendizagens, descritos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação, no Plano Nacional de Educação e na Constituição brasileira, expressos em 10 competências gerais que se articulam para promover a construção de conhecimentos, o desenvolvimento de habilidades e a formação de atitudes e valores. Estas competências explicitam o compromisso da Educação com a formação integral do aluno e com o letramento científico na construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. Os direitos de aprendizagem são para todos, para que através da compreensão do mundo social, natural e tecnológico, possam exercer plenamente a cidadania (BRASIL, 2017).

O letramento é um termo oriundo da linguística que encontra dificuldades de consenso em definição, assim como diversos outros tratados epistemologicamente. Trata-se de um termo que representa o ideário de um processo gradual e contínuo, do simples ao complexo de uso da língua, envolvendo a escrita em práticas sociais. O letramento científico envolve, portanto, o conhecimento científico, a tecnologia e suas interlocuções com a sociedade e é o meio de promover a educação científica (CUNHA, 2017). A utilização deste termo pressupõe a utilização da linguagem como ferramenta para educação formal e com esta promover apropriação cultural. Sendo assim, o diagrama abaixo (Fig. 1) demonstra os atores e processos envolvidos na construção e promoção da cultura científica (SANTOS, 2007).

Figura 1. Sistema ciência e sociedade, adaptado de Radnitzky (1970).



Fonte: SANTOS, 2007, p. 476.

Sasseron e Carvalho (2011) enumeram diversos autores que utilizam um dos dois termos, como Mamede e Zimmermann (2007) e Santos e Mortimer (2001) que utilizam “Letramento Científico”. Já Brandi e Gurgel (2002), Auler e Delizoicov (2001), Lorenzetti e Delizoicov (2001), Chassot (2000) adotam a “Alfabetização Científica”.

Cunha (2017) descreve autores que indicam que o que se espera de alguém cientificamente letrado não é apenas o conhecimento técnico e teórico, mas sim ser dotado de fundamentos e argumentos científicos para analisar, avaliar, criticar e tomar decisões baseadas em conhecimentos e evidências de ordem política, social, ambiental, econômica e tecnológica, como ressaltado por Magda Soares (1998), citada por Santos (2007) em que:

O termo alfabetização tem sido empregado com o sentido mais restritivo de ação de ensinar a ler e a escrever; o termo letramento refere-se ao “estado ou condição de quem não apenas sabe ler e escrever, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam a escrita (SANTOS, 2007, p. 478).

Observa-se então, que o indivíduo alfabetizado, que sabe ler e escrever, pode não ser letrado, ou que apesar de ler, não é capaz de compreender o significado do que está a sua volta através do uso da língua escrita, por exemplo, o que chamamos de analfabetismo funcional (SANTOS, 2007).

Na realidade, os processos da alfabetização e do letramento, embora intimamente relacionados e mesmo indissociáveis, guardam especificidades, pois se referem a elementos distintos. A alfabetização refere-se às habilidades e conhecimentos que constituem a leitura e a escrita, no plano individual, ao passo que o termo letramento refere-se às práticas efetivas de leitura e escrita no plano social. Assim, uma pessoa letrada não é somente aquela que é capaz de decodificar a linguagem escrita, mas aquela que efetivamente faz uso desta tecnologia na vida social de uma maneira mais ampla. (MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005, p. 1)

Santos (2007) citando Laugkh (2000) e Ratcliffe & Grace (2003) afirma que para estes autores os fatores que influenciam as diferentes interpretações dos termos letramento e alfabetização são: a existência de diferentes atores sociais preocupados com a educação científica, diferentes propósitos para essa educação e diferentes estratégias para promoção e mensuração dessa educação.

O que depreendemos da discussão sobre a pluralidade semântica de vários termos presentes neste estudo é que temos ao menos duas opções: adotar uma linha de pensamento ou observar o que é consenso entre os diversos autores. Neste sentido, quase sempre deve-se optar por este meio termo, em que unimos os pontos mais fundamentados e comuns. Quanto a alfabetização ou letramento científico compreendemos que a diferença é linguística e não afeta seu propósito, e entendemos que o que se espera do indivíduo educado cientificamente é o ponto de intersecção dos dois termos (BRANCO *et al.*, 2018). Gomes (2015), diz que o termo letramento evoluiu desde 1950, quando foi introduzido. Aponta também que o termo pode ter conotação diferente dependendo de seu contexto e assume que o termo alfabetização científico seja mais adequado ao contexto escolar.

O termo letramento científico é menos defendido e abordado que alfabetização científica, além de sua utilização na BNCC; letramento parece mais abrangente e prático, além de ser a linguagem que norteia exames internacionais como o PISA. O uso do termo alfabetização científica é recorrente no Brasil, e conta com muitas publicações. Talvez com a implementação da BNCC, essa discussão se torne mais frequente, e reforce o

consenso de que a nomenclatura deve significar como o ensino de Ciências promoverá educação científica relevante para atuação do indivíduo no mundo (MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005, p. 1). Neste estudo optamos pela alfabetização científica, por ser mais expressivo em nosso campo de atuação e por incorporar o conjunto de conhecimentos, competências e habilidades que promove a enculturação científica.

2.4 Atividades didático-experimentais

O ensino baseado na investigação como já vimos, teve como principal recurso em seu processo a prática laboratorial, visto que era entendido como um conteúdo, o ensino como investigação. As práticas laboratoriais parecem indissociáveis da investigação, pois nos remetem ao método científico hipotético-dedutivo, tão conhecido das Ciências naturais (RODRIGUES; BORGES, 2008). Há uma estreita ligação entre a promoção da alfabetização científica com a construção sócio interacionista do conhecimento e com os processos investigativos. Assim, como é preciso pensar estratégias, abordagens, também é necessário prever os recursos e espaços que podem contribuir em todo o processo investigativo que promoverá a alfabetização científica (SASSERON, 2015). O laboratório e as práticas experimentais então se configuram como um espaço de aprendizagem típico e imprescindível das Ciências da Natureza, mas não o único.

Sob essa perspectiva, decorre que a sala de aula de Ciências da Natureza em muito pouco ou quase nada difere de uma sala de aula de outra disciplina qualquer. Esse fato, em certos aspectos, está muito menos ligado a questões de ordem espacial e física e mais vinculado a questões pedagógicas e gerenciais da escola, ou mesmo a escolhas curriculares traçadas no plano administrativo. Em outras palavras, na grande maioria dos casos, as salas de aula escolares não representam espaço físico com preocupação voltada ao desenvolvimento de práticas próprias de uma área de conhecimento, mas sim ao desenvolvimento de práticas didáticas e pedagógicas que podem não corresponder, de modo adequado, ao que se espera do ensino de um campo de conhecimento (SASSERON, 2015, p.52).

O cumprimento de uma proposta investigativa está intimamente relacionado à realização de atividades práticas, que podem se dar de diversas formas. A prática, aqui entendida como a ação mediada pela teoria, é indicada desde os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), como estratégia pedagógica para o processo de aprendizagem (BRASIL, 1999). A justificativa da prática como instrumento do fazer científico deve

ser a mesma para utilização de qualquer metodologia ativa, colocar o aluno no centro do processo de aprendizagem, proporcionando-lhe motivação e autonomia. No entanto, a prática por si só, pode assumir o formato mecânico, infrutífero, estante a depender dos objetivos para sua aplicação. O que caracteriza uma estratégia como experimental então, é a intencionalidade didática (SASSERON, 2018).

Castellar (2016) aponta que experimentos são conjuntos de processos sistematizados e controlados, como forma de testar e manipular objetos de interesse, enquanto outros fatores são mantidos constantes, mas ressalta que as atividades realizadas nas escolas, normalmente devem ser consideradas atividades práticas pois, não há controle de variáveis. Estas atividades fornecem dados e evidências que pretendem mostrar se um enunciado é ou não verdadeiro.

Cabrera (2015) em seu estudo, trata das relações entre os laboratórios de Ensino de Biologia das escolas de Educação Básica e as políticas públicas. Descreve como as experiências se firmaram no campo da Biologia, modificaram seu status ao longo do tempo e contribuíram para a implantação dos laboratórios didáticos nas escolas. O termo experimentação e a designação de laboratório escolar podem permitir uma amplitude de significados, portanto:

Os experimentos didáticos e atividades didáticas experimentais são aqui tomados como sinônimos, e se referem ao desenvolvimento de ações que têm como função o ensaio, a verificação, a demonstração, o teste de hipóteses, observação e descrição de fenômenos, reflexão e crítica sobre os métodos empregados na produção do conhecimento, manuseio de materiais e equipamentos que permitam ao estudante de Biologia o contato com situações que ocorrem em fenômenos que habitualmente são descritos somente por meio de conceitos abstratos (CABRERA, 2015, p. 92).

Hodson (2014) e Freire (2009) propõem quatro objetivos de aprendizagem no ensino de Ciências - o aprender ciência, sobre ciência, sobre como fazer ciência, e como lidar com questões sociocientíficas - que podem ser alcançados através de atividades práticas. O termo experimental designa as práticas utilizadas neste trabalho que visam atender a demanda de atividades práticas diversas, mas que buscam caracterizar as Ciências, como instrumento pedagógico no processo ensino aprendizagem, com viés investigativo e integrador dos componentes das Ciências da Natureza. Essas atividades práticas podem desenvolver-se no laboratório didático, ou não, dependendo da disponibilidade.

3 OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo é elaborar uma proposta didático-experimental para o ensino de respiração celular, com atividades investigativas que integram conceitos da química, da física e da biologia, contribuindo assim para uma melhor compreensão do metabolismo energético dos seres vivos, relacionando-o com as formas de energia que são necessárias para manutenção de qualquer sistema.

3.1 Objetivos específicos

- Realizar uma pesquisa com professores do Ensino Médio quanto às dificuldades no ensino da respiração celular e atividades práticas adotadas;
- Fazer um levantamento de atividades práticas relacionadas ao tema de respiração celular que podem ser desenvolvidas com alunos do Ensino Médio;
- Desenvolver um roteiro didático-experimental sobre respiração celular baseado no método investigativo;
- Verificar a aplicabilidade da proposta didático-experimental através da análise de professores que atuam no Ensino Médio.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa pode ser classificada como exploratória, descritiva ou explicativa, ou ainda, pode apresentar esses tipos em distintas fases da pesquisa. O estudo em questão, caracteriza-se como descritivo à medida que visa investigar um grupo quanto à utilização de um material de apoio na construção de um conhecimento. É também explicativo, pois visa o aprofundamento da compreensão de um fenômeno, o processo de ensino e de aprendizagem quanto à temática da respiração celular. (EITERER, *et al.* 2010).

Esta pesquisa é bibliográfica pois buscou o conhecimento produzido sobre o ensino de biologia e respiração celular, sobre a investigação como ferramenta de ensino e qualitativa, pois buscou investigar as dificuldades de ensino e a aplicabilidade de atividades que pretendem melhorar a aprendizagem, em uma amostra de professores.

Pesquisas de abordagem *qualitativa* têm sido bastante recorrentes no campo educacional, especialmente, pelo fato de permitirem a análise em maior profundidade, a partir de situações singulares. Isso significa dizer que essa modalidade de investigação é própria para situações que envolvem pequenas populações, pretendendo adentrar as informações, interpretar significados, narrar situações, descrever processos culturais e/ou institucionais. Um trabalho nesse formato pode, inclusive, partir de dados quantitativos de pesquisas mais amplas. Como dissemos, ela possibilitará conhecer, de modo mais aprofundado, uma determinada população ou parcela dela, por exemplo, alguns integrantes de uma sala de aula ou alguns representantes de um dado corpo docente ou, ainda, um grupo de mães de uma comunidade. (EITERER, *et al.* 2010, p. 11)

O projeto de pesquisa elaborado em 2019 foi submetido ao Comitê de ética em Pesquisa da UFMT, obtendo aprovação, sob o parecer de nº 3.717.856 (Anexo 1). Para iniciar a elaboração das atividades didático-experimentais presentes neste estudo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica dos trabalhos disponíveis na internet, publicados e com livre acesso, a partir das palavras/expressões chaves: metabolismo energético, respiração celular, fotossíntese, fermentação. Dentre todos os produtos e artigos, foram escolhidas produções que aplicam o método investigativo ou cuja adaptação foi viável, para construir os conceitos de energia e respiração celular. Foram utilizados livros didáticos de Química, Física e Biologia, tanto de utilização no Ensino Médio, quanto dos cursos de Graduação destas áreas, atualizados a partir de 2014, para coletar as melhores informações disponíveis quanto ao tema.

Inicialmente, um dos objetivos do projeto era a aplicação da proposta didático-experimental com alunos do Ensino Médio. No entanto, essa aplicação não foi realizada pela conjunção de dois eventos. Um é local, e se refere a paralisação das escolas públicas do Estado do Mato Grosso por um período superior a 70 dias, o que trouxe prejuízo às atividades normais das escolas. O outro é mundial, a atual situação de distanciamento social em decorrência da pandemia de COVID-19 que levou a escola a paralisar suas atividades por tempo indeterminado, antes mesmo do retorno das atividades para o ano letivo de 2020. A aplicação desta proposta deveria ser realizada na escola Estadual Dom Bosco, situada no município de Lucas do Rio Verde- MT, com alunos do Ensino Médio.

A partir da pesquisa inicial, surgiu a necessidade de conhecermos as dificuldades dos professores em desenvolver a temática da respiração celular. Para tanto foi elaborado um questionário com 19 questões que caracterizaram um perfil de atuação do professor e de suas dificuldades na compreensão da temática, no ensino de Biologia,

na elaboração de estratégias, e desenvolvimento de atividades que considerem os conceitos ligados a Física e Química inerentes ao processo de respiração celular. Tal pesquisa foi elaborada com a utilização da ferramenta eletrônica Google Forms, enviada por link em mídia social com aproximadamente 170 participantes e respondida por 56 professores (Apêndice A) que atuam em diversos estados do país e que são alunos do Programa ProfBio em rede nacional. O questionário foi associado ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice C) para atender as exigências éticas deliberadas pelo Comitê de ética em pesquisa - UFMT.

Com a impossibilidade da aplicação aos alunos, optamos que professores do ensino médio avaliassem a proposta, partindo do pressuposto que cada professor conhece muito das possibilidades da sala de aula, e que com a contribuição de um grupo pudéssemos vislumbrar a aplicabilidade das atividades propostas. Com a aplicação futura das atividades, espera-se que os alunos se sintam estimulados e percebam a investigação como base do processo científico, e da construção dos conhecimentos ao longo da história, despertando assim para necessidade do conhecimento pelo conhecimento. Espera-se também que os conceitos sejam melhor internalizados e que haja associação entre o processo de respiração celular e os conceitos de energia, trabalho, reações químicas, a partir das práticas por eles desenvolvidas. No entanto, a proposta foi pensada e desenvolvida por professores, para professores e com esse roteiro didático-experimental eles têm em mãos uma ferramenta metodológica que compila conhecimentos básicos de Física, Química, e Biologia necessários para a compreensão do processo de respiração celular, visando assim minimizar as dificuldades dos alunos nesse tema, e potencializar os conhecimentos do professor.

As atividades a serem desenvolvidas tem cunho investigativo e envolvem conceitos de energia, trabalho, princípios da termodinâmica, moléculas químicas, ligações químicas, combustíveis, nutrientes e respiração celular aeróbia. Todos os experimentos foram planejados de forma que possam ser desenvolvidos sem a necessidade laboratório e com materiais de fácil acesso pelo professor. Para ser aplicada de forma completa, a proposta didático-experimental ocupará 12 aulas, as quais estão divididas nos seguintes temas: 1) Energia e trabalho; 2) Moléculas, ligações químicas e combustíveis; 3) Nutrientes, respiração celular e obtenção de energia. No entanto, o professor pode excluir algumas atividades práticas, dependendo do tempo disponível e conhecimento prévio da turma sobre os temas abordados.

O Guia, busca desenvolver habilidades das Ciências da Natureza disponíveis na BNCC (BRASIL, 2018), habilidades de investigação baseadas em Zompero *et al.* (2019) e Zompero (2016) e utiliza-se de metodologias ativas como a aplicação de passos do método científico. Existem atividades reproduzidas integralmente, parcialmente, com adaptações e construídas pelas autoras. Para permear todas as temáticas desenvolvidas no Guia escolhemos uma espécie de “totem”, a planta do milho, que consegue costurar o envolvimento dos três componentes curriculares. Após a elaboração das atividades, a proposta foi submetida à avaliação dos professores.

Para avaliação desta proposta didático-experimental, elaboramos um novo formulário enviado no mesmo formato do questionário inicial, com 15 questões de escala de suficiência e discursivas (Apêndice B). Dos 56 professores do Ensino Médio que responderam o questionário inicial (Apêndice A) apenas 41 responderam o questionário avaliativo (Apêndice B). A partir das respostas obtidas, o roteiro didático-experimental pôde ser readequado para posterior elaboração do produto final deste projeto, que é um Guia de aulas práticas para o professor trabalhar o tema de respiração celular baseado na abordagem investigativa.

4.1 Área de estudo

O local de origem do estudo é a cidade de Lucas do Rio Verde, situada ao norte do Estado de Mato Grosso, local em que a aplicação do produto educacional foi planejada. Lucas do Rio Verde é um município relativamente jovem, e que possui alto índice de desenvolvimento e qualidade de vida. É considerada uma cidade rica, dinâmica e em franco crescimento, que se destaca por sua produtividade.

O nome de Lucas do Rio Verde é uma homenagem a Francisco Lucas de Barros, e ao curso d'água que corta o território municipal, o Rio Verde. Em 17 de março de 1986, o núcleo urbano foi elevado à condição de Distrito e no dia 04 de julho de 1988, quando conquistou sua emancipação político-administrativa, já contava com 5.500 habitantes.

Com 63.411 habitantes (IBGE-2018), em pouco tempo se tornou um pólo de desenvolvimento do estado e ainda ficou conhecida por ter um dos melhores IDHs (Índice de Desenvolvimento Humano) do país, conforme relatório da Organização das Nações Unidas (ONU).

O município é responsável por 1% de toda produção brasileira de grãos, principalmente de soja, milho, algodão e sorgo, embora sua área ocupe apenas 0,04% do território nacional, sendo um dos grandes produtores nacionais de milho segunda safra, especializando-se na produção dessa cultura. O milho, além de atuar na cadeia regional de produção de grãos, atua também nas cadeias produtivas de suínos e frangos de outros estados brasileiros.

Essa característica, de certa forma, impulsiona a produção local, que é uma das mais importantes para o Estado de Mato Grosso. A agregação de valores através da diversificação econômica pode vir a gerar a industrialização do produto no mercado local trazendo geração de empregos e renda, impulsionando a economia da cidade, além de contribuir para o incremento da geração de imposto para os cofres municipais, sendo importante também para o crescimento econômico e para o PIB municipal. (LUCAS DO RIO VERDE, 2019)

Esta realidade justifica a escolha do milho nas atividades e até mesmo o assunto tratado, já que matrizes energéticas são uma questão de primeira ordem econômica mundial, e que o município vem se destacando na utilização do milho também para produção de etanol.

Segundo o Projeto Político Pedagógico da Escola Estadual Dom Bosco, que pesquisa periodicamente o perfil de seus alunos, no início de sua atuação atendia uma população homogênea e monocultura, em que o maior desafio era o de ensinar a ler e escrever com qualidade os filhos dos migrantes agricultores que vieram, através do projeto de assentamento e colonização do Centro-Oeste desenvolvido pelo Incra. Com a mudança do modelo econômico do município, antes agrícola de pequeno porte, houve uma demanda por mão de obra para suprir os diversos setores da atividade econômica, distribuídos na indústria, construção civil, serviços, comércio, avicultura, suinocultura, agricultura de grande porte. Em busca de novas oportunidades e qualidade de vida, chegaram trabalhadores migrantes de vários estados e das diferentes regiões do país (LUCAS DO RIO VERDE, 2017).

Essa nova realidade modificou significativamente o perfil da comunidade escolar, para um perfil multicultural e heterogêneo, com muitos desafios a enfrentar, sendo um deles atender a demanda profissional de uma cidade em que os jovens desejam muito trabalhar, seja para complementar a renda familiar, seja pelo perfil de renda pelo alto custo de vida, buscando ainda estar preparada para receber todos, demandando

atendimento igualitário no que tange às oportunidades, promoção de justiça social, valores éticos e humanos indispensáveis para a sociedade contemporânea.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Pesquisa realizada com professores de Biologia do Ensino Médio

O questionário (Apêndice A) enviado para professores de Biologia que atuam em todo o Brasil foi respondido por 56 indivíduos e tornou possível traçar um perfil dos professores em Ensino de Biologia, bem como conhecer suas dificuldades e anseios quanto ao ensino de respiração celular.

A maioria dos professores (89%) ministra aulas no componente curricular Biologia (Fig. 2A). Cerca de 55% dos professores estão na faixa etária entre 31 e 40 anos (Fig. 2B); 94,1% são efetivos na rede pública de ensino (Fig. 2C), sendo que destes 31,4% são efetivos em duas redes. Cerca de 37% possuem tempo de atuação de magistério entre 11 e 15 anos (Fig. 2E), e mais de 65% trabalha entre 40h-60h semanais (Fig. 2F).

Figura 2 (A-F). Perfil de professores do Ensino em Biologia.

Figura 2A. Componente curricular de atuação.

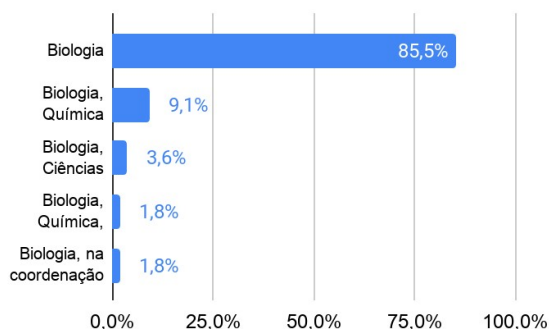


Figura 2B. Faixa etária.

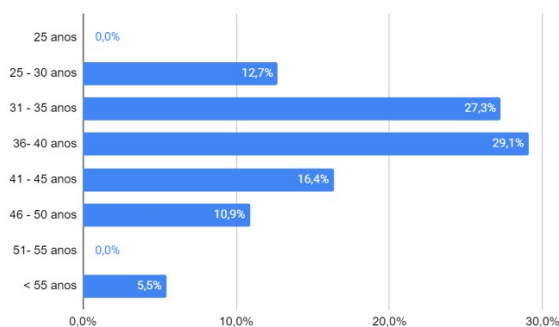


Figura 2C. Efetivo ou contrato temporário em redes públicas ou privadas de ensino.

Figura 2D. Redes de atuação.

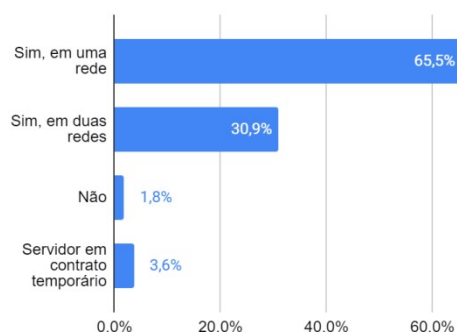


Figura 2E. Tempo de magistério em anos.

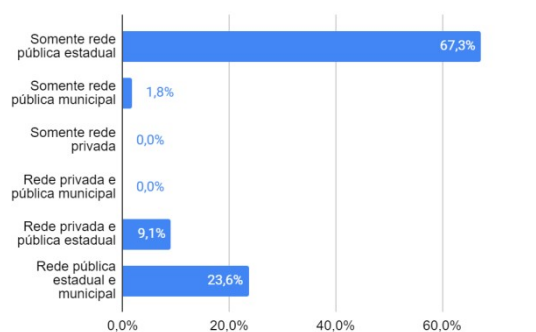
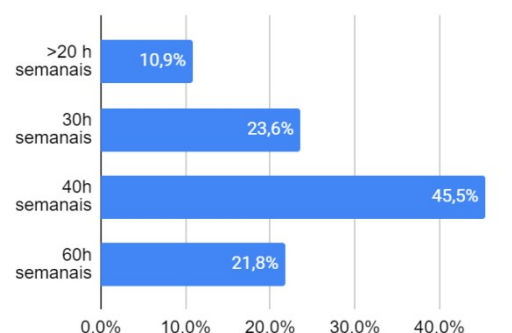
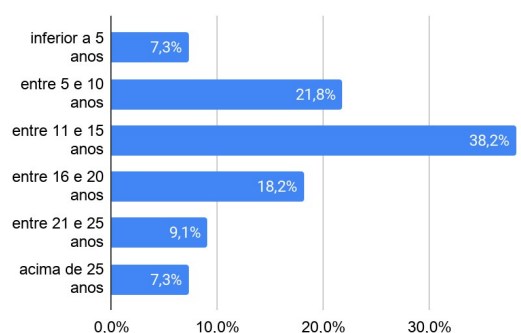


Figura 2F. Carga horária de trabalho semanal.



Fonte: As autoras, (2020).

O Brasil tem, segundo o Censo escolar de 2018, 2.192.224 professores atuando na Educação Básica (BRASIL, 2017). O perfil do profissional brasileiro para é predominantemente feminino, com idades entre 31 e 45 anos, concursado e trabalha em apenas uma rede. Além disso, 78% dos professores apresentam nível superior de formação, oriundo de instituições privadas (CARVALHO, 2018). Em nosso estudo, questões como etnia e sexo não foram consideradas. Dentre os professores que responderam o questionário percebemos também uma maioria efetiva (Fig. 2C) e na mesma faixa etária (Fig. 2B), contudo 31% trabalham em duas redes (Fig. 2C). O fato de a maioria ser de servidores efetivos pode relacionar-se com a exigência do programa de mestrado - PROFBIO - de que os participantes tenham vínculo com a escola pública, já que em Mato Grosso existem 9.231 professores efetivos e mais de 10 mil em regime de contrato temporário (SEDUC-MT, 2017). Embora muito tenha melhorado, segundo dados do INEP (2019), os componentes curriculares de Ciências da Natureza ainda tem a maior diferença na proporção de graduados, de um universo de mais dois milhões de profissionais, 39% ainda não tem a formação adequada a área de atuação.

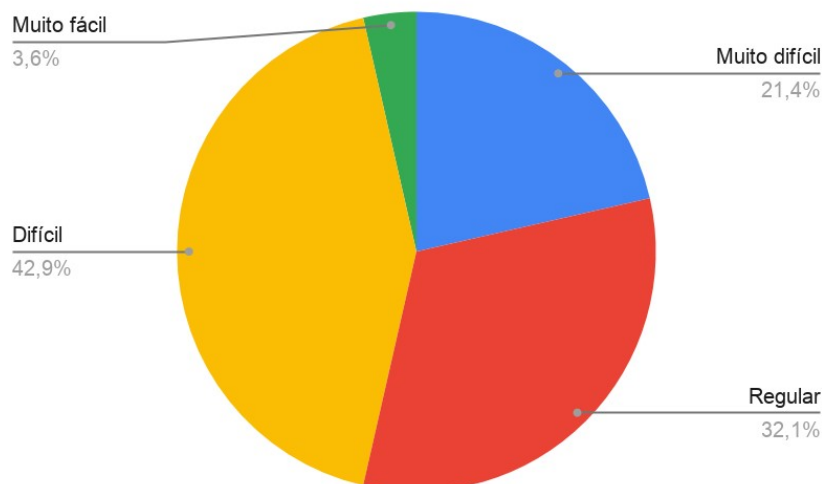
A aprendizagem de Ciências da Natureza é vista tradicionalmente como difícil e abstrata, tanto para professores (TRAZZI; OLIVEIRA, 2016; YPI, 1998) quanto para estudantes de Ciências (SEYMOUR; LONGDEN, 1991; MEDEIROS; COSTA; LEMOS, 2009; ZOMPERO; LABURÚ, 2011). O ensino de Biologia é tido como livresco, memorístico, conteudista (MARTINS, 1998 e TEIXEIRA, 2009).

Quando questionados quanto às suas dificuldades individuais em ministrar conteúdos, a Bioquímica celular é o mais citado, seguido de fisiologia vegetal, metabolismo energético, botânica e genética, o que pode evidenciar a desconexão destes conteúdos com áreas afins e conceitos de outros componentes curriculares. Zanon *et al.* (2001) mostram que os conhecimentos da respiração celular não são nem mesmo desenvolvidos de maneira paralela entre professores de Química e Biologia. Há excertos que demonstram a dificuldade de compreensão pelo professor de biologia dos conceitos da química e vice-versa.

Já quanto às dificuldades apresentadas pelos alunos, os professores relatam que elas acontecem principalmente em Genética, Bioquímica e Metabolismo energético. A dificuldade dos alunos em compreender o metabolismo dos seres vivos pode estar ligada ao fato de que a estratégia mais citada pelos professores para o ensino da temática, é a aula expositiva (Fig. 5). Estabelece-se um círculo vicioso, o aluno não entende porque o tema não se conecta a ele e o professor não consegue ensinar pois não consegue estabelecer um vínculo entre o assunto e o aluno.

Considerando que o metabolismo energético é o objeto de estudo deste trabalho, os professores foram questionados quanto a dificuldade em ensinar especificamente o processo de respiração celular, sendo que mais de 64% consideram muito difícil ou difícil (Fig. 3).

Figura 3. Dificuldade dos professores quanto ao ensino de respiração celular.

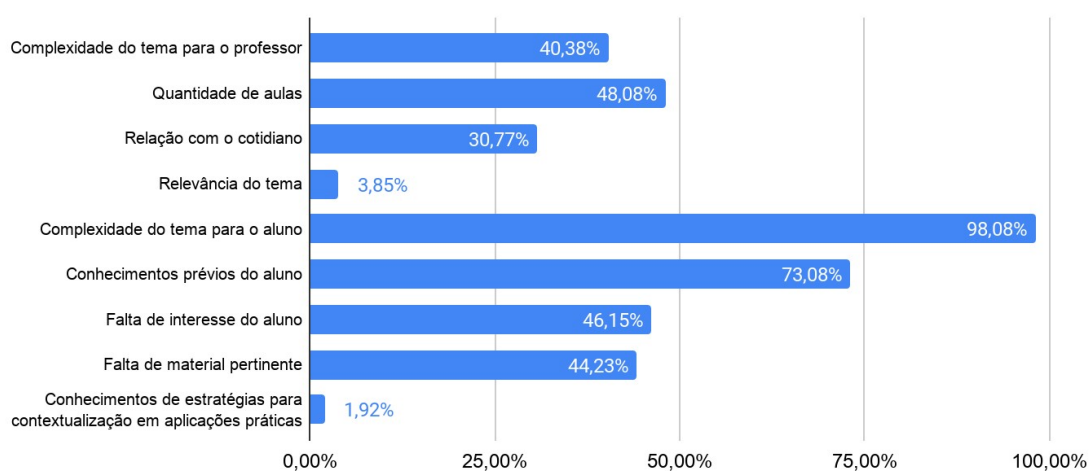


Fonte: As autoras, (2020).

As avaliações internas e externas, como ENEM e PISA, evidenciam essas dificuldades, quando analisam a relação entre os conteúdos científicos e o cotidiano. O primeiro painel de Indicadores do Letramento Científico - ILC - por exemplo, mostrou muitas deficiências dessa área no Brasil (GOMES, 2015).

A dificuldade que os professores indicaram foi explicitada, quando os professores puderam detalhar os desafios encontrados no ensino de respiração celular. Entre os mais citados estão: a complexidade do tema para o aluno (98%), seus conhecimentos prévios (73%) e sua falta de interesse (46%) (Fig.4).

Figura 4. Desafios no ensino de respiração celular de acordo com a percepção dos professores.

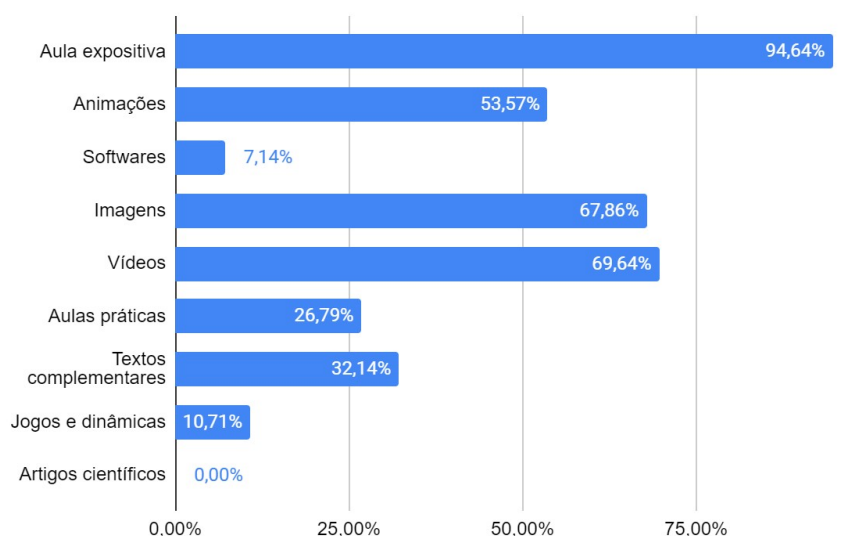


Fonte: As autoras, (2020).

O ensino de respiração celular é considerado difícil ou muito difícil por 64% dos professores (Fig. 3). As maiores dificuldades dos professores, elencadas por Silva e Stuchi (2017) dizem respeito a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), como: associação dos conteúdos as questões sociais, a falta de tempo para planejar aulas que envolvam questões socio científicas e a formação deficiente. Cobalchini (2016) aponta a Bioquímica como imprescindível para a compreensão da citologia e do metabolismo celular. O metabolismo energético é uma temática com estreita relação entre emagrecimento, prática de exercício físico, uso de anabolizantes, doenças ligadas a obesidade (LUZ; DA POIAN, 2005) que abarca o eixo CTS. Pinto (2008) apresenta uma proposta de atividade sobre respiração celular em uma abordagem de CTS, utilizando-se de textos, aulas expositivas e produção de material para divulgação científica.

Quando questionados sobre o tipo de recursos utilizados para o ensino de respiração celular (Fig. 5), os professores optam pelas aulas expositivas, pela utilização de imagens, vídeos e animações. A justificativa para a baixa utilização de atividades práticas apontada por 76,5%, é principalmente a falta de recursos, seguida da falta de tempo para planejamento, carga horária inadequada, indisponibilidade de práticas ou inacessibilidade as poucas práticas existentes. Quando realizam algum tipo de atividade prática, sinalizada por apenas oito respondentes (26,8%), são as práticas de fermentação (alcoólica e láctica) as mais citadas, seguidas de práticas ligadas ao processo fotossintético e respiração qualitativa.

Figura 5. Estratégias utilizadas pelos professores no ensino de respiração celular.



Fonte: As autoras, (2020).

Para 76% dos professores, tanto a química quanto a física são requisitos importantes para o ensino de respiração celular. No entanto, apenas 17% indicaram realizar alguma prática interdisciplinar no ensino deste conteúdo e demonstraram ter boas experiências. Para os 85% que alegam nunca terem realizado atividades desta natureza, as principais justificativas são dificuldade de planejamento com outros professores, quer seja pela incompatibilidade de horários ou pela incompatibilidade de conteúdos. Há também aqueles que não pensaram sobre a possibilidade dessa integração ou que alegam não ter domínio suficiente de outros conteúdos.

As publicações relacionadas ao ensino de Biologia, quase sempre se referem a Educação ambiental, Biologia geral e Ecologia (BORGES; LIMA, 2007). Pouco existe relacionado ao metabolismo energético, muito menos incorporando os três componentes curriculares de Ciências da Natureza. O conceito de energia é um tema integrador dos componentes curriculares das Ciências da Natureza - Química, Física e Biologia - para Wirzbicki (2016). Pires (2011) mostra a importância da contextualização da bioquímica através da discussão dos hábitos alimentares no Ensino Médio, e Pereira (2009) versa sobre as interfaces entre o metabolismo energético e a prática de Educação Física, possibilidades de integração entre as diversas áreas do conhecimento no Ensino Médio. Na pesquisa bibliográfica inicial, ao buscar pelas palavras chaves respiração celular e metabolismo energético encontramos cerca de 20 trabalhos com alguma relação com a Educação Básica.

A situação do ensino de Ciências da Natureza se reflete nos resultados de avaliações internas e externas e no nível de letramento científico de nossos jovens. No ano de 2019, a média desta área no Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM - foi ainda mais baixa que no ano anterior, 477,8 e 493,8 pontos, respectivamente (INEP, 2019). As médias de Ciências da Natureza costumam ser as mais baixas dentre as áreas de conhecimento, o que deve promover reflexões acerca do que é ciência, por que se ensina ciência, para quem e como? Que objetivos se espera alcançar com o ensino Ciências?

É primordial perceber que não é mais possível conceber educação em Ciências a partir de conteúdos e práticas que reforçam métodos e conhecimentos já concebidos e esperar que assim o aluno aprenda o que é ciência, e a fazer e aplicar ciência. A quantidade de conhecimento científico disponível não permite mais o ensino pela informação e o advento do desenvolvimento científico e tecnológico intensificou os

debates sobre o acesso ao conhecimento e sua apropriação para a tomada de decisões conscientes, que envolvam discussões, reflexão e posicionamento diante de problemas que demandem o entendimento de conceitos científicos. A formação dos cidadãos para a tomada de decisões sobre questões de interesse social relacionadas à ciência e à tecnologia é o que diversos autores denominam de alfabetização científica (BORGES; LIMA, 2007; CASTELLAR, 2016).

O importante nos resultados encontrados através dessa pesquisa, é que as dificuldades que instigaram a realização deste trabalho, são compartilhadas com outros colegas e que muitas justificativas podem ser desconstruídas com a proposta apresentada. Em nossa busca no meio digital por atividades investigativas, encontramos sugestões de aulas práticas (POIAN *et al.*, 2017; PEREIRA *et al.*, 2015), organizadas em manuais (SOUZA, 2017), aulas investigativas que envolvem conceitos de termodinâmica, conservação e transformação de energia, artigos que expuseram metodologias como jogos (VASCONCELLOS; BONELLI, 2009; GOMES; MESSENDER, 2014) e história em quadrinhos (SOUZA, 2015). A leitura destas publicações nos inspirou ao desenvolvimento do guia proposto, em que se mesclam atividades reproduzidas integralmente, parcialmente e/ou com adaptações, e atividades construídas pelas autoras.

5. 2 Proposta de atividades investigativas para o ensino de respiração celular.

Diante das angústias profissionais compartilhadas pelos professores respondentes dos questionários, a proposta de atividades para o ensino de respiração celular se tornou mais clara: era preciso oferecer possibilidades de integração entre os componentes curriculares, práticas que pudessem ser realizadas em espaços alternativos, utilizando-se de recursos simples, organizadas de maneira didática para o professor, para que pudesse também ser didática para o aluno.

A descrição das atividades didático-experimentais sobre o tema de respiração celular foi elaborada na forma de um Guia (descrito na sequência) de aulas práticas para o professor, o qual inclui questões que devem ser discutidas com os alunos, textos bases para o professor e alunos e experimentos. Todas as atividades exigem uma mediação bastante precisa do professor, e conceitos anteriores como requisito. Portanto, é preciso a

análise do professor para saber se os alunos já possuem estes requisitos ou se eles precisarão ser trabalhados, o que poderá demandar mais aulas para execução. No total, são 12 aulas previstas para esse tema, as quais estão divididas conforme descrição abaixo e apresentadas no roteiro didático-experimental, que será o produto gerado a partir do desenvolvimento desta dissertação. Nesta proposta, existem reproduções integrais, parciais, com alterações ou elaboradas pelas autoras, que foram fielmente transpostas para o Guia. Existem textos que foram reproduzidos integralmente na proposta e no Guia, pois estão hospedados em meio eletrônico e podem ficar indisponíveis posteriormente, prejudicando sua execução. Está disponível através do link https://drive.google.com/file/d/1ZkTAaVBJk_B9h3GnvRSQcNuJ6lM-Vpyk/view?usp=sharing.

5. 2. 1 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 inerentes ao conhecimento. Há ainda dois experimentos simples, com materiais de fácil acesso, que demonstram conceitos da 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.

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 trabalhos 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:

1. O que é trabalho?
2. 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 é 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. Para construção destes conceitos serão realizadas atividades investigativas, que orientadas e mediadas pelo professor, devem possibilitar que o aluno responda uma pergunta fundamental para compreensão da vida: 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. Para sensibilizar os alunos e ajudar na exposição de seus conhecimentos prévios devemos criar um ambiente propício através da atividade a seguir.

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.

Após uma breve discussão sobre o que acharam interessante no vídeo, o professor deve orientar os alunos a lerem o texto que segue.

TEXTO 01. Conceitos da termodinâmica nos sistemas biológicos.

Conceitos da termodinâmica nos sistemas biológicos

Por Jefferson Alvarenga

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 biossistemas 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.

Bibliografia

HENEINE, Ibrahim Felipe. Biofísica Básica. São Paulo. Atheneu, 2006. 391 p.
JUNQUEIRA, Luiz C.; CARNEIRO, José. Biologia Celular e Molecular. 8ªed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan S.A, 2005. 332 p.
CHAMPE, Pamela C.; HARVEY, Richard A.; FERRIER, Denise R. Bioquímica Ilustrada. 3ª ed. Porto Alegre. Artmed, 2006. 534p.
STORER, TRACIL. et al. Zoologia Geral. 6ª ed. São Paulo. Companhia Editora Nacional, 2007. 816 p.

Fonte: <https://www.biotadofuturo.com.br/conceitos-da-termodinamica-nos-sistemas-biologicos/>, 2016.

Após a leitura, observando os conceitos tratados no texto e no vídeo, os alunos devem responder novamente as questões iniciais: o que é energia e trabalho. Com as respostas elaboradas para as perguntas realizadas inicialmente devem comparar e verificar se houve mudança em seus conceitos iniciais.

Numa segunda etapa, o professor irá realizar um experimento sobre “A probabilidade e a desordem”.

Atividade experimental 01- “A probabilidade e a desordem”

Duração: $\cong$ 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

Para esta prática, será necessária uma caixa ou recipiente transparente e miçangas de duas cores distintas (ver Fig. 6A e 6B). O recipiente deve-se ser dividido em duas partes iguais, com o auxílio de uma borracha, pedaço de EVA, e etc. (Fig. 6A).

Pegue um punhado de miçangas de uma cor e coloque em um dos lados do recipiente. No outro lado coloque outro punhado de uma cor diferente (Fig. 6B). Tampe o conjunto e mantendo-o apoiado na mesa, retire o material que dividia o recipiente ao meio e agite o sistema (Fig. 6D).

Na situação da figura 6C há ordem: todas as contas estão numa só gaveta, portanto a entropia é pequena. Agitando a caixa várias vezes e observando o resultado estamos aumentando a entropia, pois aumentamos o nível de desordem (Fig. 6D). Agitar vigorosamente significa fornecer mais energia e aumentar cada vez mais a entropia. Para manter este sistema ordenado também será necessária energia.

Figura 6 (A-D). Materiais e resultados do experimento 01.

Figura 6A. Recipiente transparente



Figura 6B. Contas coloridas utilizadas no experimento 01.

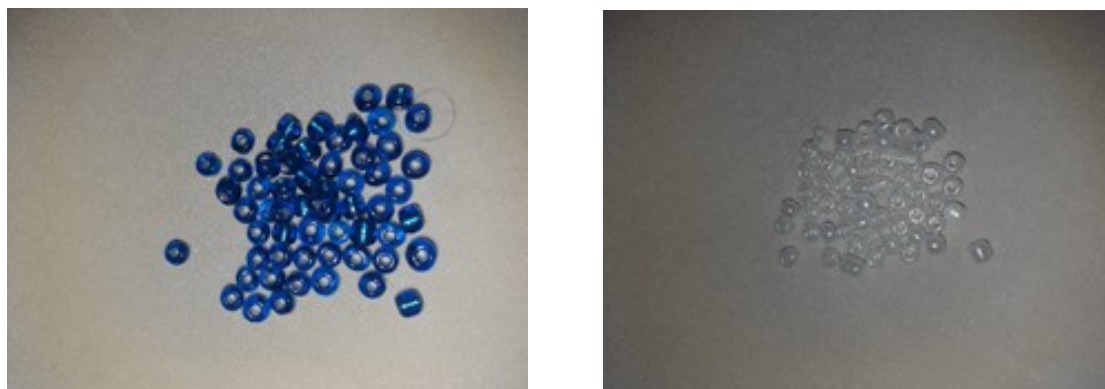


Figura 6C. Sistema organizado no experimento 01.



Figura 6D. Sistema desorganizado após agitação no experimento 01.



Fonte: As autoras, (2020).

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

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

Esse experimento foi adaptado de: A entropia e a segunda lei da Termodinâmica. GASPAR, A. Compreendendo a física. 3ª ed. São Paulo: Ática, 2016.

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 aos 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 quando 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).

Após a discussão com os alunos a respeito de suas respostas, os mesmos devem ler o 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

O Caos e a ordem

Por Adilson de Oliveira

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.



Um baralho com as cartas dispostas em ordem aleatória é um sistema caracterizado por uma grande entropia.

Embate constante

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 espermatozóide, 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.



O físico austríaco Ludwig Boltzmann (1844-1906) foi um dos cientistas que ajudaram a definir o conceito de entropia tal como é conhecido hoje.

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, 2006.

Após a leitura, solicitar que os alunos exemplifiquem fenômenos cotidianos (em sua casa, na sala de aula, na natureza) nos quais podemos 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 elaborada por nós, que o professor pode iniciar perguntando aos alunos se gostaram da pipoca durante a apresentação do vídeo. 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?

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

1. Qualquer grão pode virar pipoca? Explique.

2. Podemos testar essas possibilidades?

Atividade Experimental 02- Qualquer grão vira pipoca?

Duração: $\cong$ 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 a 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 estouraram. No caso da pipoca, se todos os grãos estouraram ótimo, este é um “bom” milho para pipoca. O aluno deve ser questionado.

1. Se alguns grãos continuaram inteiros, por que isso aconteceu?
2. Quais as condições necessárias para que o milho estoure?

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

Quadro 01. Registros dos alunos dos dados da atividade experimental 02.

Grão	Tempo de cozimento	Virou pipoca?

Fonte: As autoras, (2020).

Após o registro os alunos devem ser questionados e as respostas podem ser orais ou escritas. O importante é que haja sempre uma discussão dos resultados para que o conhecimento seja reelaborado.

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?

Após 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 no texto, numa linguagem simples.

TEXTO 03- Como o milho vira pipoca?

Como o milho vira pipoca?

Por Kakao Braga

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 super duro, 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 expandam 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/>, 2009.

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. Para interligar esta etapa e a próxima podemos falar sobre os processos endergônicos e exergônicos.

5. 2. 2 Moléculas, ligações químicas e combustíveis

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 4 aulas.

Mais uma vez é preciso estar atento a ação do professor como mediador, que deve estar munido de conhecimentos técnicos e ferramentas que proporcionem informação em tempo real, para oferecer segurança ao si mesmo e aos 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 das atividades, mas sim uma integração dos componentes, 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.

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.

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 nesta etapa, 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? No exercício realizado anteriormente, 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. 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.

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.

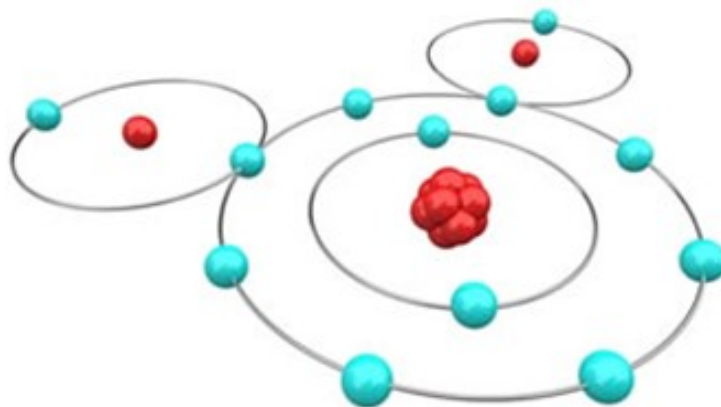
A água, substância abundante em nosso planeta e que, segundo os conhecimentos construídos ao longo de décadas, possibilitou o surgimento da vida, é um exemplo simples de ligação química.

Os elementos encontram-se, em seu estado natural, eletricamente neutros, com cargas positivas e negativas em mesma quantidade. Na constituição da molécula de água (Fig. 7) 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 têm 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.

Figura 7. Distribuição eletrônica da molécula de água.



Fonte: <https://alunosonline.uol.com.br/quimica/regra-octeto-nas-ligacoes-quimicas.html>

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 modelos de átomos representado por bolas de isopor, pintadas de cores diferentes, cada cor representando um elemento químico e simular diversos arranjos a partir dos exemplos dados pelo próprio aluno (Fig.8 A-D).

Figura 8 (A-D). Modelos moleculares.

Figura 8A. Modelo molecular H_2O .



Figura 8B. Modelo molecular O_2 .



Figura 8C. Modelo molecular CO_2 .

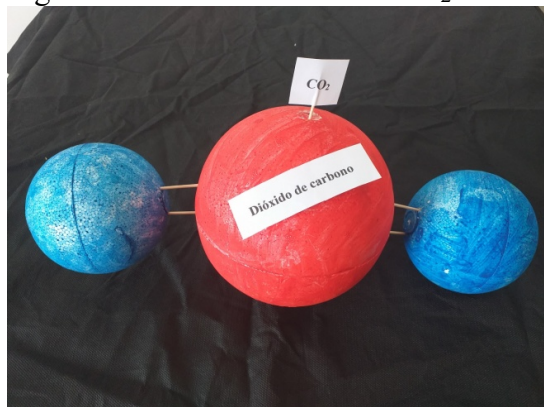
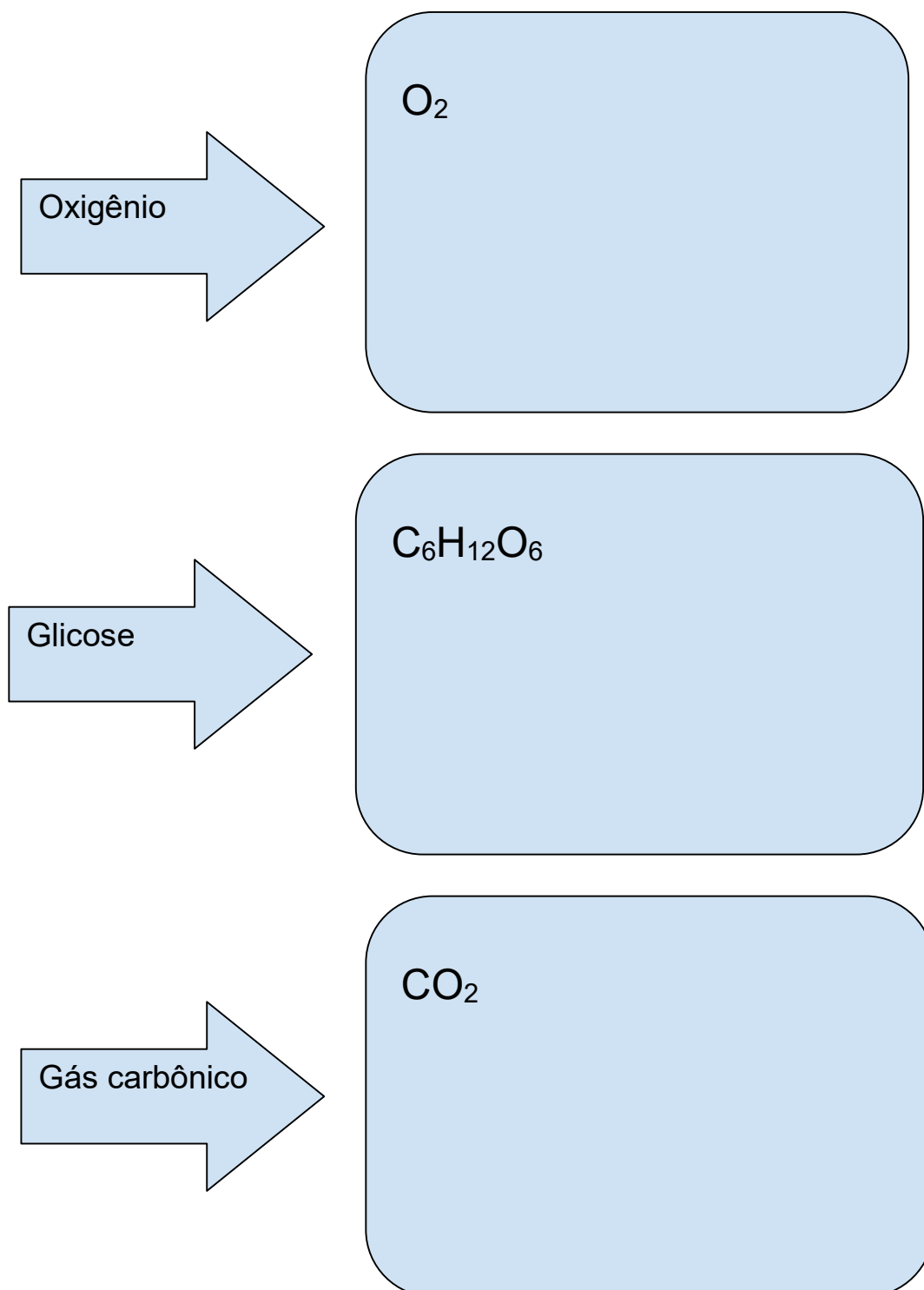


Figura 8D. Modelo molecular $C_6H_{12}O_6$.



O professor deve ainda solicitar que o aluno represente estas moléculas por meio de desenhos (Fig. 9). 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 9. Representação de atividade para construção de moléculas.

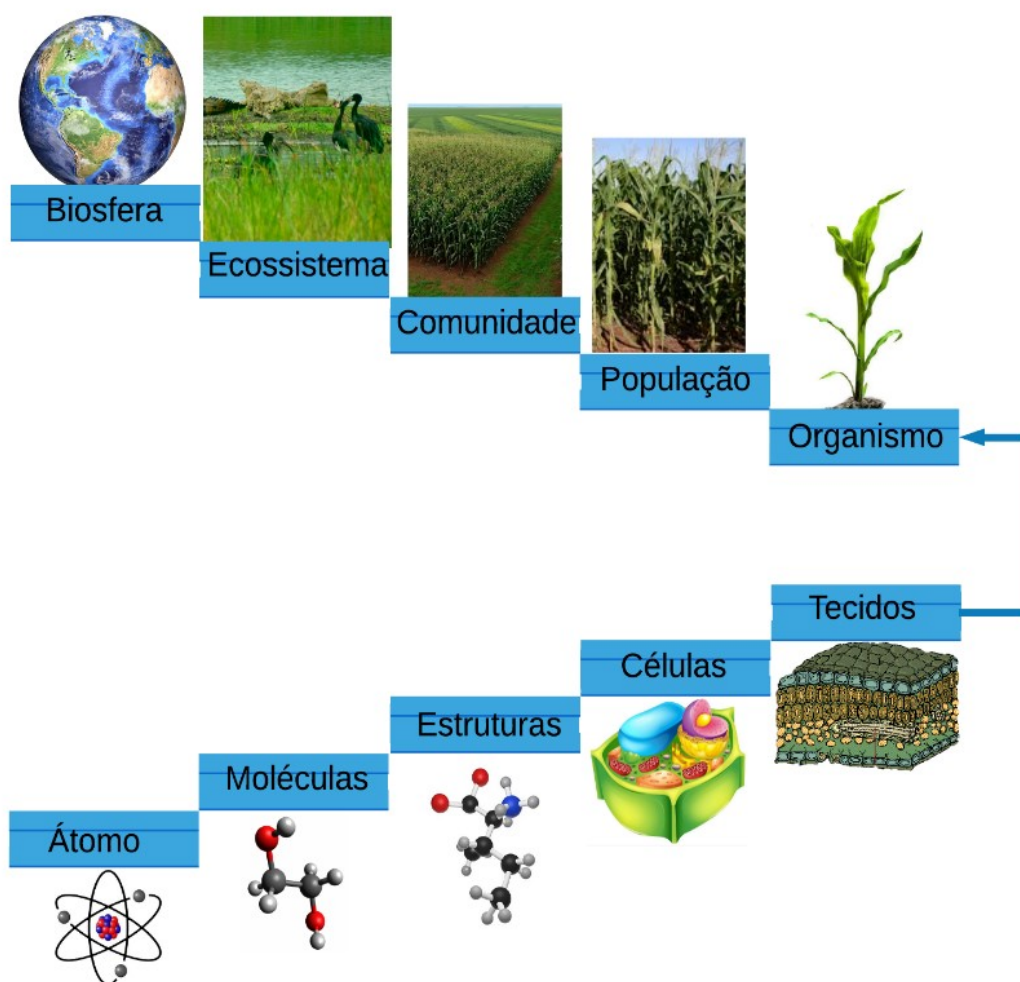


Fonte: As autoras, (2020).

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 como atividade para realizar em casa.

Continuando a exposição dialogada do professor chegamos ao ponto em que o aluno deve constatar que toda a matéria que existe se organiza (Fig. 10) em uma ordem crescente de complexidade.

Figura 10. Níveis de organização da matéria.



Fonte: As autoras, (2020).

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 celulose 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 celulose tem suas moléculas unidas por ligações do tipo beta, tornando-a insolúvel em água e conferindo resistência a ocorrência de reações químicas, e, portanto, não digerível por nossas enzimas.

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 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 ao primeiro experimento desta etapa.

TEXTO 04- História da Biologia- A Química começa a explicar fenômenos da Biologia.

História da Biologia- A Química começa a explicar fenômenos da Biologia.

Por Magnólia Araújo *et al.*

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.

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.

Flogisto

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 (1660-1734).



Figura 3 – Gravura desenhada pela esposa de Lavoisier, que também está presente, mostrando a realização de experimento sobre a respiração.

Fonte:

<http://www.chemheritage.org/classroom/chemach/pop/01forerunners/lavoisier1.html>

Acesso em: 26 jun. 2009.

Fonte: Araújo, M.F.F. de. História da Biologia. 2ª ed. Natal: EDUFRRN, 2012.

No link <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Ar/Ar0.php> existe um texto de linguagem bem acessível que pode complementar as ideias expostas pelo texto anterior. Como leitura complementar o texto “A energia e a Química” disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc08/conceito.pdf>, traz importantes contribuições e faz relações entre energia, calor e seres vivos.

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. Para tanto, deve-se realizar o experimento que se segue. Este experimento pode ser demonstrativo, realizado pelo professor, uma vez que sua execução é simples, mas envolve o uso de produtos inflamáveis.

Atividade experimental 03 - Combustão

Duração: $\cong$ 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 (Fig. 11A).

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 (Fig. 11B). Após cerca de 5 segundos observe o fundo do pires. (Fig. 11C)

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

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

Figura 11 (A-C). Materiais e procedimentos do experimento 03.

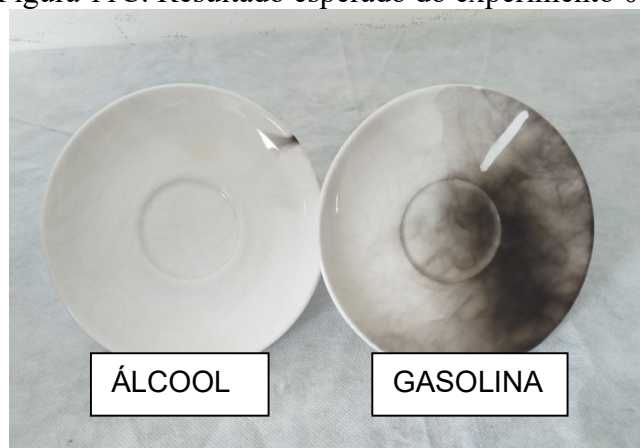
Figura 11A. Materiais para o experimento 03.



Figura 11B. Procedimento do experimento 03



Figura 11C. Resultado esperado do experimento 03.



Fonte: As autoras, (2020).

Os alunos devem observar os resultados do experimento (Fig. 11C) e anotar no quadro 02.

Quadro 02. Registros dos alunos dos dados da atividade experimental 03.

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

Fonte: As autoras, (2020).

Passamos então para discussão a partir das seguintes questões:

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”.

Este experimento é 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 utilizando-se dos resultados do experimento, da reflexão e dos conhecimentos prévios, o texto abaixo pode ser disponibilizado aos alunos para leitura e discussão mediada pelo professor para que o conhecimento estimulado pelo experimento seja reelaborado.

TEXTO 05- Energia dos combustíveis

Energia dos combustíveis

Por LaQA

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 termoeletrica (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, CH₄), também conhecido como gás natural (produzido pela fermentação e decomposição da matéria orgânica por microorganismos).

A energia solar, eólica, hidroelétrica 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 hidroelétrica 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

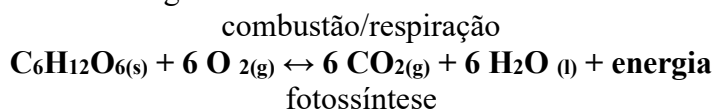
A combustão é uma reação de uma substância (combustível) com o oxigênio (O₂) (comburente) presente na atmosfera, com liberação de energia.

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):

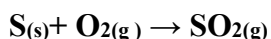
$$\Delta H = H_p - H_r$$

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 (CO₂) e água (H₂O). 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.



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 (SO₂). Já o álcool é um combustível que não apresenta enxofre, e portanto, não produz o dióxido de enxofre.



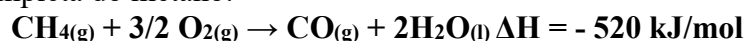
A falta de oxigênio durante a combustão leva à chamada ‘combustão incompleta’ que produz monóxido de carbono (CO). Note que o CO tem um oxigênio a menos que o CO₂, o que caracteriza a deficiência de oxigênio, ou a ineficiência da reação. Este gás é muito tóxico para o ser humano, pois este dificulta 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 (CH₄). 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:



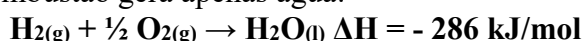
É muito importante saber a quantidade de calor liberada pelos combustíveis para que seja possível comparar o valor energético de cada um deles. Na Tabela 1 são mostradas as entalpias de combustão (ΔH°) para alguns combustíveis, isto é, a energia liberada na queima completa de um mol do combustível. O zero utilizado como índice superior indica que as condições iniciais dos reagentes e as finais dos produtos são 25° C e 1 atm, chamadas de condições padrão.

Tabela 1: Entalpia de combustão padrão para vários combustíveis.

COMBUSTÍVEL	FÓRMULA MOLECULAR	ΔH° (kJ/mol)
Carbono (carvão)	C _(s)	- 393,5
Metano (gás natural)	CH ₄ (g)	- 802
Propano (componente do gás de cozinha)	C ₃ H ₈ (g)	- 2.220

Butano (componente do gás de cozinha)	$\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})$	- 2.878
Octano (componente da gasolina)	$\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})$	- 5.471
Etino (acetileno, usado em maçarico)	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$	- 1.300
Etanol (álcool)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$	- 1.368
Hidrogênio	$\text{H}_2(\text{g})$	- 286

Veremos mais tarde, na seção experimento, que mesmo a combustão completa leva a produção de um gás indesejável, que é o dióxido de carbono, o maior responsável pelo chamado efeito estufa. Desta forma, o combustível menos poluente que se conhece é o hidrogênio, pois sua combustão gera apenas água:



Fonte: http://www.usp.br/qambiental/combustao_energia.html, 2006.

Este texto é uma reprodução do que está disponível através do link http://www.usp.br/qambiental/combustao_energia.html. No site existem ainda dois desafios que foram omitidos por estar voltados para a cálculos estequiométricos dos resíduos gerados pela queima de combustíveis, o que não faz parte de nosso enfoque. 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 no trecho abaixo:

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 nutrir 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 pode ser medida através de um calorímetro, e que normalmente são informadas em seus rótulos. A seguir devemos apresentar a música “Da lama ao caos” de 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
 Ia 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.letras.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.

5. 2. 3 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, 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.

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;
- ★ Relacionar a respiração celular como um dos processos de manutenção dos sistemas biológicos.

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:

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

Após a escuta das respostas dos alunos 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 os produtos finais. Este é um processo através do qual os combustíveis tratados na etapa anterior são produzidos.

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. 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 pela necessidade de mais conceitos.

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 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 texto a seguinte texto:

TEXTO 06- Os combustíveis do exercício.

Os combustíveis do exercício.

Por Paulo Cesar de Carvalho Alves

Tantos 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. O funcionamento do corpo envolve a atuação integrada de diversos órgãos e sistemas. Estes têm estruturas e funções diferenciadas, mas uma análise em nível molecular revela que exibem muitas semelhanças, sobretudo quanto às reações químicas que ali ocorrem. Chamamos de ‘metabolismo’ esse conjunto de reações químicas que caracterizam o estado vital. Elas ocorrem continuamente, aceleradas por enzimas, formando vias de reações sequenciais altamente integradas e finamente reguladas, para manter nossa máquina corporal estruturada. Por isso, o tempo inteiro o corpo realiza ‘trabalho’, pois sem este não há organização, e para realizar trabalho o suprimento de energia deve ser contínuo. Chamamos de ‘catabolismo’ o conjunto das vias químicas que liberam energia para processos que realizam trabalho, e de ‘anabolismo’ o conjunto das vias que usam essa energia para 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 triglicerídeos (gordura neutra). Já os aminoácidos, que não são estocados no corpo como proteínas de reserva, têm pequeno papel na produção de energia para a atividade física, embora sejam usados para gerar glicose em casos de jejum excessivo ou exercício físico muito prolongado (em uma maratona, por exemplo). 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. 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 triglicerídeos no tecido adiposo. Assim, quando nos mantemos em trabalho muscular aeróbico, nosso sangue começa a ser invadi - do 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).

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: Ciência Hoje, vol. 42, nº 251. Arquivo em PDF. Disponível em http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=chj&cod=_oscombustiveisdoexerciciofisico-artigocienciahoje251ago2008, 2008.

Após a leitura do texto passar a discussão a partir dos questionamentos

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

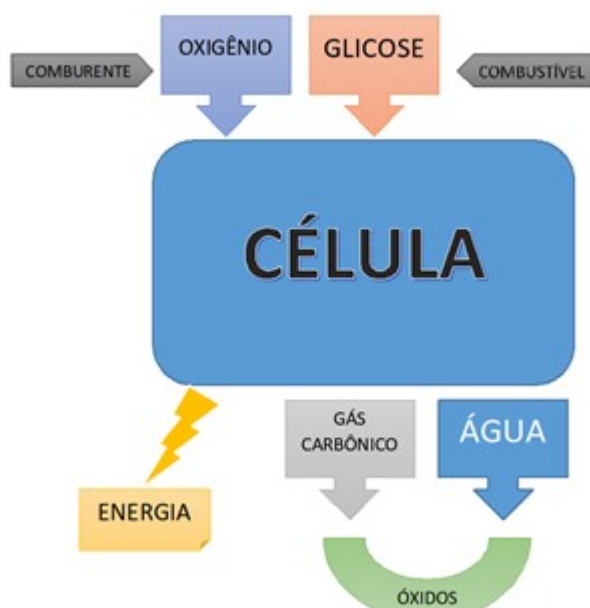
Nós conhecemos nosso corpo, e sabemos o que ele é capaz de realizar, em uma escala macroscópica. Caminhamos, falamos, sentimos, respiramos, pensamos, comemos, estudamos, trabalhamos, mas quem realiza todo o trabalho necessário para que essas atividades sejam possíveis são as nossas células, através do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

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

1. O que é metabolismo?
2. Você já ouviu essa palavra? Em que circunstância?
3. 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 figura seguinte (Fig. 12) deve ser mostrada e explicada aos alunos. Neste momento é indicado vincular os conceitos com os debates da primeira e segunda etapa.

Figura 12. Representação esquemática da entrada e saída de substâncias na célula.



Fonte: As autoras, (2020).

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 pode-se questionar quais seriam as moléculas fontes de energia para os seres vivos. O milho, planta que tem permeado todas as atividades e discussões, é uma fonte de alimento importante para a humanidade, além de utilizado como matéria prima principalmente na indústria alimentícia e de 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.

Devemos questionar os alunos sobre os alimentos produzidos a partir do milho, e então refletir 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 (Fig.13) deve ser mostrada para lembrar.

Figura 13. Pirâmide alimentar.

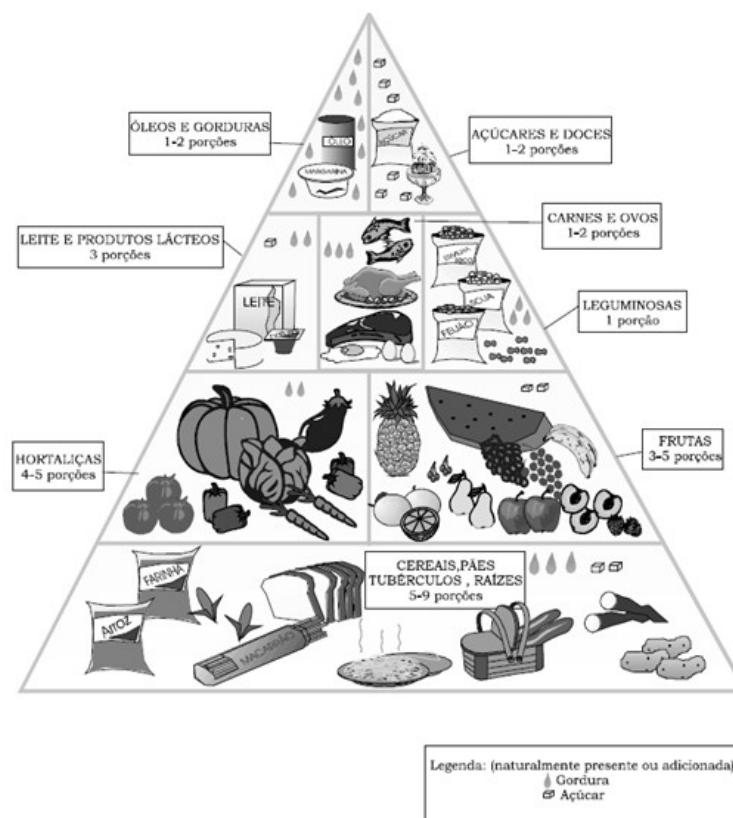


Figura 1. Pirâmide alimentar adaptada

Fonte: PHILIPPLS.T. *et al*, 1996
 Ilustração: Graziela Mantoanelli
 Dados de porções: software "Virtual Nutri"

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

Continuar fomentando a discussão com as seguintes indagações:

1. Como acontece o processo digestório?
2. Quais são os produtos deste processo?
3. Para que servem os produtos deste processo?
4. Para onde vão estes produtos?

Subsequentemente deve-se elucidar que tentaremos verificar se é possível observar a digestão de todos estes **combustíveis** com os quais alimentamos nossa máquina corporal através das **enzimas** que possuímos em nosso organismo através de experimentos. Como vimos anteriormente, as reações químicas ocorrem apenas na direção que leva a uma diminuição de energia livre, ou seja, reações energeticamente favoráveis. No entanto, enzimas são compostos que aceleram essas reações e 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 temos uma sequência de três experimentos que perscrutam 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 (entre 50 e 60% de nosso consumo calórico diário) e é fonte preferencial de energia para nosso metabolismo: os **carboidratos**.

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: $\cong$ 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 5ml 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 em três recipientes diferentes e numerados (1, 2 e 3) e espere esfriar (Fig. 14B).

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. 14C).

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. 14D).

Compare as amostras 2 e 3 (Fig. 14E).

Figura 14 (A-E). Materiais necessários, procedimentos e resultados do experimento 04.

Figura 14A. Materiais necessários do experimento 04.



Figura 14B. Disposição das amostras do experimento 04.



Figura 14C. Adição de iodo na amostra de mingau no experimento 04.

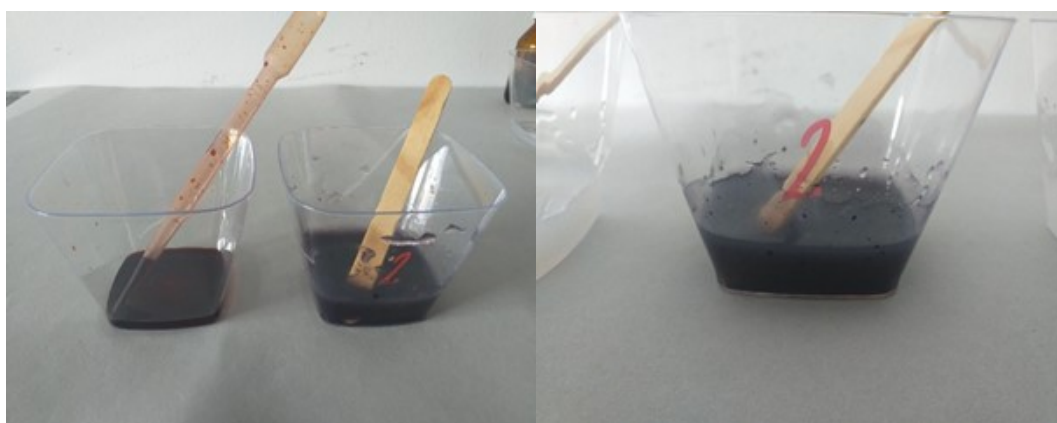


Figura 14D. Adição de iodo na amostra com saliva no experimento 04.



Figura 14E. Comparação coloração da amostra no experimento 04.



Fonte: As autoras, (2020).

Deve-se registrar as respostas para os questionamentos seguintes.

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.

Esta atividade está no caderno de práticas elaborado por Souza (2017) disponível em http://www.fef.br/upload_arquivos/geral/arq_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: $\cong$ 30 min para preparo do experimento + tempo de espera de 1 a 3 dias para observação dos resultados.

Objetivo

Observar a ação de enzimas capazes de degradar da albumina, identificando quais frutas possuem tais enzimas necessárias para a degradação da proteína presente na clara do ovo

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/cortiça para tampar os tubos de ensaio.

OBS: Os sucos devem ser obtidos diretamente das frutas.

Procedimentos – PRIMEIRA AULA

Numere os tubos, identificando-os como 1, 2, 3 e 4.

Coloque em cada tubo 3 ml de cada suco de fruta conforme o disposto na figura 15.

Figura 15 (A-D). Preparação das amostras do experimento 05.

Figura 15A: tubo 1 – água.



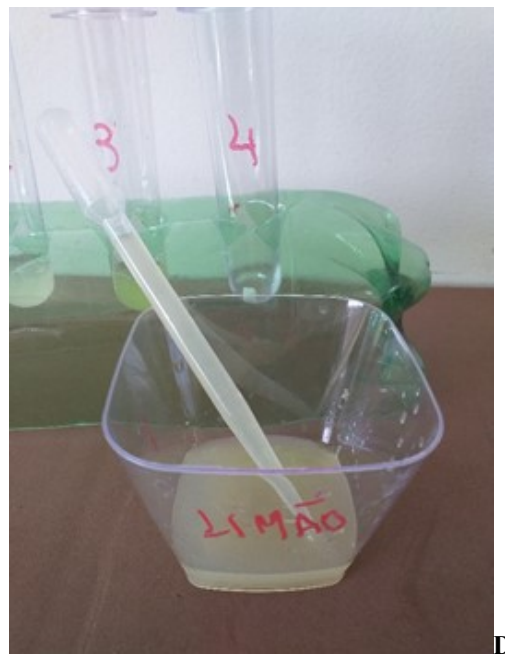
Figura 15B: tubo 2 – suco de abacaxi.



Figura 15C: tubo 3 – suco de mamão.



Figura 15D: tubo 4 – suco de limão.



Fonte: As autoras, (2020).

Com a 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.

Coloque um cubinho em cada tubo de ensaio, tampe-os e deixe-os em repouso por até três dias (Fig. 16B).

Procedimentos – SEGUNDA AULA

Após o período de 1 a 3 dias observar diferenças nos pedaços de clara de ovo (Fig. 16C).

Figura 16 (A-C). Materiais e resultados do experimento 05.

Figura 16A. Materiais necessários do experimento 05.



Figura 16B. Amostras prontas no experimento 06.

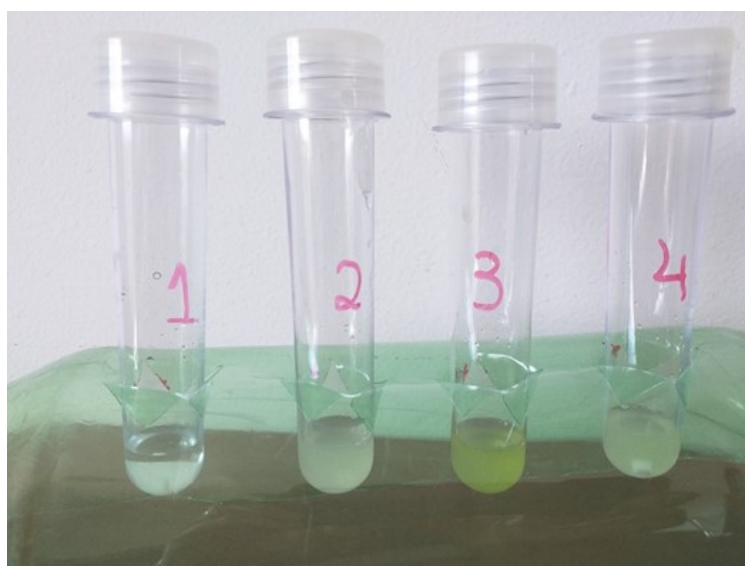
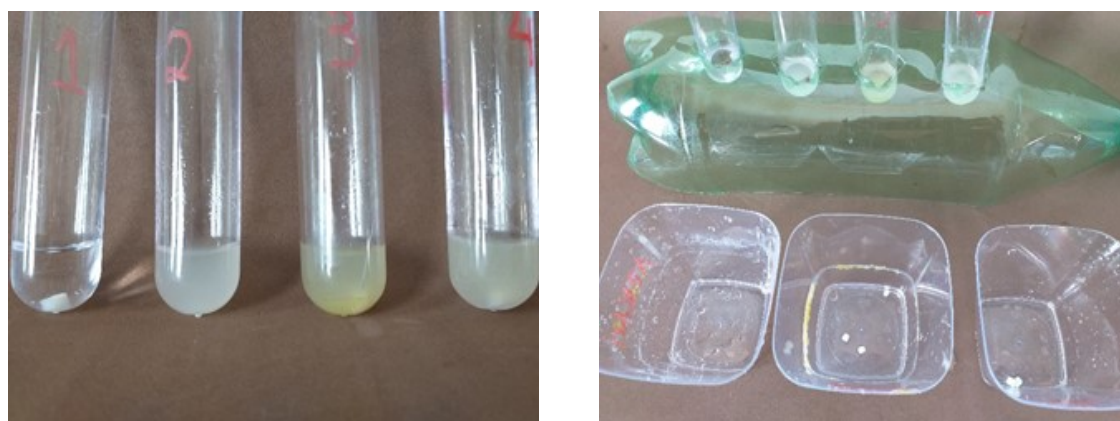


Figura 16C. Resultados esperados. No tubo 2 com suco de abacaxi, houve degradação da albumina.



Fonte: As autoras, (2020).

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.

Este experimento, também com adaptações, presente em Souza (2017) disponível através do link http://www.fef.br/upload_arquivos/geral/arq_5aba3c3cbd47f.pdf.

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: $\cong$ 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 o óleo e a água em um tubo de ensaio, tampe e agite (Fig. 17A).

Observe.

A seguir, adicione detergente.

Agite o tubo, observe e registre (Fig. 17B).

Figura 17. Materiais e procedimentos do experimento 06.

Figura 17A. Mistura de água e óleo.



Figura 17B. Resultados esperados do experimento 06.



Fonte: As autoras, (2020).

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

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. Posteriormente 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 20. Agora os alunos devem ser capazes de fazer uma correlação com as substâncias indicadas. O professor deve indagá-los 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. Falar a respeito da respiração e da digestão é uma forma de cimentar o caminho até o sistema circulatório, depois aos tecidos, e como evidência final o ambiente celular onde a respiração celular acontece.

1. De onde vem o oxigênio que inspiramos?
2. Qual o destino do oxigênio que inspiramos?
3. De onde vem o gás carbônico que liberamos através da expiração?

Após estas perguntas o aluno pode realizar a atividade proposta a seguir.

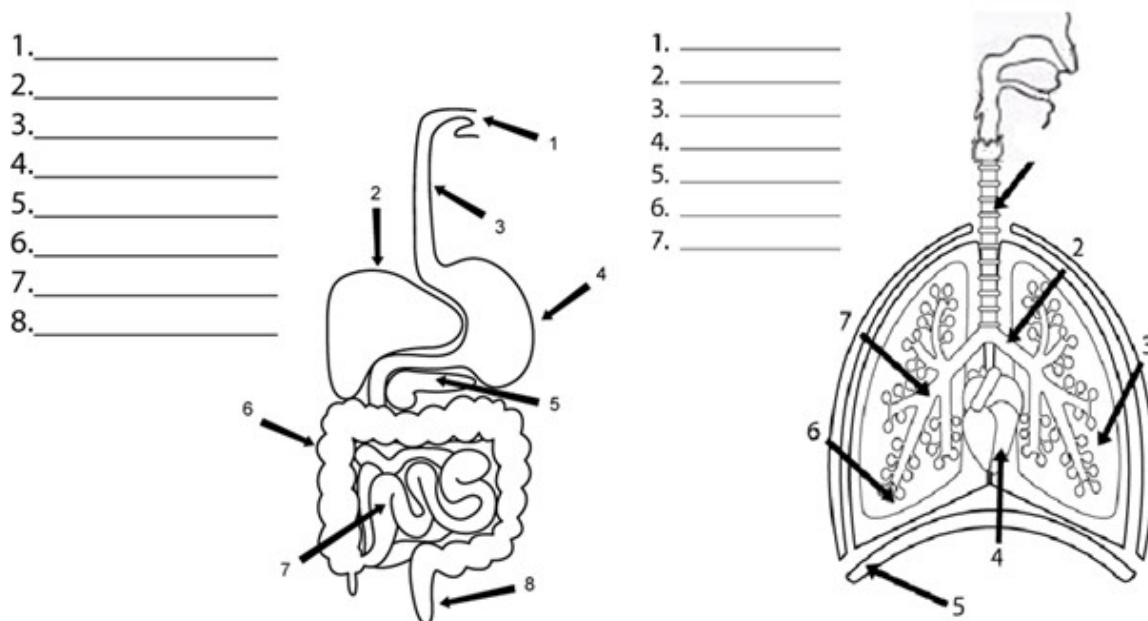
ATIVIDADE

Na figura abaixo (Fig. 18) 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.

Figura 18. Anatomia dos sistemas respiratório e digestório.



Fonte: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcQU_9MNt3IcmuwGPv6IrH1fLDb_KPPBVPcEJQ&usqp=CAU

O aplicativo Órgãos internos em 3D (anatomia) disponível em <https://apkpure.com/br/internalorgansin3danatomy/com.androiddeveloper.mx.blogspot.org/ganos3d> 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 ser tentado a realizar várias etapas de maneira expositiva, passando 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 que possa construir, desconstruir e reconstruir diversas vezes os conceitos no campo mental, e para isso o observar, o questionar, o fazer, o comunicar presentes nas atividades investigativas e no modelo de método científico, tem se mostrado eficaz.

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

Atividade experimental 07- Presença de gás carbônico na expiração.

Duração: $\cong$ 20 min

Objetivo

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)

Neste estudo foi utilizada a solução de azul de brotimol. O brotimol 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, s/a).

Dissolva 0,1 g de azul de brotimol 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**.

Existe a possibilidade de fabricar a solução indicadora de repolho roxo, que é simples, mas não tem alta durabilidade. 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.

Bater o repolho roxo com água, e coar, obtendo um extrato, também produz o mesmo resultado. Pode-se inclusive pedir que realizem os experimentos com diferentes soluções indicadoras, e comparem os resultados.

Procedimentos

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

Encha $\frac{1}{3}$ dos tubos de ensaio 1, 2 e 3 com o indicador de pH.

O tubo 1 deve ser reservado como controle (Fig. 34).

Use um canudo para soprar na solução do tubo 2 durante 30s (Fig. 35).

Nota: Apenas sopre no canudo, não succione ou você vai engolir a solução indicadora.

Quando precisar respirar, se afaste do canudo, inale e então sopre o canudo.

Anote suas observações na tabela de dados.

Adicione mais $\frac{1}{3}$ de refrigerante Sprite ao tubo 3 (Fig. 36).

Figura 19 (A-C). Materiais necessários e resultados do experimento 07.

Figura 19A. Materiais necessários no experimento 07.



Figura 19B. Resultado do tubo 2.

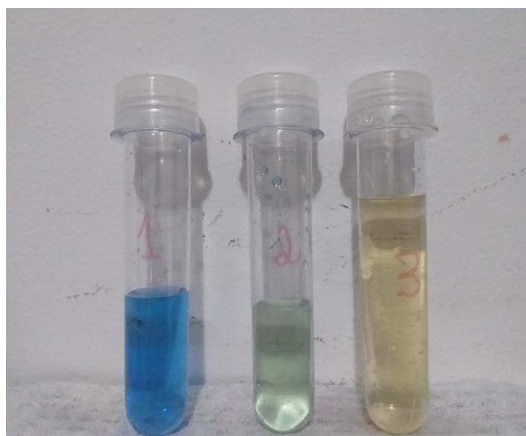


Figura 19C. Resultado esperado.



Fonte: As autoras, (2020).

Anote suas observações.

Quadro 3. Registros dos alunos dos dados da atividade experimental.

Tubos	Controle - Tubo 1	Sua expiração - Tubo 2	Sprite - Tubo 3

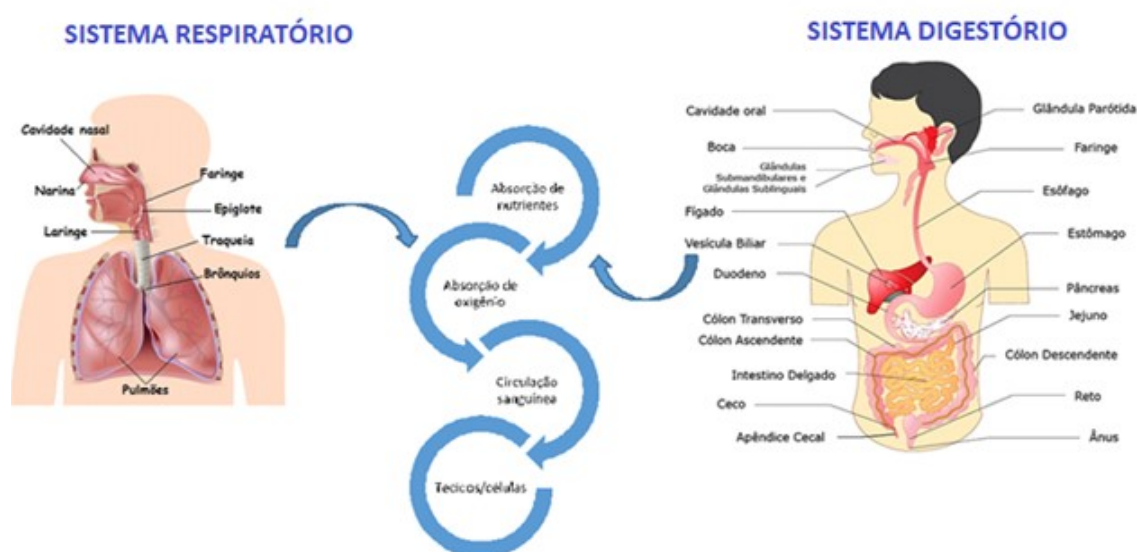
Fonte: As autoras, (2020).

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

Esse experimento está disponível em Rubinger e Braathen (2012).

A imagem a seguir (Fig. 20) deve ser utilizada para a discussão de fechamento dos resultados. Todos os nutrientes absorvidos pelo intestino e o oxigênio absorvido pelos pulmões passam a corrente sanguínea onde circulam e se distribuem pelos inúmeros tecidos do corpo sendo absorvidos pelas células. Nas células todos esses componentes participarão de diversas reações químicas, disponibilizando entre outras coisas a energia química contida em suas moléculas, representadas pelas cargas elétricas dos elementos químicos envolvidos.

Figura 20. Integração dos processos realizados pelos sistemas respiratório e digestório.

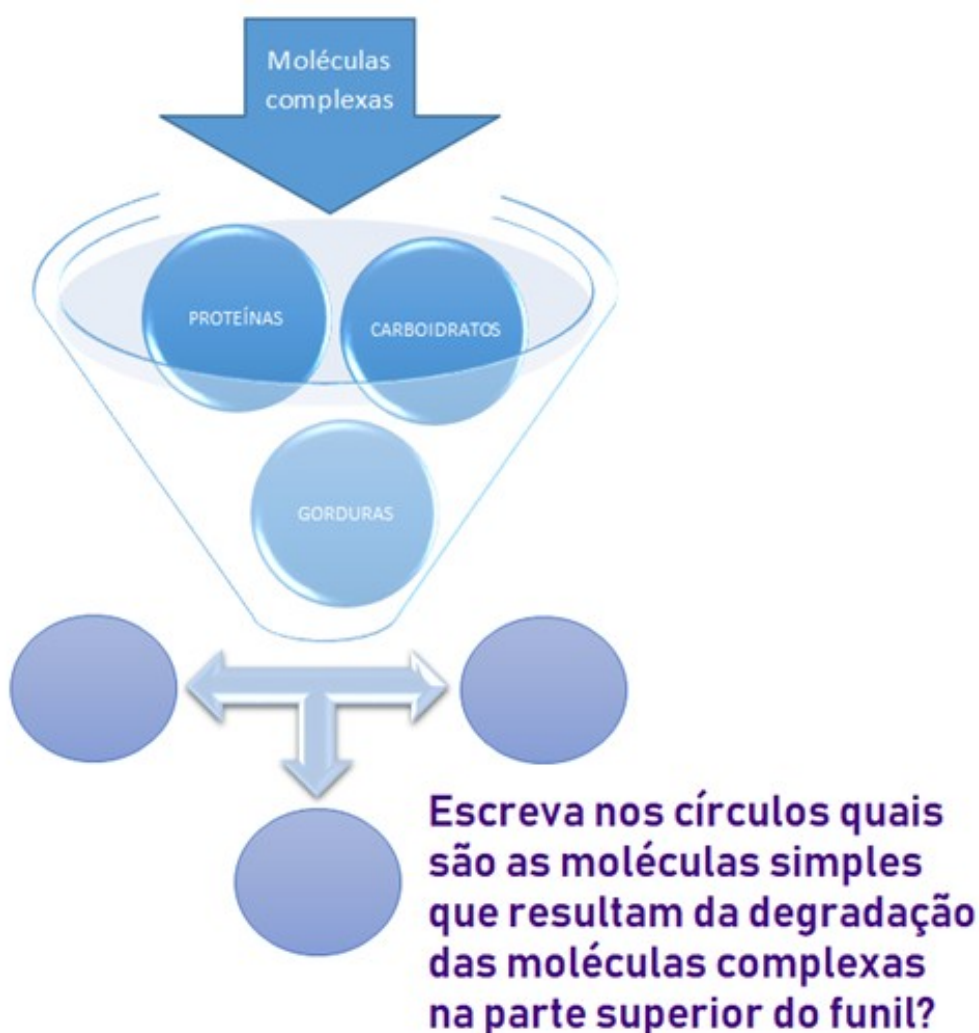


Fonte: As autoras, (2020).

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 abaixo (Fig. 21).

Figura 21. Representação da degradação de compostos orgânicos complexos em moléculas orgânicas simples.



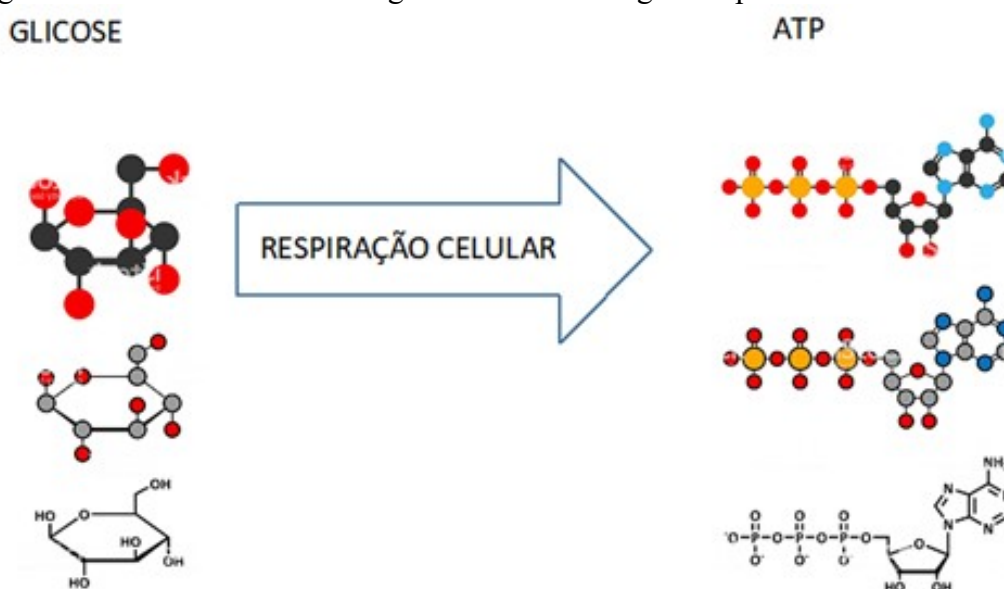
Fonte: As autoras, (2020).

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 organismo, pois a disponibilização de energia por essa via é baixa. A degradação da glicose neste processo é incompleta. Queima rápida, 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 proteicos e lipídicos que consumimos também são degradados em moléculas mais simples durante a digestão e são também 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.

Figura 22. Transferência de energia da molécula de glicose para a molécula de ATP.



Fonte: As autoras, (2020).

Neste ponto é importante discutir com os alunos que o ATP é um produto (Fig. 22). 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, reagente, produtos, e sim que ele tenha uma visão global do processo, que posteriormente será detalhado.

As animações do processo de respiração celular aeróbia podem ser encontradas nos links, em etapas:

Sobre a Glicólise

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

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

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

Sobre o Ciclo ácido cítrico

https://www.youtube.com/watch?v=_SkPwVO9BFI

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

Sobre a Cadeia transportadora de elétrons.

<https://www.youtube.com/watch?v=RrS2uROUjK4>

<https://www.youtube.com/watch?v=39HTpUG1MwQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=LQmTKxI4Wn4>

Para verificar o que conseguiram absorver do vídeo, 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 (Apêndice D).

Vimos o processo de maneira global, associamos a sua importância com fenômenos cotidianos como alimentação, energia e manutenção dos sistemas biológicos. Agora iremos conhecer as reações químicas que acontecem em cada uma das etapas da respiração celular aeróbia. Nesta atividade o estudante deverá observar o esquema e

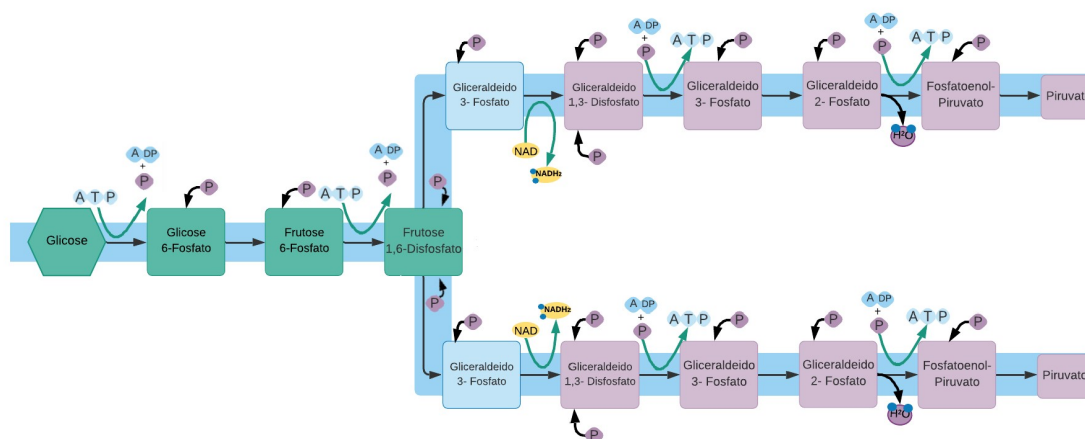
preencher nas tabelas o que se pede. O profissional orientará os alunos para compreender o sentido das reações.

Agora passaremos ao detalhamento das reações químicas que ocorrem nas etapas da respiração celular (Fig. 23-25). Para tanto os alunos devem desenvolver a atividade abaixo. Essa atividade deve estimulá-los a leitura das informações em um diagrama, em um modelo ou esquema, percebendo todas as substâncias, estruturas e locais envolvidos no processo.

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 hipóteses, a aprender.

Figura 23. Etapa da respiração celular- Glicólise.



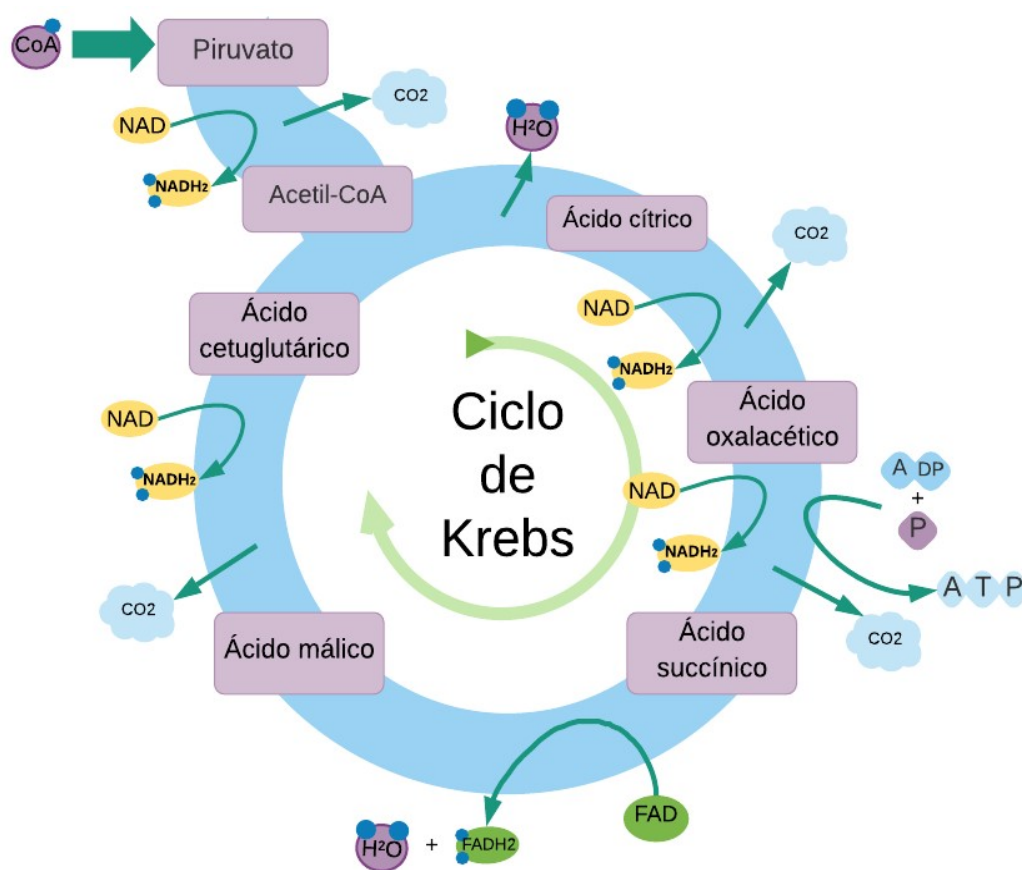
Fonte: As autoras, (2020).

Quadro 4. Registros dos componentes de etapa da respiração celular aeróbica.

Etapa		
Local de ocorrência		
	Quem?	Quantos?
Produto inicial		
Produto final		

Consumo		
Oxidações		
Reduções		
Substâncias liberadas		
Saldo final		
Equação química		

Figura 24. Etapa da respiração celular aeróbia- Ciclo de Krebs.



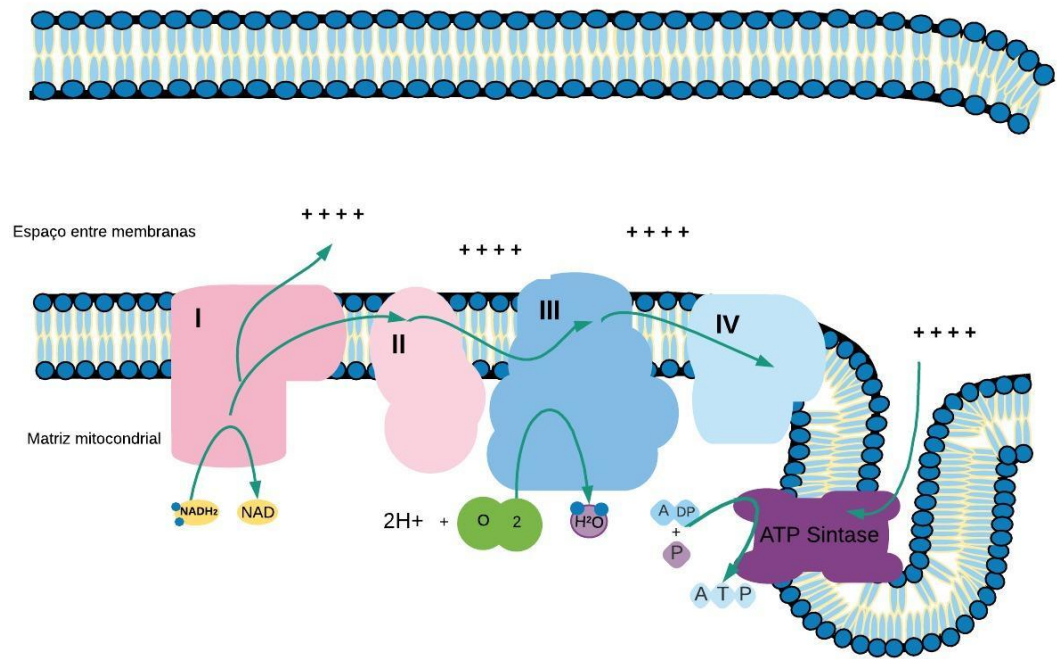
Fonte: As autoras, (2020).

Quadro 5. Registros dos componentes de etapa da respiração celular aeróbica.

Etapa		
Local de ocorrência		
	Quem?	Quantos?
Produto inicial		

Produto final		
Consumo		
Oxidações		
Reduções		
Substâncias liberadas		
Saldo final		
Equação química		

Figura 25. Etapa da respiração celular aeróbia- Cadeia transportadora de elétrons.



Fonte: As autoras, (2020).

Quadro 6. Registros dos componentes de etapa da respiração celular aeróbica.

Etapa		
Local de ocorrência		
	Quem?	Quantos?
Produto inicial		
Produto final		
Consumo		

Oxidações		
Reduções		
Substâncias liberadas		
Saldo final		
Equação química		

Passar para a discussão e reelaboração das respostas dadas pelos alunos. Destacar os reagentes e produtos do processo.

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 em diversas reações de oxidação sequenciais, sendo o gás oxigênio (O₂) 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 precisaríamos 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: $\cong$ 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 26C.

Rolhas ou tampas para os tubos de ensaio

Procedimentos

Encha cada um dos tubos de ensaio com 1/3 de indicador de pH azul de bromotimol.

Coloque uma pequena camada de algodão sobre a solução indicadora de pH nos tubos.

Caso seja necessário use uma pinça. 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 a 4 feijões germinados em cima do algodão no tubo de ensaio 1 e 3 a 4 feijões não germinados no tubo de ensaio 2 e nada no tubo 3 (Fig. 26B).

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 no mínimo 24 horas (Fig. 26C). Anote qualquer mudança.

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

Quadro 07. Registro de dados experimento 07.

Data	Controle – Tubo 1	F. germinados – Tubo 2	F. não germinados – Tubo 3

Fonte: As autoras, (2020).

Figura 26 (A-C). Materiais necessários, procedimentos e resultados do experimento 08.

Figura 26A. Materiais necessários no experimento 08.



Figura 26B. Amostras prontas do experimento 08. Foi produzida uma amostra extra com sementes de alpiste que possuem germinação rápida.



Figura 26C. Resultado do experimento 24h depois.



Fonte: As autoras, (2020).

Devemos passar a discussão e registro das questões seguintes.

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.
5. Como isso prova que animais realizam respiração?
6. Explique a diferença de cores entre os tubos.
7. O que você aprendeu sobre respiração celular com esse experimento?

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

Duração: $\cong 50$ min

Objetivo

Verificar a presença de oxigênio no ar a partir da 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 $\frac{1}{4}$ da esponja).

Procedimentos

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

Acrescente $\frac{1}{4}$ de palha de aço (Fig. 27B). 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 (Fig. 27C).

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 (Fig. 27D), 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 .

Figura 27 (A-D). Materiais e procedimentos do experimento 09.

Figura 27A. Materiais necessários no experimento 09.



Figura 27B. Palha de aço mergulhada em vinagre.

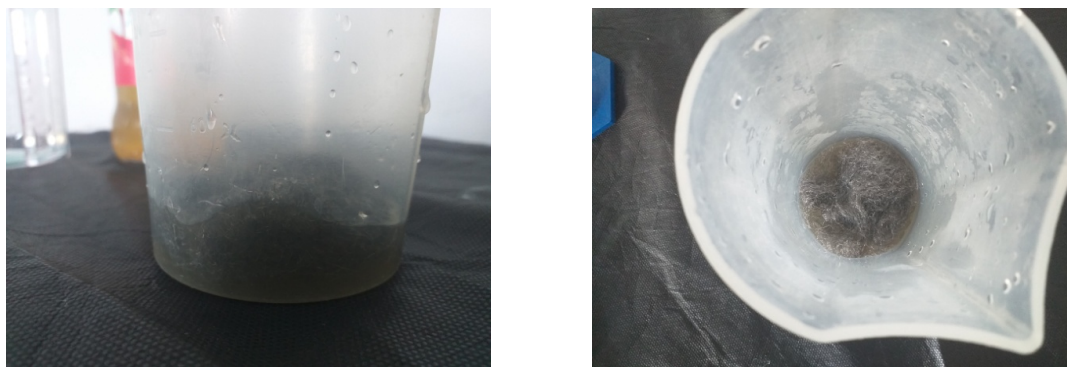


Figura 27C. Sistema montado

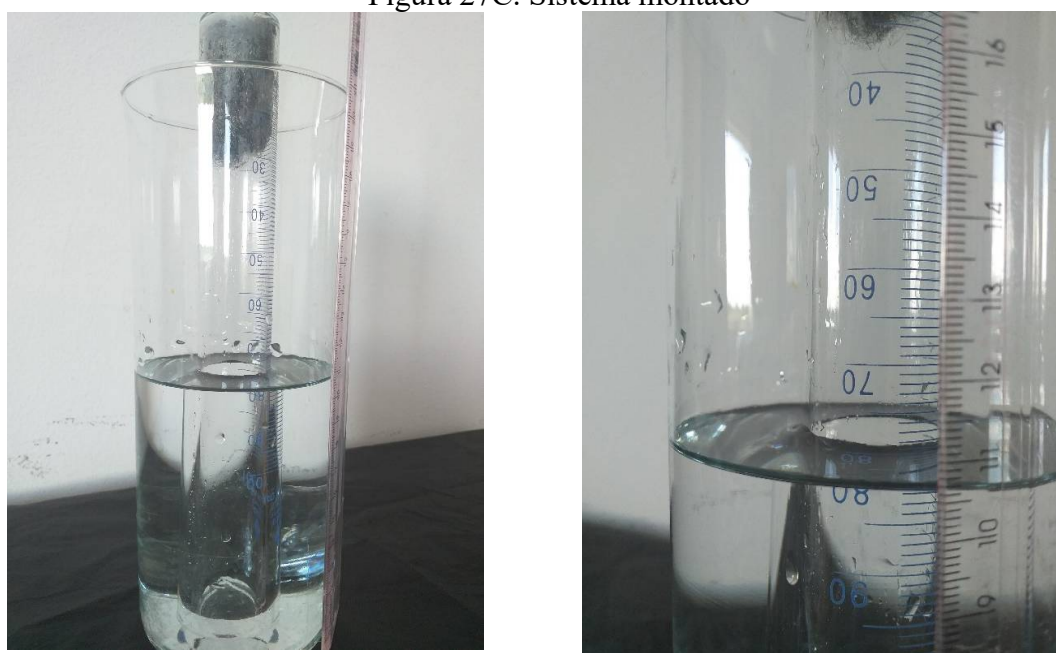


Figura 27D. Diferença de volume depois de ajustada a pressão.



Fonte: As autoras, (2020).

Após os resultados do experimento discuta com os alunos sobre 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, o processo experimental e a respiração celular?

Esse experimento está disponível em Rubinger e Braathen (2012). Considerando toda a caminhada até aqui o processo investigativo se materializa à medida que as atividades levaram o aluno a observação, experimentação, levantamento de hipóteses e discussão de observações. Através das atividades os alunos puderam construir gradativamente diversos conceitos através das habilidades supramencionadas.

O papel do professor como orientador do processo, como mediador dos conflitos cognitivos, do trabalho coletivo, da criação de desequilíbrios calculados e reequilibrações das aprendizagens são fundamentais para o sucesso da competência alçada através da temática respiração celular.

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.

MILHO

Analise a seguinte reportagem extraída de um jornal.

HOLANDÊS UTILIZA MILHO COMO COMBUSTÍVEL

Um pouco de lenha queima lentamente no fogão de AukeFerwerda. 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:

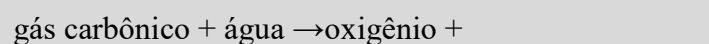
A reportagem afirma: “Atualmente, Ferwerda está pesquisando a possibilidade de utilização de toda a planta do milho como combustível, mas esta pesquisa ainda não está concluída”. Qual das questões a seguir pode ser respondida por meio de uma pesquisa científica? Faça um círculo em “Sim” ou “Não” para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

QUESTÃO 6:

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

"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!"

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:

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:

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

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

Agora é possível revisar o questionamento quanto a obtenção de energia pelos seres vivos e solicitar mapas conceituais, textos descritivos e explicações orais sobre a matéria em questão.

5.3 Avaliação do produto educacional por docentes do Ensino Médio

A partir da elaboração de todos os roteiros de aulas práticas sobre o tema de respiração celular acima mencionados, foi construído um Guia didático-experimental, que será o produto gerado a partir do desenvolvimento dessa pesquisa. Este Guia foi disponibilizado ao mesmo grupo de professores respondentes da pesquisa inicial,

juntamente com um questionário avaliativo, que objetivou analisar a viabilidade do produto sob a perspectiva de seu público-alvo, os professores. Para responder o questionário (Apêndice B), foi disponibilizado o link de formulário Google para professores que fazem parte do ProfBio, oriundos de diferentes pólos. Totalizaram 41 respondentes, de nove estados diferentes, sendo a maioria de Mato Grosso (45%) e Minas Gerais (20%).

Para a avaliação do guia foi utilizada uma escala de suficiência na maioria das questões levantadas. A figura abaixo (Fig. 28) mostra a percepção dos professores quanto ao Guia didático-experimental por nós elaborado. Quando questionados sobre a atratividade do produto (Fig. 28A) e o layout diferenciado em etapas ou seções que permita fácil manuseio (Fig. 28B), 75 e 63% dos professores, respectivamente, consideraram como sendo ótimo.

A sequência das atividades que constam no guia (Fig. 28C), a relação entre imagens e conteúdo (Fig. 28D) e a acessibilidade para o desenvolvimento das atividades (Fig. 28E) também foram consideradas ótimas pela maioria dos professores (73,2, 68,3 e 75,6%). A compreensibilidade dos textos foi avaliada como ótima (80,5%) para o professor (Fig. 28F) e suficiente (43,9%) para os alunos (Fig. 28G). Para 82,9%, o cumprimento de integração dos componentes curriculares de Ciências da Natureza foi ótimo (Fig. 28H).

Figura 28 (A-H). Percepção dos professores quanto ao guia.

Figura 28A. Atratividade do produto.

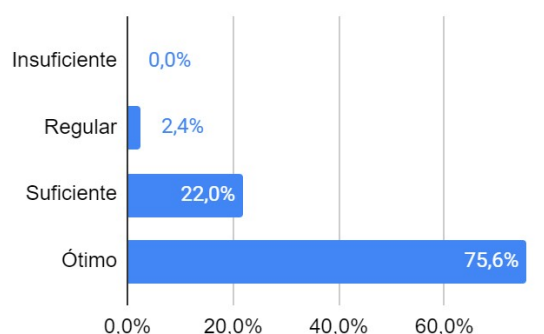


Figura 28B. Layout diferenciado em etapas, seções.

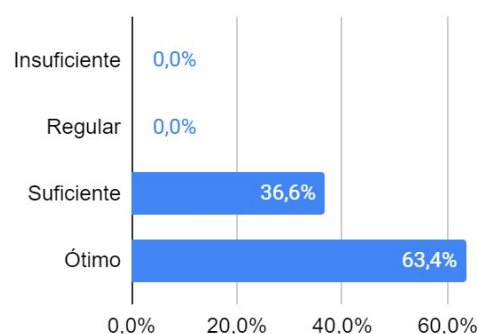


Figura 28C. Sequenciamento das atividades.

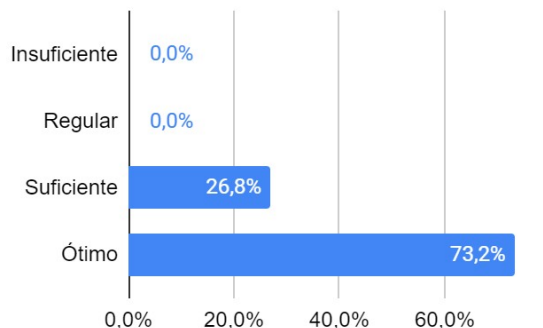


Figura 28D. Relação entre imagens e conteúdo.

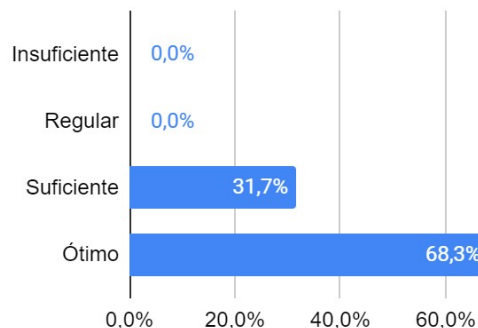


Figura 28E. Acessibilidade das atividades.

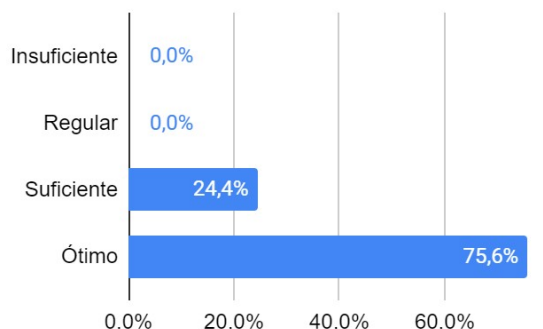


Figura 28F. Compreensibilidade dos textos para o professor.

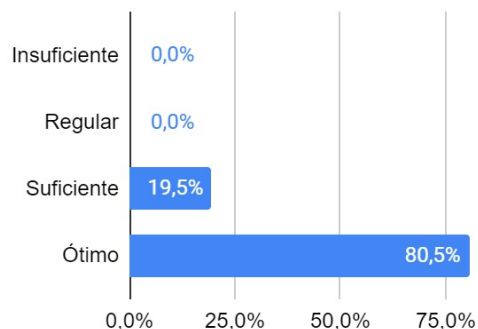


Figura 28G. Compreensibilidade dos textos para o aluno.

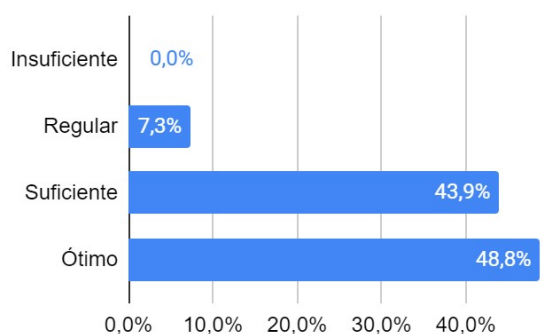
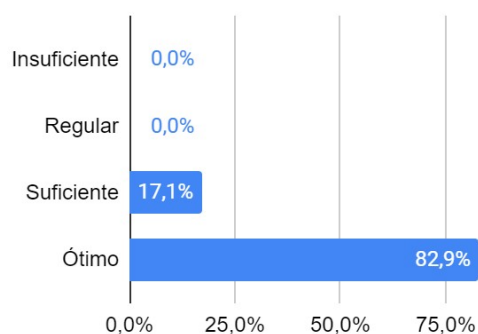


Figura 28H. Cumprimento de integração dos componentes curriculares de Ciências da Natureza.



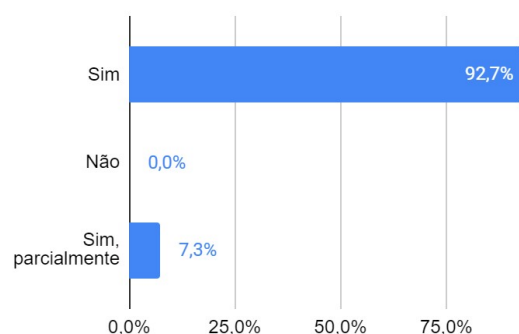
Fonte: As autoras, (2020).

A energia e suas transformações, tão estudadas por Ciências como a Física e a Química, estão intimamente relacionadas aos processos metabólicos celulares, particularmente tratadas na Biologia. Souza (2008); Wirsbicki (2016); Zanon *et al.*

(2001) e Martins *et al.* (2009) desenvolveram trabalhos que consideram a interação entre estes componentes, quer seja de maneira a integrar conceitos ou de maneira interdisciplinar. Japiassu (1976) e Fazenda (1994) discutem a interdisciplinaridade no Brasil há mais de 40 anos. E ainda hoje esse termo permite tantas interpretações, que é difícil discuti-lo. Optamos por integrar conceitos da Física e da Química na proposta do guia por entendermos que eles são imprescindíveis para a compreensão da respiração celular e por percebermos o quanto esta visão integral das Ciências será exigida com a implementação da BNCC. Pires (1998), discorre acerca “da organização de ensino fragmentada e desarticulada, em que os currículos escolares são constituídos por compartimentos estanques e incomunicáveis.” Para a autora, há relação entre os currículos fragmentados e a produção capitalista, expressa na barreira entre as disciplinas.

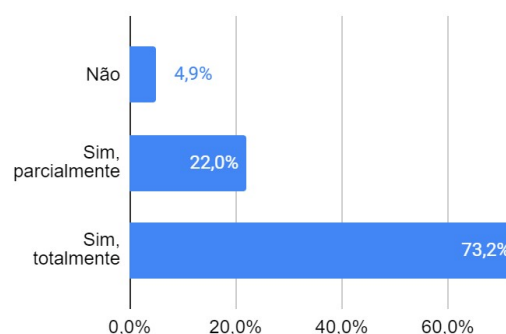
Quanto a considerarem o guia investigativo, apenas 7,3% dos professores apontou ser parcialmente investigativo (Fig. 29). Somente 4,9% declarou que não utilizaria o guia didático-experimental em aulas sobre respiração celular devido a carga horária reduzida da disciplina Biologia no Ensino Médio, o que não permitiria sua aplicação, e 22% utilizaria parcialmente (Fig. 30).

Figura 29. Aprovação do guia como investigativo.



Fonte: As autoras, (2020).

Figura 30. Possibilidade de utilização do guia pelos profissionais.



Fonte: As autoras, (2020).

O guia proposto neste estudo é a materialização de uma sequência de ensino investigativa. De acordo com Trivelato e Tonidandel (2015) uma sequência de ensino deve possuir os seguintes eixos organizadores: proposição de um problema, observação, produção e registro de dados, elaboração de hipóteses, construção de explicações/afirmações e utilização de metodologias investigativas. Embora a prática

laboratorial e os experimentos possam ser metodologias investigativas, não há uma relação de exclusividade entre eles. No guia existem atividades experimentais (demonstrativas ou não), leitura de textos científicos ou que abordam conceitos científicos, pesquisa, jogos e vídeos, todos permeados de questionamentos que levam o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar (AZEVEDO, 2004) e com base nesta concepção, ele foi considerado investigativo por 92,7% dos professores (Fig. 29).

Por estimularem o estudante a ação, a utilização da abordagem investigativa se justifica por permitir a autonomia do aluno e seu engajamento no processo de aprendizagem (MORAES; TAZIRI, 2019). No entanto, proporcionar esta autonomia possui limitações, dependendo de variáveis, como carga horária, possibilidades da instituição, conhecimento prévio dos alunos, entre outros. As atividades do guia elaborado neste trabalho, possuem nível de três graus de liberdade (Fig. 31), conforme a classificação proposta por (CARVALHO, 2018), já que os problemas são apontados pelo professor, as hipóteses são levantadas pelo professor e pelo aluno, e embora o plano de trabalho seja elaborado pelo professor, há abertura para que o aluno contribua no processo, alterando métodos e apontando modificações.

Figura 31. Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais (CARVALHO; RICARDO; SASSERON; ABIB E PIETROCOLA, 2010, p. 55).

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de resultados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: CARVALHO, 2018, p. 768.

Zompero e Laburú (2016) diferenciam atividades investigativas entre guiadas e abertas, ressaltando que os dois tipos promovem o desenvolvimento de habilidades cognitivas. Em 2019, os mesmos autores, desenvolveram um instrumento avaliativo de

atividades investigativas, que pode orientar o desenvolvimento e validação dessas atividades. A criação do instrumento foi guiada pelos estudos de Pedaste (2015) e apoiada no método científico. Para os autores, uma atividade investigativa deve conter as etapas indicadas no quadro a seguir (Fig. 32).

Figura 32. Construtos e domínios estabelecidos para o documento de avaliação das atividades investigativas.

	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)

Fonte: ZOMPERO; LABURÚ, p. 205, 2019.

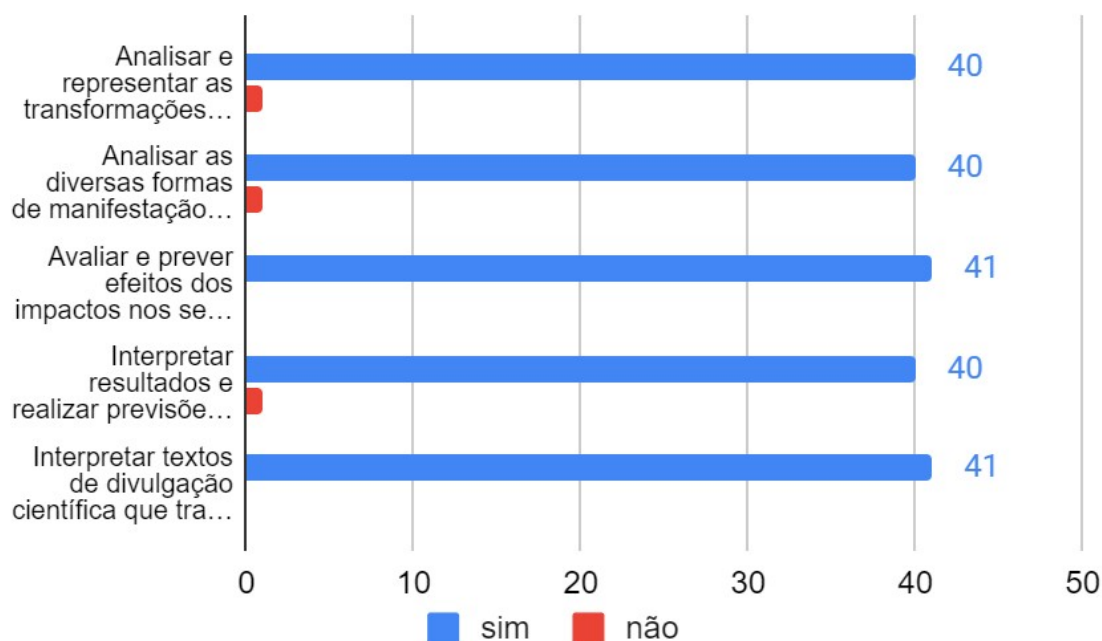
No guia, foi observado que nem todas as atividades isoladamente contemplam todas as etapas da investigação, ou todas as etapas do método científico. De acordo com

alguns professores, a verificação de hipóteses e a comunicação dos resultados foram passos não observados (Fig. 32). É inclusive inviável que todos os objetos de conhecimento de um componente curricular sejam abordados de maneira investigativa (MUNFORD; LIMA, 2007), o que pode ocorrer devido a realidade de cada professor, entre outros aspectos. O tempo, seja aquele disponível para planejar suas atividades, seja aquele que passa efetivamente com os alunos, é uma das maiores angústias do professor brasileiro. Mas boa parte dessa angústia se origina no excesso de conteúdo a ser trabalhado para cada ano letivo, por isso a importância da criticidade e autonomia do professor em elencar o que é essencial aprender e o que não é (SAVIANI, 2011).

Aludindo ao “Currículo dentes-de-sabre” citado por Pozo e Crespo (2009), a concepção de que o tempo não é suficiente precisa ser abandonada pois, nem todos os conteúdos são relevantes para os alunos - já que nem todos possuem os mesmos interesses - ou estão atrelados ao desenvolvimento de uma habilidade, é preciso filtrar o que é essencial (ANTUNES, 2001; BRASIL, 1999). Por isso, desde os PCNs já se estabelecem as competências e habilidades a ser desenvolvidas (BRASIL, 1999), e a BNCC endossa este referencial, não apontando quais conteúdos/objetos de conhecimento serão utilizados para cada habilidade (BRASIL, 2017). Dentre as 26 habilidades elencadas na área de Ciências da Natureza, cinco foram relacionadas ao objeto de conhecimento deste estudo, e destas, duas foram consideradas não contempladas (Fig. 33) enumeradas como EM13CNT202 e EM13CNT205.

Os professores foram questionados quanto ao desenvolvimento das habilidades apontadas na BNCC através das atividades do guia, e para 3% deles, apenas duas habilidades não foram contempladas de maneira geral (Fig. 33).

Figura 33. Habilidades da BNCC contempladas no desenvolvimento das atividades do guia.



Fonte: As autoras, (2020).

As habilidades consideradas não contempladas são: a análise das diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais e interpretação resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das Ciências.

A BNCC já é uma realidade e estamos no momento em que os estados começam a definir seus currículos. Precisamos ter clareza daquilo que desejamos para que nosso trabalho seja efetivo. Muitos questionamentos tomaram forma durante os períodos de discussão. Alguns pontos como os itinerários formativos, os componentes curriculares contemplados, e os eixos temáticos e transversais, ainda merecem discussão. Outros devem contribuir para a reflexão de nossa concepção de educação, de educação em Ciências, e mais especificamente em Ciências da Natureza (SILVA, 2018). Em junho de 2016, findou-se a terceira consulta pública para estabelecer a carga horária e organização dos itinerários formativos (SEDUC, 2020) que devem contemplar eletivas, trilhas de aprofundamento e projeto de vida (CONSED, 2020). Os modelos apresentados

para produção de eletivas e trilhas de aprofundamento, são muito semelhantes as sequências didáticas que diversos programas de graduação têm produzido como exigência avaliativa (OSTERMANN; REZENDE, 2009, 2015).

A BNCC apresenta como recursos pedagógicos a interdisciplinaridade, a investigação, a taxonomia de Bloom. Compiani (2018) tece duras críticas ao documento, realizando comparações entre a primeira e a última versões, expondo a troca de uma proposta de base curricular para currículo mínimo em que foram abandonadas discussões mais abrangentes, unidades e objetos de conhecimento estruturadas em torno de eixos amplos, para uma estrutura restrita, sem temas integradores que fazem parte da vida, além da inclusão de aspectos da Taxonomia de Bloom, que em sua visão valorizam a instrução e não a educação.

Na BNCC não existem competências específicas para os componentes curriculares, e sim para a área do conhecimento, caracterizando uma diluição das fronteiras entre as Ciências. Durante a leitura dos documentos que devem referenciar a implantação da BNCC, fica clara a relação estreita entre as áreas do conhecimento que deve se expressar nas trilhas de aprofundamento e eletivas (CONSED, 2020).

O guia desenvolvido no presente trabalho contempla conceitos dos três componentes curriculares e os professores que responderam o questionário consideram que houve integração de conhecimentos da Física, Química e Biologia (Fig. 50H). Contudo, deve-se entender que nem o professor deve se tornar um professor de área, abarcando conhecimentos da Química, Física e Biologia, nem deve haver uma justaposição/sobreposição de componentes, mas sim um entendimento mais amplo, partindo de uma visão orgânica (PIRES, 1998) em que os componentes contribuem para o desenvolvimento de uma competência. Os PCNs expressam a importância de utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender determinado fenômeno por meio de diferentes pontos de vista.

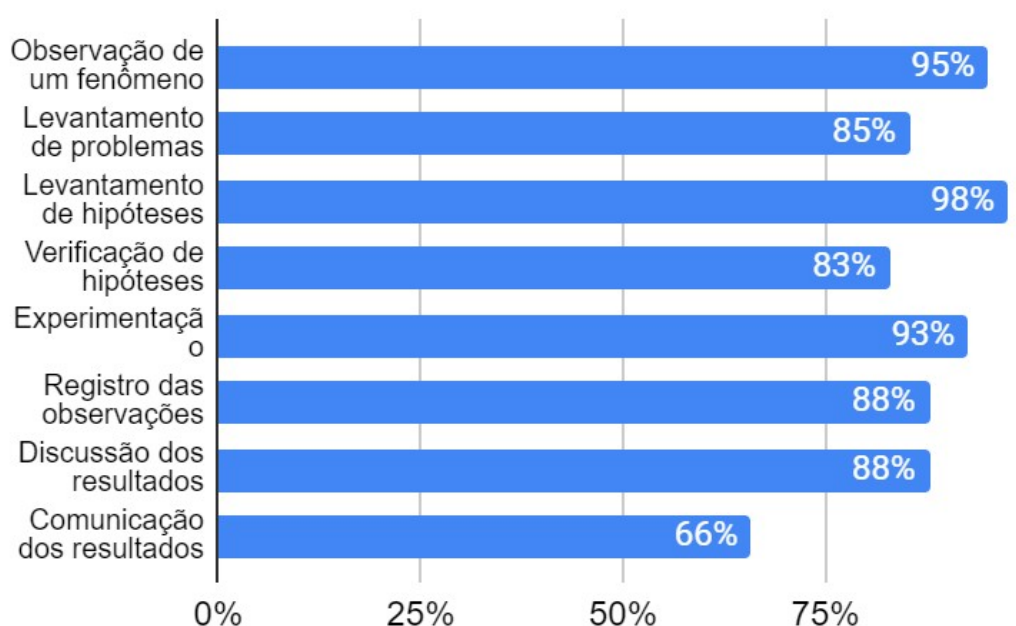
O princípio da interdisciplinaridade, por vezes, tem abordagens equivocadas que descaracterizam e comprometem seu potencial integrador. Entendemos aqui interdisciplinaridade como a interação entre disciplinas na qual elas mantêm sua identidade, mas dialogam, e, assim, ampliam o olhar e a abordagem de questões. A abordagem interdisciplinar vai além da multidisciplinaridade e fica aquém da transdisciplinaridade. (WALDHELM, p. 93, 2018)

Waldhelm (2018) diz que para superar a multidisciplinaridade, a palavra de ordem é problematização, que por sua vez leva ao processo de investigação e pesquisa.

A autora enfatiza que sem problematização como ponto de partida, os componentes curriculares “não são ‘convocados’ a ajudar a resolver o problema”. A abordagem investigativa é uma estratégia que pode orientar a problematização. Sasseron (2015, 2018), Carvalho (2011), Zompero e Laburú (2011, 2016) tem aproximado esta abordagem da educação brasileira, realizando reconstrução histórica, contextualização dos objetivos, disponibilizando exemplos de atividades investigativas e práticas.

Em relação aos passos do método científico, os professores deveriam selecionar quais das etapas foram observadas ao longo do guia e a comunicação dos resultados foi a menos citada, com 66% dos apontamentos (Fig. 34).

Figura 34. Passos do método científico observados no guia.



Fonte: As autoras, (2020).

A abordagem didática, por meio das atividades investigativas do guia, utiliza passos do método científico, ou seja, não utiliza do método em sua integralidade, visto que, por exemplo os experimentos realizados, não controlam todas as variáveis possíveis, ou que às vezes o experimento necessita de variações que não podem ser realizadas.

A realidade pode ser explicada por vários tipos de conhecimento – empírico, científico, religioso (teológico), filosófico e tácito (senso comum) – e cada um exige um método para investigar essa realidade.

Portanto, o conhecimento baseado na ciência também possui um – o método científico – que acaba sendo uma estratégia de ensino e aprendizado na construção do conhecimento pelos alunos. Esse método possui determinados passos a serem adotados visando à realização de uma pesquisa. (SOUSA, 2020, p. 03)

O método é o caminho que se percorre para atingir um objetivo, o rumo traçado para alcançar um resultado, que deve possibilitar uma conclusão, que responda ao questionamento inicial do processo investigativo. “Caso o resultado não seja satisfatório, ele continuará, portanto, sendo um resultado não conclusivo” (SOUSA, 2020, p. 03).

O método científico se caracteriza por ser metódico e sistemático, pois usa métodos de investigação de maneira rigorosa e precisa; por possuir uma natureza geral, à medida que busca explicações que possam ser generalizadas para outras circunstâncias; uma objetividade nas conclusões sobre um fato, de forma que sejam incorporadas por qualquer membro da comunidade científica, de modo igualmente objetivo e uma linguagem rigorosa para evitar ambiguidades na construção dos conceitos (SOUSA, 2020).

A formulação de hipóteses é a etapa mais criativa do processo e também a que, para Mcpherson (2001), é a mais mal interpretada e incompreendida, pois muitos professores e cientistas não diferenciam a hipótese da suposição ou previsão. Ensinar e aprender o método científico requer entendimento de suas etapas e o “uso indevido do termo hipótese ofusca a compreensão genuína do método científico” (MCPHERSON, 2001, p. 242).

As etapas do método científico ou qualquer outro método não podem conter todas as estratégias para compreensão do universo, principalmente se enraizada na falseabilidade de Popper (1968), mas o método ajuda a organizar o pensamento sobre o processo de investigação.

Observações e descrições básicas contribuem para a descoberta e a documentação de padrões, e cada um desses passos é fundamental para o aumento do nosso entendimento da natureza. No entanto o método hipotético dedutivo não tem sido empregado até esse ponto; em vez disso fizemos apenas observações, como também não geramos ou testamos hipóteses científicas, que são possíveis explicações para padrões observados. [...] A suposição é uma declaração que provavelmente será factual [...] pode ser avaliada pela observação, já a [...] hipótese é uma razão potencial para um padrão e [...] testá-la requer o uso de lógica dedutiva para desenvolver

explicações à luz da explicação proposta, e [...]leva naturalmente à experimentação. (MCPHERSON, 2001, p. 242, tradução nossa).

Pelo exposto acima, ainda temos um longo caminho para que as atividades investigativas baseadas no método científico sejam satisfatoriamente elaboradas e aplicadas, conduzindo assim a alfabetização científica e ao letramento científico. Em síntese, a prática docente na Educação Básica precisa incentivar e estimular o aluno a apreender e produzir conhecimentos, recorrendo aos princípios do método científico, promovendo as condições necessárias para uma educação integral e abrangente. O Guia precisa melhorar a discussão e comunicação dos resultados segundo a avaliação dos professores, o que pode ser feito propondo atividades de socialização das discussões como mapas mentais, apresentações dos resultados para alunos de outras etapas, elaboração de painéis e fóruns.

A última questão solicitava aos professores que dessem sugestões para a melhoria do guia. Um comentário foi feito indicando poluição visual, e outro a respeito da quantidade de aulas necessárias para aplicação. As demais contribuições foram elogios e indicações de utilização total ou parcial das atividades.

Existe um número limitado de publicações que tratam da validação ou avaliação de produtos educacionais (HENTGES; BATALHA, 2019; LEITE, 2018; SOUZA *et al.*, 2015, OSTERMAN; REZENDE, 2015, MOREIRA; NARDI, 2009), e estas normalmente estão ligadas ao Ensino a Distância e aos Mestrados Profissionais, tendo como instrumento orientador documentos da CAPES (2016). Nestes estudos, a validação se expressa como valor legal, baseado em conjunto de requisitos a serem atendidos. A avaliação, definida como julgamento de mérito, valor e importância, a que nosso produto educacional foi submetido, resultou em reconhecimento de pertinência e usabilidade. De acordo com Hentges e Batalha (2019), um produto educacional deve ser avaliado quanto ao nível de ensino, área e metodologia, quanto a justificativa e problematização, quanto a sua aplicação, ao ensino-aprendizagem, à avaliação e a relevância. Estas dimensões deverão ser avaliadas por uma banca de área, conforme foi realizado no presente trabalho.

Em estudo sobre os produtos educacionais construídos nos mestrados profissionais da Região Centro-Oeste entre 2009 a 2014, foram encontradas 127 dissertações, sendo 38 na área de Física, sendo que boa parte não estava disponível para

consulta. A maioria dos produtos são materiais didáticos que servem de apoio ao professor no processo de ensino aprendizagem destinados ao ensino médio, o que atende a expectativa da CAPES pela formação para a prática e a melhoria deste nível de ensino (VAILANT; SOUZA, 2016). Porém, estes produtos não estavam acessíveis, encontrando-se diluídos nas dissertações, sem um formato prático para utilização do público-alvo, que são os professores.

Leite (2018) também cita a falta de acesso aos produtos educacionais, apresentados como apêndices das dissertações, sem preocupação com a usabilidade e atratividade e elabora uma proposta de avaliação para os produtos educacionais que deve considerar **a atração, a compreensão, o envolvimento, a aceitação e a mudança da ação**. Compreendemos que o escopo avaliativo da pesquisa contempla pelo menos uma questão em cada um destes eixos, desenhando um produto satisfatório e que cumpre as exigências do programa a que se destina.

6 CONSIDERAÇÕES

O estudo realizado conseguiu elaborar uma proposta viável para o ensino de respiração celular, já que a maioria dos professores consideraram a utilização integral do produto educacional. A proposta foi considerada investigativa pelos avaliadores, pois contém os eixos organizadores da investigação - problema, observação, hipótese, experimentação/pesquisa, explicação - em diversas atividades. É um produto educacional que atende as exigências dos documentos que orientam o currículo brasileiro, pois considera as habilidades descritas na BNCC, considerando ainda a interdisciplinaridade e complexidade.

Em linhas gerais, a realização desta pesquisa nos permitiu especificar os problemas no ensino de Ciências e Biologia e ampliar a visão quanto as práticas de ensino. Possibilitou ainda que pudéssemos ressignificar a concepção de educação e de ensino, repensar o ensino de Ciências e de Biologia e compreender a necessidade e importância da Educação científica.

Existiram muitos fatores externos que impossibilitaram algumas de nossas demandas, mas que não inviabilizaram a pesquisa e nos mostraram a necessidade de maior estudo para as adaptações necessárias. Portanto, o tempo, se mostra um fator

altamente influenciador da atividade docente. Tempo para estudo, planejamento, aplicação, avaliação, tempo pedagógico de sondagem, aplicação e discussão e comunicação. Tempo para ser professor reflexivo quanto a sua prática e pesquisador dos métodos e estratégias, do ensino e da aprendizagem.

Uma sugestão para continuidade da pesquisa é a publicação do Guia e sua posterior aplicação para que pudéssemos avaliar sua aplicabilidade na prática, em diferentes escolas, com diversos professores e alunos.

A educação brasileira está sendo orientada por documentos legais com potencialidade para desenhar uma educação conectada com as exigências do mundo globalizado e dinâmico, preocupada com a formação integral do ser, de modo que o indivíduo possa perceber e modificar a própria realidade. Ou seja, existe perspectiva. Embora existam aspectos relacionados ao financiamento que deixem muito a desejar, embora a convergência entre o que se espera do aluno, da escola, e da família, traga consequências negativas ao desenvolvimento da educação e embora o ensino ainda esteja desconectado da realidade em muitos aspectos e situações, talvez seja adiantada a hora em que os professores devem tomar as rédeas dos processos educativos e promover as mudanças. Muitas vezes os educadores, são resistentes pois a mudança é difícil, gerador de desconforto, principalmente quando ela não leva ao pertencimento necessário para que haja engajamento, quando ela não considera as realidades e circunstâncias.

Mas o que mais emperra a evolução do ensino sem dúvida é a falta de apoio ao trabalho do professor, seja em primeira instância, dentro da escola, na comunidade escolar, seja em última instância, nas políticas públicas que não consideram a realidade escolar. A aplicação da sequência de ensino proposta por este estudo, por exemplo, não surtirá nenhum efeito se não houver apoio escolar, se não houver apoio dos pares, se não houver tempo para planejamento, estudo e aplicação. Mesmo que tenhamos pensado em materiais alternativos, que tenhamos compilado informações e referências para o professor, que a execução esteja cuidadosamente exposta, mesmo que tenhamos pensado no tempo de execução, se não houver esforço e apoio a este esforço, nada valerá.

Por fim, tudo o que foi aqui exposto, reflete a trajetória de busca pela melhoria dos processos de ensino, pela compreensão de que educar é ato que, de maneira muito ampla, promove o indivíduo a viver na realidade em está inserido, mas principalmente analisá-la, criticá-la e transformá-la se assim julgar necessário.

7 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AGUIAR, M.A. da S.; DOURADO, L.F. (orgs.) A BNCC na contramão do PNE 2014-2024: avaliação e perspectivas. Organização: Márcia Angela da S. Aguiar e Luiz Fernandes Dourado [Livro Eletrônico]. – Recife: ANPAE, 2018. ISBN: 978-85-87987-13-6 Formato: PDF, 59 páginas

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.

ALVES, P. C. de C. Os combustíveis do exercício físico. Ciências hoje, v. 42, ago. 2008.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G.R Biologia moderna. Vol. 1. 1ª ed. São Paulo: Moderna, 2016.

ANTUNES, C. Como desenvolver competências em sala de aula. Ed. Vozes. Petrópolis, 2001.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19 – 34.

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.

BORGES, R.M.R.; LIMA, V.D.R., 2007. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 6(1), pp.165-175.

BRAGA, KAKAO. Como o milho vira pipoca. Revista Decifra-me. 2009. Disponível em: <https://revistadeciframe.com/2009/07/01/como-o-milho-vira-pipoca/> Acesso em: 10 setembro de 2019.

BRANCO, A. B. de G. et al. Alfabetização e letramento científico na BNCC e os desafios para uma educação científica e tecnológica. Revista Valore, [S.l.], v. 3, p. 702-713, dez. 2018. ISSN 2526-043X. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/174>. Acesso em: 29 jun. 2020. doi:<https://doi.org/10.22408/reva302018174702-713>.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNS). Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2019.

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.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular. Brasília-DF; MEC; CONSED; UNDIME. Documento para consulta pública. 2015. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documento/BNCC-APRESENTACAO.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf Acesso em 15 jul. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. BALANÇO: Ministro apresenta resultados gerais do Enem 2016 e celebra êxito na realização do exame. Assessoria de Comunicação Social, com informações do Inep. Quarta-feira, 18 de janeiro de 2017, 12h16. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/212-educacao-superior-1690610854/44111-resultados-individuais-das-provas-de-2016-estao-liberados-para-a-consulta-on-line>. Acesso em 15 fev. 2019.

BRASIL, Ministério da Educação. INEP. Indicadores Educacionais. 2017. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/indicadores-educacionais> Acesso em: 15 fev. 2019.

CARVALHO, A. M. P. DE. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 18, n. 3, p. 765-794, 15 dez. 2018.

CARVALHO, M. R. V de. Perfil do professor da Educação Básica. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasília, DF: 2018. 67 p. – (Série Documental. Relatos de Pesquisa, ISSN 0140-6551; n. 41)

CASTELLAR, S. M. V. Metodologias ativas: ensino por investigação. São Paulo: FTD, 2016.

CHIBENI, S. S. Algumas observações sobre o método científico. Departamento de Filosofia – Unicamp. São Paulo, 2006. Disponível em: www.unicamp.br/~chibeni/texdid/metodocientifico.pdf Acesso em 20 de maio de 2019.

CICLO DE KREBS - Respiração celular. Animação Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ubzw64PQPqM>

COBALCHINI, M. G; COUTO, G.H. Elaboração de aulas práticas investigativas de citologia para alunos do primeiro ano do ensino médio. In: Os desafios da escola Pública paranaense na perspectiva do professor PDE: Produções didático-pedagógicas. Vol. 2. Paraná: 2016. ISBN 978-85-8015-094-0

COMPIANI, M. Comparações entre a BNCC atual e a versão da consulta ampla, item Ciências da Natureza. Ciências Em Foco, 11(1)2018. Disponível em: Recuperado de

<https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/cef/article/view/9726>. Acesso em jul de 2020.

CONSED. Frente Currículo e Novo Ensino Médio. Coletânea de materiais. 2020. Disponível em: <http://www.consed.org.br/consed/gt-ensino-medio/documentos-do-ensino-medio>. Acesso em: 15 fev. 2020.

CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou letramento científico? Interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. Rev. Bras. Educ., Rio de Janeiro, v. 22, n. 68, p. 169-186, Mar. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782017000100169&lng=en&nrm=iso. Acesso em 08 Jun. 2020. <https://doi.org/10.1590/s1413-24782017226809>.

DAVOGLIO, T. R.; SANTOS, B. S. D. Motivação docente: reflexões acerca do construto. Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas), 22(3), 772-792, 2017.

DEMO, P. Educar pela pesquisa. 9. ed. Campinas: Autores Associados, 2011.

DO CARMO, S.; SCHIMIN, E. O ensino da biologia através da experimentação. Estado do Paraná: Secretaria de Estado da Educação. Recuperado de: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1085-4.pdf>, 2013.

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.

EITERER, C. L. MEDEIROS, Z.; DALBEN, A.I.L.F. & COSTA, T.M.L.(Org.). Metodologia de pesquisa em educação. ISBN: 978-85-8007-000-2. Belo Horizonte: UFMG, Faculdade de Educação, 2010. 48 p. – (Núcleo de integração)

ESTOURANDO PIPOCA EM CÂMERA LENTA. You tube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fHppww1Jc2oA> Acesso em: 10 setembro de 2019.

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

FREIRE, A. M. Reformas curriculares em ciências e o ensino por investigação. Actas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo Branco, 2009.

GASPAR, ALBERTO. Compreendendo a física. 2. ed. – São Paulo: Ática, 2013.

GASPARINI, S. M.; BARRETO, S. M.; ASSUNÇÃO, A. A. O professor, as condições de trabalho e os efeitos sobre sua saúde. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 189-199, maio/ago. 2005

GATTI, B. A. Educação, escola e formação de professores: políticas e impasses. Educar em Revista, Curitiba, Brasil, n. 50, p. 51-67, out./dez. 2013. Editora UFPR

GLICÓLISE - RESPIRAÇÃO CELULAR. Animação. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8qij1m7XUhk>

GOMES, A. S. L. (org.) Letramento Científico: um indicador para o Brasil. São Paulo: Instituto Abramundo, 2015.

GOMES, L. M. J. B.; MESSEDER, J. C. Revista Digital como Recurso Tecnológico para o Ensino de Bioquímica na Educação Básica. Revista Virtual de Química, v. 7, n. 3, p. 950-961, 2015.

GRACIANO, L.; MONSANI, J.; ZACHOW, V.; FERRAZ, D. F. Aulas Práticas investigativas como estratégia metodológica frente às dificuldades de ensino encontrado em um colégio estadual de Cascavel – PR. In: Os Estágios Supervisionados Em Ciências E Biologia Em Debate, I, 2008, Cascavel. Anais... Cascavel: UNIOESTE, 2008. V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL) IV Simpósio Latino Americano e Caribenho de Educação em Ciências do International Council of Associations for Science Education (ICASE) 18 a 21 de setembro de 2011

HENTGES, A; MORAES, M.L.B. de; BATALHA, E.R.de C. A formação continuada e os mestrados profissionais na área do ensino: a pertinência dos produtos educacionais. EDUCA – Revista Multidisciplinar em Educação, Porto Velho, v. 6, nº 14, p. 23-36, abr./jun., 2019. e-ISSN: 2359-2087. DOI: <https://doi.org/10.26568/2359-2087.2019.3467>.

HODSON, D. Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand diferentes métodos de aprendizagem, International Journal of Science Education , 36:15, 2534-2553, DOI: [10.1080 / 09500693.2014.899722](https://doi.org/10.1080/09500693.2014.899722)

INEP. Microdados do Exame nacional do Ensino Médio. 2019. Brasília: INEP/MEC, 2019. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados> Acesso em:

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

LEITE, P. S. C. Produtos Educacionais em Mestrados Profissionais na Área de Ensino: uma proposta de avaliação coletiva de materiais educativos. CIAIQ2018, v. 1, 2018.

LUCAS DO RIO VERDE. MATO GROSSO. BRASIL. Projeto político pedagógico da Escola Estadual Dom Bosco. 2017.

LUCAS DO RIO VERDE. MATO GROSSO. BRASIL. Prefeitura de Lucas do Rio Verde. 2019. Disponível em: <https://www.lucasdoriorverde.mt.gov.br/site/caracteristicas> Acesso em: 18 maio de 2019.

LUZ, M. R., & DA POIAN, A. T. O ensino classificatório do metabolismo humano. Ciência e Cultura, 57(4), 43-45. Disponível em:

http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252005000400023&lng=en&nrm=iso . Acesso em 16 de julho de 2019.

LOCATELLI, A.; DA ROSA, C. T. W. Produtos educacionais: características da atuação docente retratada na I Mostra Gaúcha. *Revista Polyphonia*, v. 26, n. 1, p. 197-210, 2015.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 2005. NÚMERO EXTRA. VII CONGRESO

MARTINS, L. A. C. P. A história da ciência e o ensino da biologia. *Ciência & Ensino*, v. 5, n. 2, p. 8, 1998.

MARTINS, R.L.C; SOUZA, N. dos S.; PAMPLONA, M.H.; FILHO, R. de P.B.; PEIXOTO, K.C.Q. da C; LINHARES, M.P. 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. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1573.pdf> Acesso em 19 de nov. 2019.

MCPHERSON, G. R. Teaching & Learning the Scientific Method. Source: The American Biology Teacher, Vol. 63, No. 4 (Apr., 2001), pp. 242-245 Published by: University of California Press on behalf of the National Association of Biology Teachers Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/4451093> Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1037.9797&rep=rep1&type=pdf>

MEC. Ministério da Educação MEC. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Diretoria de Avaliação. Considerações sobre Classificação de Produção Técnica. Araújo-Jorge, T.C.; Borba, M.C.; Sovierzoski, H.H (orgs). 2016. Disponível em https://capes.gov.br/images/documentos/Classifica%C3%A7%C3%A3o_da_Produ%C3%A7%C3%A3o_T%C3%A9cnica_2017/46_ENSI_class_prod_tecn_jan2017.pdf. Acesso em: 15 de jun 2020.

MEDEIROS, S. C. S., COSTA, M. F. B. & LEMOS, E. S. O ensino e a aprendizagem dos temas fotossíntese e respiração: práticas pedagógicas baseadas na aprendizagem significativa. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 8, n. 3, p. 923-935, 2009. Disponível em: . Acesso 15 mai. 2019.

MONTEGUTTI, R. F. OAC. O professor PDE e os desafios da escola pública Paranaense. 2008 Produção Didático-Pedagógica Versão Online ISBN 978-85-8015-040-7 Cadernos PDE ROSINEI FÁTIMA MONTEGUTTI NÚCLEO DE PATO BRANCO. PALMAS – PR, 2008.

MORAES, V. R. A. de; TAZIRI, J. A motivação e o engajamento de alunos em uma atividade na abordagem do ensino de ciências por investigação. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 24, n. 2, p. 72-89, 2019.

MOREIRA, M.A.; NARDI, R. O mestrado profissional na área de ensino de Ciências e Matemática: alguns esclarecimentos. R. B. E. C. T. Vol. 2 n. 03, set/dez 2009. ISSN: 1982-873X. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/issue/view/48DOI:10.3895/S1982-873X2009000300001> Acesso em 19 fev. 2019.

OLIVEIRA, ADILSON. O Caos e a ordem. Ciência Hoje on line. 2013. Disponível em: http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/2753/n/o_maravilhoso_fenomeno_da_vida Acesso em: 10 setembro de 2019.

OLIVEIRA, G. A., SOUSA, C. R., DA POIAN, A. T., & LUZ, M. R. Students misconception about energy-yielding metabolism: glucose as the sole metabolic fuel. *Advances in Physiology Education*, 27(3), 97-101, 2003.

OSTERMANN, F.; REZENDE, F. Projetos de desenvolvimento e de pesquisa na área de ensino de Ciências e matemática: Uma reflexão sobre mestrados profissionais. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 26, n. 1, p. 66-80, maio 2009. ISSN 2175-7941. doi:<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2009v26n1p66>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2009v26n1p66>. Acesso em: 19 fev. 2019.

OSTERMANN, F.; REZENDE, F. Os mestrados profissionais em ensino das Ciências da Natureza no Brasil. *Ciênc. educ. (Bauru)*, Bauru, v. 21, n. 3, p. I-III, Set. 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132015000300001&lng=en&nrm=iso. Acesso em 04 fev. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150030001>

OSTERMANN, F.; REZENDE, F. O protagonismo controverso dos mestrados profissionais em ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 21, n. 3, p. 543-558, 2015.

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.

PEREIRA, C. L. As interfaces da Biologia com a Educação Física no processo de transferência de energia / Carlos Luís Pereira. Belo Horizonte, 2009. 81f.: Il. Orientador: Francisco Ângelo Coutinho Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Disponível em: http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_PereiraCL_1.pdf Acesso em 16 out 2018.

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.

PERUCCI, L.R.; LABURÚ, C.E. A paráfrase como uma estratégia de aprendizagem científica. Atas CIAIQ 2016. Investigação Qualitativa em Educação//Investigación Cualitativa en Educación. Volume 1. 5º Congresso Ibero- americano em investigação qualitativa. 2016. Disponível em: <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2016/article/download/710/698/>. Acesso em 19 jan. 2019

PINTO, B. P. Proposta de uma atividade Ciência, Tecnologia e Sociedade sobre respiração celular. 2008. 88f. Dissertação (mestrado). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte. Programa de Pós graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Orientador: Francisco Ângelo Coutinho.

PIRES, M. F. de C. Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade no ensino. Interface-Comunicação, Saúde, Educação, v. 2, p. 173-182, 1998.

PIRES, N. L. Bioquímica no ensino médio: importância das noções de nutrição e hábitos alimentares. 2011.

POIAN, A.T. da; BRAGA, C. A.C.A.; KETZER, L.A. Transformação de energia nos seres vivos. JOURNAL OF Biochemistry education. V.15, Espanha, 2017. DOI: 10.16923/reb.v15i0.713 ISSN: 2318-8790 ISSN (until 2012): 1677-2318.

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, L.A.; WASSERMAN, S.A. Biologia de Campbell. 10ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

REGO. A.M.X. EDUCAÇÃO: conceitos, finalidades e modalidades. SCIENTIA CUM INDUSTRIA, V. 6, N. 1, PP. 38 — 47, 2018. Disponível em: <http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/5844/pdf>

RESPIRAÇÃO CELULAR, parte I. Animação. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SUPQVg1vO0Q>

RODRIGUES, A. N.; DOS SANTOS, S. C. Aplicando a Taxonomia de Bloom Revisada para Gerenciar Processos de Ensino em Sistemas de Aprendizagem Baseada em Problemas. Revista Brasileira de Informática na Educação, [S.l.], v. 21, n. 01, p. 01, abr. 2013. ISSN 2317-6121. Disponível em: <https://br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/1416/2115>. Acesso em: 08 jun. 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2013.21.01.01>.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. 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.

RUBINGER, M.M.M.; BRAATHEN, P.C. Ação e reação: ideias para as aulas especiais de Química. Belo Horizonte: RHJ, 2012.

SANTOS, S.S.; OLIVEIRA, S.S. Análise do conteúdo presente em manuais didáticos a respeito do processo de respiração celular dos vegetais. Universidade Estadual de Londrina/UEL. V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL) IV Simpósio Latino Americano e Caribenho de Educação em Ciências do International Council of Associations for Science Education (ICASE) 18 a 21 de setembro de 2011.

SANTOS, W.L.P dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. Rev. Bras. Educ., Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-492, Dec. 2007. Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782007000300007&lng=en&nrm=iso. Acesso em 08 Jun 2020. DOI:
<https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000300007>.

SAVIANI, Dermeval. SOBRE A NATUREZA E ESPECIFICIDADE DA EDUCAÇÃO. Germinal: Marxismo e Educação em Debate, Salvador, v. 7, n. 1, p. 286-293, jan. 2015. ISSN 2175-5604. Disponível em:
<https://portalseer.ufba.br/index.php/revistagerminal/article/view/13575/9519>>. Acesso em: 05 Out. 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.9771/gmed.v7i1.13575>.

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, L. H. Alfabetização científica, Ensino por investigação e Argumentação: relações entre Ciências da Natureza e escola. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 49-67, Nov. 2015. Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172015000400049&lng=en&nrm=iso. Acesso em 29 Jun. 2020.
<https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

SASSERON, L. H. 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, 18(3), 1061-1085, 2018.
<https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831061>

SEDUC. MATO GROSSO. Governador assina autorização para concurso na área de Educação. março de 2017. Disponível em: <http://www.mt.gov.br/-/6002013-governador-assina-autorizacao-para-concurso-na-area-de-educacao> Acesso em: 15 fev. 2019.

SEDUC. MATO GROSSO. Documento de Referência Curricular. DRC-MT. 2020. Disponível em: <https://sites.google.com/view/novo-ensino-medio-mt/consulta-p%C3%BAblica-drc-mt-em/3%C2%AA-consulta-p%C3%BAblica-drc-mt-em> Acesso em:

SEYMOUR, J.; LONGDEN, B. Respiration: that's breathing isn't it? *Journal of Biological Education*, New York, v. 25, n. 3, p. 177-183, 1991.

SILVA, C. A. G.; STUCHI, A. M. Dificuldades encontradas por professores de Biologia para planejar aulas envolvendo questões sociocientíficas no Ensino Médio. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1189-1.pdf> Acesso em 25 de abr. 2019.

SILVA, MONICA RIBEIRO DA. A BNCC DA REFORMA DO ENSINO MÉDIO: o resgate de um empoeirado discurso. *Educ. rev.*, Belo Horizonte, v. 34, e214130, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-46982018000100301&lng=en&nrm=iso. Acesso em 08 Jun 2020. Epub Oct 22, 2018. <https://doi.org/10.1590/0102-4698214130>.

SOUSA, JOSÉ VIEIRA DE. O papel da pesquisa na construção do conhecimento para o ensino de ciências / José Vieira de Sousa. – Curitiba: PSD Educação, 2020. 4,2 MB; ePUB ISBN 978-65-86185-55-3

SOUZA, R.R.; DAMASCENO, W.A.S.; FERREIRA, C.F.; NEY, W.G. Fotossíntese e eletromagnetismo: uma abordagem interdisciplinar para alunos de Ciências da Natureza. IV Circuito de Iniciação Científica. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. ISSN: 1981-9714. Essentia Editora, 2008. Disponível em: <http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/CircuitoIC/article/view/1922> Acesso em: 12 nov 2018.

SOUZA, S. S. O uso de história em quadrinhos no ensino de biologia: uma alternativa para o estudo do conteúdo de respiração celular aeróbia. Artigo apresentado para obtenção do título de Especialista em Mídias Integradas na Educação no Curso de Pós-Graduação em Mídias Integradas na Educação, Setor de Educação Profissional e Tecnológica, Universidade Federal do Paraná. Orientadora: Luciene Ferreira Iahn. CURITIBA, 2015. Curso de Especialização em Mídias Integradas na Educação, SEPT/UFPR Polo UAB de Apoio Presencial em Paranaguá/PR.

SOUZA, S. C. de; DOURADO, L. Aprendizagem baseada em problemas (abp): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. *HOLOS*, [S.l.], v. 5, p. 182-200, out. 2015. ISSN 1807-1600. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2880>>. Acesso em: 09 jun. 2020. doi: <https://doi.org/10.15628/holos.2015.2880>.

SOUZA, R.A. Sugestões de práticas a serem desenvolvidas para o ensino de Ciências e Biologia. Subprojeto de Biologia PBID-CAPEF. FIFE-FEF-SP, 2017.

SOUZA, S. S. P. Atividades investigativas, como estratégia para o ensino aprendizagem em ciência: propostas e aprendizagens. Belém, 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará. Disponível em:

https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFPA_51419310485e8957f9742a71a2d33b5e.

Acesso em 20 abr. 2019.

SOUZA, M. J. F. S., DE OLIVEIRA MELO, T. F., VILELA, L. G. D. A. F., DE LIMA RIBEIRO, E. A., DIOGO, R. C., & GUIMARÃES, C. S. (2015). Análise dos produtos de programas de mestrado profissional: um recorte envolvendo o Ensino de Matemática na Região Sul do Brasil. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–X ENPEC, Águas de Lindóia SP–24^a, 27.

TEIXEIRA, P. M. M. Pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil (1972-2004): um estudo baseado em dissertações e teses. 2009. 406 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/251678>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

THIESEN, J. da S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. Revista Brasileira de Educação, vol. 13, núm. 39, setembro-dezembro, 2008. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação. Rio de Janeiro, Brasil.

TRAZZI, P.S. da S.; OLIVEIRA, I. M. A ação mediada no processo de formação dos conceitos científicos de fotossíntese e respiração celular em aulas de biologia. Departamento de Teorias do Ensino e Práticas Educacionais da Universidade Federal do Espírito Santo. Investigações em Ensino de Ciências – V21 (2), pp. 121-136, 2016. Vitória, ES, Brasil.

TRICHES, E. DE F.; ARANDA, M. A. M. A formulação da base nacional comum curricular (BNCC) como ação da política educacional: breve levantamento bibliográfico (2014-2016). REALIZAÇÃO, v. 3, n. 5, p. 81-98, 2016.

TRIVELATO, S. L. F., TONIDANDEL, S. M. R. (2015). Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), 17(SPE), 97-114.

VAILANT, C.C.R.; SOUZA, M.J.F.S. Características dos produtos educacionais desenvolvidos nos mestrados profissionais da região Centro-Oeste do Brasil. Anais da XIII Semana de Licenciatura. Instituto federal de Goiás- Capus Jataí. Jataí - GO - 03 a 08 de outubro de 2016.

VASCONCELLOS, L. C.; BONELLI, R. R. Desenvolvimento de um jogo de tabuleiro destinado a aumentar o nível de aprendizado e interesse do aluno pelo metabolismo energético no Ensino Médio. Anais do XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação–Universidade do Vale do Paraíba, 20(8), 1-4.

WALDHELM, M. Projetos interdisciplinares: estratégias de integração no currículo de Ensino Médio orientado para o trabalho e demais práticas sociais. In: Currículo do Ensino Médio: textos de apoio. Regattieri, M.; CASTRO, J. (org.) Brasília: UNESCO, 2018. 142 p. ISBN: 978-85-7652-224-9

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. 2018.

WIRZBICKI, S.M.; ARAÚJO, M.C.P. & PINO, J.C. Del. Descritores das abordagens de energia em livros didáticos brasileiros de biologia do Ensino Médio. Bio-grafia – Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Vol. 7 - No.13, julio - diciembre de 2014 - ISSN 2027-1034. pp. 177 – 191.

WIRZBICKI, S.M. O conceito energia: nas interações de professores, estudantes e livros didáticos de biologia. 1ª ed. Curitiba: Appris, 2016.

YPI, D. Y. Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. International Journal of Science Education, London, v. 20, n. 4, p. 461-477, 1998.

ZANON, L.B.; HAMES, C.; WIRZBICKI, S.M.; SANGIOGO, F.A. A contextualização como perspectiva na formação para o ensino em Ciências naturais. UNIJUÍ - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul/Gippec-Unijuí (Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação nas Ciências da Unijuí), Departamento de Biologia e Química. 2001.

ZOMPERO, A. de F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, Dec. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172011000300067&lng=en&nrm=iso. Acesso em 08 jun. 2020. <https://doi.org/10.1590/1983-21172011130305>.

ZOMPERO, A. de F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas para as aulas de Ciências: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa. 1ª ed. Curitiba: Appris, 2016.

ZOMPERO, A. de F.; LABURÚ, C. E.; VILAÇA, T. 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.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PRÁTICAS DE ENSINO EM BIOLOGIA

Disponível em: https://docs.google.com/forms/d/1yzh_euOpG9v6_FQpEF0Z-aVvpABGiBq6itqaYGiP_Ww/edit?usp=sharing

Práticas de ensino em Biologia

Este questionário faz parte do Projeto de Pesquisa da mestranda Jacqueline Queiroz, Programa PROFBio- UFMT, sob orientação da Profa. Dra. Marielle C. Schneider, e tem como objetivo conhecer as estratégias e dificuldades encontradas por você, professor, no ensino de Biologia. Você não levará mais de 10 minutos para responder este questionário. Sua contribuição será muito importante!

***Obrigatório**

1. Seu e-mail é?

2. 1. Estado onde mora.

*Marcar apenas uma
oval.*

- ☐ Acre
- ☐ Alagoas
- ☐ Amapá
- ☐ Amazonas
- ☐ Bahia
- ☐ Ceará
- ☐ Distrito Federal
- ☐ Espírito Santo
- ☐ Goiás
- ☐ Maranhão
- ☐ Mato Grosso
- ☐ Mato Grosso do Sul
- ☐ Minas Gerais
- ☐ Pará
- ☐ Paraíba
- ☐ Paraná
- ☐ Pernambuco
- ☐ Piauí
- ☐ Rio de Janeiro
- ☐ Rio Grande do Norte
- ☐ Rio Grande do Sul
- ☐ Rondônia
- ☐ Roraima
- ☐ Santa Catarina
- ☐ São Paulo
- ☐ Sergipe
- ☐ Tocantins
- ☐
- ☐

3. 2. Componente curricular de atuação atualmente *

Marque todas que se aplicam.

☐ Biologia

☐ Química

☐ Física

Outro: ☐ _____

4. 3. Sua idade? *

Marcar apenas uma oval.

☐ > 25 anos

☐ 25 - 30 anos

☐ 31 - 35 anos

☐ 36- 40 anos

☐ 41 - 45 anos

☐ 46 - 50 anos

☐ 51- 55 anos

☐ < 55 anos

5. 4. É servidor efetivo em rede pública? * Marcar apenas uma oval.

☐ Sim, em uma rede

☐ Sim, em duas redes

☐ Não

☐ Servidor em contrato temporário

6. 5. Redes em que atua? * Marcar apenas uma oval.

☐ Somente rede pública estadual

☐ Somente rede pública municipal

☐ Somente rede privada

☐

☐

☐

Rede privada e pública municipal

Rede privada e pública estadual

Rede pública estadual e municipal

7. 6. Tempo de atuação? *

Marcar apenas uma oval.

☐ inferior a

☐ 5 anos

☐ entre 5 e

☐ 10 anos

☐ entre 11

☐ e 15 anos

entre 16 e 20

anos entre 21 e

25 anos acima

de 25 anos

8. 7. Horas de trabalho? *

Marcar apenas uma oval.

☐ > 20 h semanais

☐ 30 h semanais

☐ 40 h semanais

☐ 60 h semanais

9. 8. No ensino de Biologia, qual temática você apresenta maior dificuldade em desenvolver sob a sua perspectiva, ou seja, qual conteúdo para você é de difícil compreensão, você possui menos domínio? *

-
-
10. 9. No ensino de Biologia, qual a temática você apresenta maior dificuldade em desenvolver sob a perspectiva dos alunos, ou seja, observando seus alunos qual conteúdo você considera de mais difícil compreensão? *
-
-
-

11. 10. Como você classifica sua dificuldade em ensinar o processo de respiração celular? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Muito difícil
- ☐ Difícil
- ☐ Regular
- ☐ Fácil
- ☐ Muito fácil

12. 11. Se você respondeu muito difícil, difícil ou regular na questão anterior, marque quais são as dificuldades encontradas.

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Complexidade do tema para o professor
- ☐ Quantidade de aulas
- ☐ Relação com o cotidiano
- ☐ Relevância do tema
- ☐ Complexidade do tema para o aluno
- ☐ Os conhecimentos prévios do aluno
- ☐ Falta de interesse do aluno
- ☐ Falta de material pertinente

Outro: ☐ _____

13. 12. Que estratégias você aplica no ensino de respiração celular? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Aula expositiva
- ☐ Animações
- ☐ Softwares
- ☐ Imagens
- ☐ Vídeos
- ☐ Aulas práticas
- ☐ Textos complementares
- ☐ Jogos e dinâmicas
- ☐ Artigos científicos

Outro: ☐ _____

14. 13. Você realiza alguma prática experimental com os alunos sobre respiração celular? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

15. 14. Se você respondeu SIM a questão anterior (13), que prática você realiza?

16. 15. Se você respondeu NÃO a questão anterior (13), justifique o fato de não realizar práticas ao ensinar respiração celular.

17. 16. Você concorda que o ensino de respiração celular necessita de conhecimentos prévios da Química e da Física? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim, para Química

☐ Sim,

☐ para

☐ Física

Sim para

ambas Não.

18. 17. Você já desenvolveu algum tipo de atividade interdisciplinar, utilizando conceitos de Física e Química, para ensinar respiração celular? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

19. 18. Se você respondeu sim a questão anterior (16), descreva brevemente como foi a experiência?

-
20. 19. Se você respondeu não a questão anterior (16), justifique o fato de não realizar atividades interdisciplinares.
-
-
-

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE B- QUESTIONÁRIO AVALIAÇÃO DE PRODUTO EDUCACIONAL

Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1ZkTAaVBJk_B9h3GnvRSQcNuJ6lM-Vpyk/view?usp=sharing

Avaliação de produto educacional

Este questionário foi elaborado e encaminhado a você para contribuir na construção do Trabalho de Conclusão de Mestrado da aluna Jacqueline Queiroz, mestranda no programa PROFBIO- UFMT, sob orientação da Profa. Dra. Marielle C. Schneider. Objetiva avaliar a aplicabilidade do produto educacional "Guia de atividades didático experimentais para o ensino de respiração celular", sob a ótica dos professores de Biologia. Para respondê-lo você levará entre 20 e 30 minutos, considerando a leitura do produto. ***Obrigatório**

Acesse o link na descrição e tenha acesso ao produto educacional: "Guia de atividades didático-experimentais para o ensino de respiração celular". Leia-o com atenção para responder as questões a seguir.

<https://drive.google.com/file/d/1nGwG7o2-WbXinqy0-7gGTzz9dlvAs9XO/view?usp=sharing>

1. Seu e-mail é?

2. Estado em que reside. *Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Acre
- ☐ Alagoas
- ☐ Amapá
- ☐ Amazonas
- ☐ Bahia
- ☐ Ceará
- ☐ Distrito Federal
- ☐ Espírito Santo
- ☐ Goiás
- ☐ Maranhão
- ☐ Mato Grosso
- ☐ Mato Grosso do Sul
- ☐ Minas Gerais
- ☐ Pará
- ☐ Paraíba
- ☐ Paraná
- ☐ Pernambuco
- ☐ Piauí
- ☐ Rio de Janeiro
- ☐ Rio Grande do Norte
- ☐ Rio Grande do Sul
- ☐ Rondônia
- ☐ Roraima
- ☐ Santa Catarina
- ☐ São Paulo
- ☐ Sergipe
- ☐ Tocantins
- ☐
- ☐

3. O produto educacional é atrativo e possui fácil entendimento? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ INSUFICIENTE
- ☐ REGULAR
- ☐ SUFICIENTE
- ☐ ÓTIMO

4. O layout do produto permite diferenciar etapas, assuntos, seções? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ INSUFICIENTE
- ☐ REGULAR
- ☐ SUFICIENTE
- ☐ ÓTIMO

5. A sequência das atividades permite um encadeamento de ideias? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ INSUFICIENTE
- ☐ REGULAR
- ☐ SUFICIENTE
- ☐ ÓTIMO

6. Como você considera a relação entre as imagens e o conteúdo? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ INSUFICIENTE
- ☐ REGULAR
- ☐ SUFICIENTE
- ☐ ÓTIMO

7. As atividades propostas são acessíveis? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ INSUFICIENTE
- ☐ REGULAR
- ☐ SUFICIENTE
- ☐ ÓTIMO

8. Os textos são compreensíveis para o professor? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ INSUFICIENTE
- ☐ REGULAR
- ☐ SUFICIENTE
- ☐ ÓTIMO

9. Os textos são compreensíveis para o para o aluno? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ INSUFICIENTE
- ☐ REGULAR
- ☐ SUFICIENTE
- ☐ ÓTIMO

10. A proposta cumpre com o objetivo de integrar conceitos da física, química e biologia, no ensino de respiração celular? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ INSUFICIENTE
- ☐ REGULAR
- ☐ SUFICIENTE
- ☐ ÓTIMO

11. O método investigativo é uma ferramenta que busca, através da utilização dos passos do método científico, colaborar para o letramento científico do aluno. A

partir dessa definição você considera que o modo como as práticas são apresentadas no guia é considerado investigativo? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Sim, parcialmente

12. Você considera que as habilidades descritas abaixo foram contempladas nas atividades propostas de maneira geral. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento.	☐	☐
Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).	☐	☐
Avaliar e prever efeitos dos impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.	☐	☐
Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências.	☐	☐
Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a	☐	☐

apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões.

13. Quais passos do método científico são identificados nas práticas? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Observação de um fenômeno
- ☐ Levantamento de problemas
- ☐ Levantamento de hipóteses
- ☐ Verificação de hipóteses
- ☐ Experimentação
- ☐ Registro das observações
- ☐ Discussão dos resultados
- ☐ Comunicação dos resultados

14. Você utilizaria esta sequência no ensino de respiração celular? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Não.
- ☐ Sim, parcialmente.
- ☐ Sim, totalmente.
- ☐ Outro:

15. Se você respondeu NÃO à questão anterior, justifique por que não utilizaria este guia.
16. Quais são seus comentários e/ou sugestões para melhoria deste guia?

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE C- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE BIOCENCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENSINO DE
BIOLOGIA
LINHA DE PESQUISA: ENSINO DE BIOLOGIA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você, está sendo convidado(a) a participar da pesquisa **“O uso de atividades didático-experimentais para o ensino de respiração celular”**. Esta pesquisa é componente do Trabalho de conclusão do Programa de Mestrado público em Ensino de Biologia- Profbio, que tem como requisito o desenvolvimento e a aplicação de atividades investigativas a alunos de Ensino Médio de escolas públicas, na busca pela melhoria do ensino de Biologia.

O presente trabalho tem por objetivo a elaboração de uma proposta didático-experimental interdisciplinar para o ensino da respiração celular, que possa contribuir para uma melhor compreensão do metabolismo energético dos seres vivos, relacionando-o com as formas de energia que são necessárias para manutenção de qualquer sistema. Por isso pretende-se verificar a aplicabilidade da proposta para alunos de Ensino Médio através da avaliação da mesma, por professores atuantes no Ensino Médio. O que esperamos do participante é que aja com motivação, atenção, colaboração em duas etapas: **primeiro** respondendo ao questionário quanto as suas dificuldades no ensino de Biologia e **segundo** respondendo ao questionário que avalia o “Guia de atividades didático-experimentais para o ensino de respiração celular” disponível através de link https://drive.google.com/file/d/1sosp2XSJ3gc08KdWYzq4k6wDPb-mEk_q/view?usp=sharing. A participação não envolve custos ou remunerações. O possível benefício ao participante é sentir-se colaborador na melhoria dos processos educativos.

O risco de sua participação neste estudo é mínimo visto que o questionário será respondido via on-line, sem nenhum contato presencial, sem necessidade de deslocamentos, impressões, ou horário pré-estabelecido. Pode haver algum desconforto ao responder as questõespor considerá-las estressantes, monótonas ou irrelevantes o que está previsto em qualquer atividade que faz parte da rotina cotidiana, por isso as questões buscam ser simples, atrativas e dinâmicas. A participação será constantemente avaliada e poderá sofrer alterações ou ser descontinuadas caso surja algum risco não previsto anteriormente.

A participação não é obrigatória e, a qualquer momento, você poderá encerrar o questionário. A desistência não trará prejuízos e segundo a Resolução 510/2016 o participante tem direito a buscar indenização por danos decorrentes da pesquisa, embora nenhum dano esteja previsto.

As respostas obtidas durante o projeto não serão divulgadas de forma a possibilitar a identificação do participante. Você terá acesso as respostas deste formulário através de recebimento de e-mail onde consta o e-mail do pesquisador principal e do Comitê de Ética responsável, podendo tirar dúvidas a qualquer momento.

Em caso de dúvida(s) e outros esclarecimentos sobre esta pesquisa o senhor(a) poderá entrar em contato com a pesquisadora pelo e-mail: jsfqueiroz21@hotmail.com, ou telefone: (65) 99687- 3523, encontrada no endereço Av. Pará, n. 689-E, Bairro Cidade Nova. Ou ainda com o Comitê de Ética em Pesquisa em Saúde que orienta os aspectos éticos da pesquisa, pelo e-mail: cepsaude@ufmt.br ou no endereço: Avenida Fernando Corrêa da Costa, n. 2367, Bairro: Boa Esperança, CEP: 78.060-900 Telefone: (65)3615-8254, Cuiabá, MT.

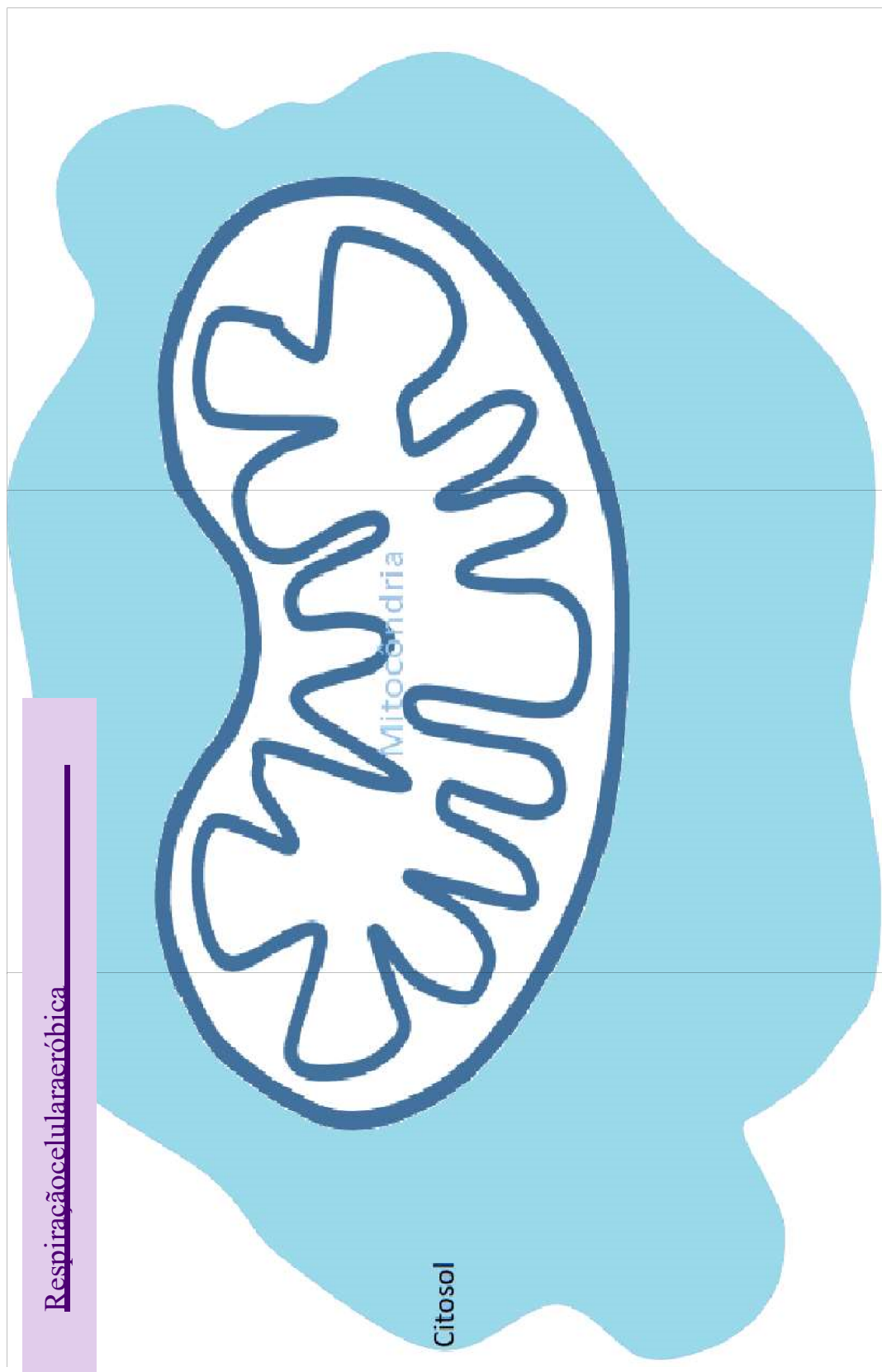
CONSENTIMENTO

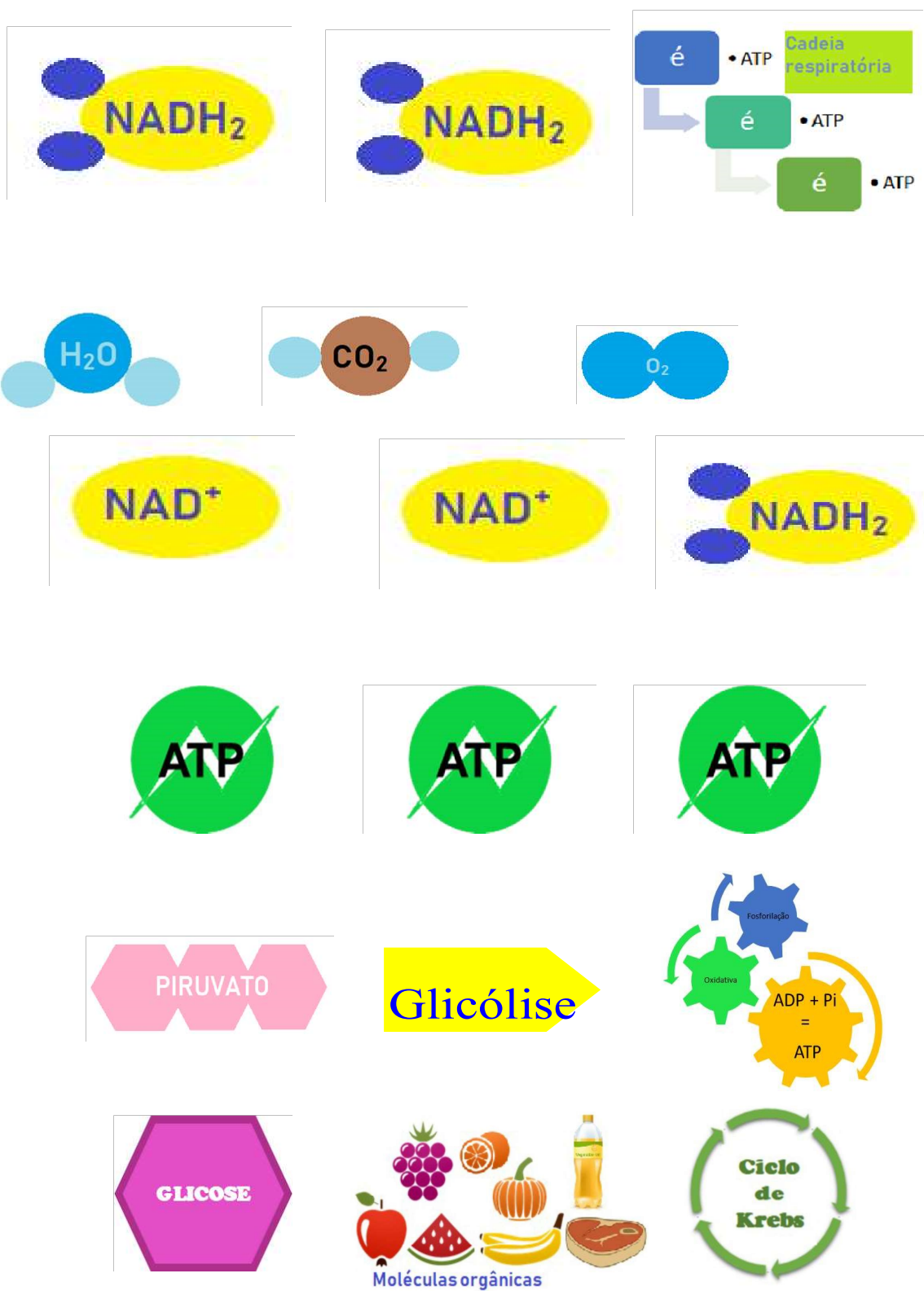
Eudeclaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da minha participação sendo que:

() aceito participar () não aceito participar.

Lucas do Rio Verde -MT, 2020.

APÊNDICE 4- ATIVIDADE LÚDICA RESPIRAÇÃO CELULAR





ANEXO 1- PARECER COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O uso de atividades didático-experimentais para o ensino de respiração celular

Pesquisador: JACQUELINE SANTOS FERREIRA

DE QUEIROZ Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 18358919.4.0000.8124

Instituição Proponente: Universidade Federal de Mato Grosso/UFMT

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.717.856

Apresentação do Projeto:

Como ocorre em todas as disciplinas contempladas no currículo do Ensino médio, em Biologia, há uma infinidade de conteúdo a ser ministrado, com uma enormidade de pré-requisitos e conceitos, muitas vezes abstratos e distanciados da vivência do aluno. Para viver e atuar numa sociedade regida pela informação, o indivíduo deve aprender a aprender, para continuar aprendendo e assim, transformar o ambiente e suas vivências. Os seres vivos, como qualquer sistema, precisam obter energia para seu metabolismo. Em biologia, a respiração celular, processo através do qual os seres vivos produzem moléculas orgânicas, aparece no 1º ano do Ensino Médio. Esta temática está carregada de conceitos abstratos, e conhecimentos da Química e da Física, disciplinas das quais os alunos tem um conhecimento superficial, no último ano do Ensino Fundamental. Essa é uma temática que exige trabalho interdisciplinar, que abarque conhecimentos da Química e da Física sobre energia para sua melhor compreensão. Faz-se necessário conhecer as produções sobre metabolismo energético, mais especificamente, respiração celular e verificar sua aplicabilidade, além de, na medida do possível, analisar o quanto estes métodos contribuíram para o aprendizado dos alunos, estimulando os professores a implementação de tais estratégias. O objetivo do presente estudo, é elaborar uma proposta de atividade didático-experimental interdisciplinar para o ensino da respiração celular, contribuindo assim para uma melhor compreensão do metabolismo energético dos seres vivos,

relacionando-o com as formas de energia que são necessárias para manutenção de qualquer

Página 01 de

sistema. Pretende-se ainda verificar a aplicabilidade do material, e a aprendizagem dos alunos. Será realizada uma pesquisa bibliográfica dos trabalhos disponíveis na internet, publicados e com livre acesso. Além disso, também serão utilizados livros didáticos de Química, Física e Biologia, tanto de utilização no Ensino Médio, quanto nos cursos de Graduação destas áreas, para coletar as melhores informações disponíveis quanto ao tema, para construção de um manual didático para uso do aluno. A aplicação será realizada na escola Estadual Dom Bosco, situada no município de Lucas do Rio Verde- MT, com alunos do Ensino médio.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo do presente estudo é elaborar uma proposta didático-experimental interdisciplinar para o ensino da respiração celular, contribuindo assim para uma melhor compreensão do metabolismo energético dos seres vivos, relacionando-o com as formas de energia que são necessárias para manutenção de qualquer sistema. Pretende-se ainda verificar a aplicabilidade da proposta para alunos de ensino médio.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo a pesquisadora quanto aos riscos e benefícios:

" Riscos:

"O risco de sua participação neste estudo é mínimo visto que o ambiente escolar é seguro, as atividades acontecerão com a supervisão de vários profissionais, e não haverá atividades que superem os riscos cotidianos do ambiente escolar. Pode haver algum desconforto ao ser avaliado ou achar as atividades estressantes ou monótonas o que está previsto também em atividades que fazem parte da rotina escolar, por isso as atividades buscam ser atrativas e dinâmicas." As atividades práticas a ser desenvolvidas serão realizadas em laboratório de Biologia respeitando as normas técnicas, e sem o uso de

reagentes que necessitem de maior segurança do que um laboratório de Ensino médio suporta.

"Benefícios:

Melhor aprendizado, retenção de conceitos pela associação à prática e estímulo à investigação tão necessária a área de Ciências da Natureza, principalmente no Ensino médio, que tem enfrentado altos índices de reprovação e evasão escolar".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Página 02 de

Protocolo de pesquisa em segunda versão. Pesquisa qualitativa que será desenvolvida no Mestrado

Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – ProfBio

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto: Atende a Norma Operacional 001/2013;

TCLE para pais ou responsáveis: Atende a Resolução 510/2016

TALE: Atende a Resolução 510/2016

Termo de Anuência: Adequado, termo de anuência do SEDUC e da direção da escola.

Cronograma: Adequado

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Protocolo de pesquisa sem pendências éticas, protocolo aprovado condicionado a pesquisadora retirar a parte no TCLE e TALE "Caso seja necessária assistência em decorrência de atividades da pesquisa, você será atendido em unidades do Sistema Único de Saúde (SUS)"

O SUS não pode se responsabilizar pelos danos nas pesquisas, retirar esta parte e acrescentar que o pesquisador deve arcar com os custos da assistência. Citar no relatório parcial da pesquisa a ser anexado na plataforma brasil a correção segundo a recomendação supracitada.

Considerações Finais a critério do CEP:

Protocolo de pesquisa aprovado quanto a análise ética. A pesquisadora deverá apresentar ao CEP relatório parcial e final da pesquisa por meio da plataforma brasil.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1391107.pdf	07/10/2019 18:25:41		Aceito
Outros	termo_anuencia_seduc.pdf	07/10/2019 18:23:26	JACQUELINE SANTOS FERREIRA DE QUEIROZ	Aceito
Outros	termo_anuencia_escola.pdf	07/10/2019 18:22:35	JACQUELINE SANTOS FERREIRA DE QUEIROZ	Aceito
Outros	resposta_parecercons1.pdf	07/10/2019 18:21:15	JACQUELINE SANTOS FERREIRA DE QUEIROZ	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	3PROJETO_Jacqueline_S_F_Queiroz.docx	01/10/2019 18:53:03	JACQUELINE SANTOS FERREIRA DE QUEIROZ	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	01/10/2019	JACQUELINE	Aceito

Página 03 de

Cronograma	Cronograma.docx	18:52:35	SANTOS FERREIRA DE QUEIROZ	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_ASSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO_AO_ALUNO.doc	01/10/2019 18:51:01	JACQUELINE SANTOS FERREIRA DE QUEIROZ	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_Consentimento_Livre_e_Esclarecido.doc	01/10/2019 18:50:27	JACQUELINE SANTOS FERREIRA DE QUEIROZ	Aceito
Outros	Declaracao_Coleta_De_Dados_Nao_Iniciada.doc	01/08/2019 18:02:20	JACQUELINE SANTOS FERREIRA DE QUEIROZ	Aceito

Declaração de Pesquisadores	doc_Decla_Responsab.doc	01/08/2019 17:58:19	JACQUELINE SANTOS FERREIRA DE QUEIROZ	Aceito
Folha de Rosto	2FolhaDeRosto_JSFAQ.pdf	01/08/2019 17:40:47	JACQUELINE SANTOS FERREIRA DE QUEIROZ	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CUIABA, 21 de Novembro de 2019

Assinado por:
Neudson Johnson Martinho
(Coordenador(a))