

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas

**VERIFICAÇÃO DO IMPACTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
SOBRE PROCESSOS ENERGÉTICOS CELULARES PARA
POTENCIALIZAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DA APRENDIZAGEM
NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Heverton Pires Souza

Belo Horizonte

2022

Heverton Pires Souza

**VERIFICAÇÃO DO IMPACTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
SOBRE PROCESSOS ENERGÉTICOS CELULARES PARA
POTENCIALIZAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DA APRENDIZAGEM
NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Erich Birelli Tahara

**Belo Horizonte
2022**

043

Souza, Heverton Pires.

Verificação do impacto de uma sequência didática sobre processos energéticos celulares para potencialização da transferência da aprendizagem na educação básica [manuscrito] / Heverton Pires Souza. – 2022.

112 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Erich Birelli Tahara.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Aprendizagem. 3. Bioquímica. I. Tahara, Erich Birelli. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO DE HEVERTON PIRES SOUZA

DEFESA Nº. 032 ENTRADA 1º/2020

No dia **8 de novembro de 2022, às 13:30 horas**, reuniram-se, remotamente, através da plataforma Teams, os componentes da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado, indicados pelo Colegiado do PROFBIO/UFMG, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: "**VERIFICAÇÃO DO IMPACTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE PROCESSOS ENERGÉTICOS CELULARES PARA POTENCIALIZAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DA APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO BÁSICA**", como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: **Ensino de Biologia**. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, o **Dr. Erich Birelli Tahara**, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao candidato para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado. Foram atribuídas as seguintes indicações:

PROFESSOR EXAMINADOR	INSTITUIÇÃO	INDICAÇÃO
Dr. Erich Birelli Tahara	UFMG	Aprovado
Dr. Erik Montagna	FMABC	Aprovado
Dra. Viviane de Souza Alves	UFMG	Aprovado

Pelas indicações, o candidato foi considerado: **APROVADO**.

O resultado foi comunicado publicamente ao candidato pelo Presidente da Comissão.

Comunicou-se, ainda, ao candidato, que o texto final do TCM, com as alterações sugeridas pela banca, deverá ser entregue à Coordenação Nacional do PROFBIO, no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data, para que se proceda a homologação.

Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

Belo Horizonte, 08 de novembro de 2022.

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Viviane de Souza Alves, Professora do Magistério Superior**, em 10/11/2022, às 09:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Erich Birelli Tahara, Professor do Magistério Superior**, em 11/11/2022, às 13:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Erik Montagna, Usuário Externo**, em 17/11/2022, às 08:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alfredo Hannemann Wieloch, Coordenador(a) de curso**, em 18/11/2022, às 08:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1875649** e o código CRC **9F645E72**.



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

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus e à Nossa Senhora Aparecida pelas bênçãos e proteção conferidas constantemente.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) pelas novas oportunidades de aprendizagem, além das possibilidades de novas reflexões.

Aos professores da UFMG por mostrarem novas perspectivas e contribuírem ativamente para o meu desenvolvimento profissional e pessoal. Fica aqui minha admiração pela competência profissional.

Ao Erich pela orientação, pelos ensinamentos, e pelas interações essenciais que me ajudaram a construir esse trabalho.

À diretora Marly Aparecida Pereira Silva: agradeço por cada palavra de acolhimento e incentivo durante o árduo desenvolvimento da pesquisa e, principalmente, da escrita deste trabalho. Muitíssimo obrigado!

Aos meus alunos que contribuíram para realização deste trabalho.

Aos meus amigos que compreenderam (mesmo reclamando bastante) a minha ausência em diversas situações.

Aos meus colegas de mestrado por promoverem momentos épicos de interação e aprendizagem, em especial à Aline que esteve ao meu lado em todos os momentos, dos alegres aos mais estressantes.

Agradeço à minha família pelo apoio e incentivo durante toda essa jornada; à minha mãe, Iracy, por, apesar de todos os percalços, nunca soltar minha mão, e sempre estar disponível para ouvir minhas demoradas reclamações. Ao meu pai, Wilson, pela torcida incondicional, sempre mostrando acreditar mais em mim do que eu mesmo. Ao meu irmão Helbert pelas trocas de mensagens que sempre me fazem ficar feliz, além de sua paciência com minha inquietude.

Por fim, agradeço a todos, que de alguma forma, contribuíram para a realização desse sonho.

RELATO DO MESTRANDO – TURMA 2020

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais
Mestrando: Heverton Pires Souza
Título do TCM: Verificação do impacto de uma sequência didática sobre processos energéticos celulares para potencialização da transferência da aprendizagem na Educação Básica
Data da defesa: 08 de novembro de 2022
<p>Participar do PROFBIO foi um dos desafios mais importantes da minha vida. A jornada do mestrado começou antes mesmo da aprovação no processo seletivo. Após realizar a inscrição, tive muitas dúvidas sobre se seria ou não capaz de atingir as expectativas do programa. Por isso, passei por um período de reflexões, afinal moro a 370 km da UFMG e não sei me deslocar pelas ruas de Belo Horizonte. No dia da prova, depois de ver a quantidade de candidatos, tive a sensação de que não seria possível conseguir ficar dentro do número de vagas previstas pelo edital. Para a minha surpresa, fiquei entre os classificados. Nesse momento, fiquei com a sensação de desafio cumprido e achei que nada mais me assustaria. Estava pronto para começar o tão sonhado mestrado.</p> <p>Devido a pandemia da Covid-19, fizemos quase todas as aulas de modo remoto. Presencialmente, tivemos a aula inaugural e a primeira aula da disciplina Introdução ao AVA. A aula inaugural aconteceu exatamente um dia após meu aniversário. Um presentão! Nesse primeiro momento, tudo era novo, encantador, e possibilitou muitas reflexões que me fizeram ter a certeza de estar na profissão correta. Na aula da disciplina Introdução ao AVA, tive um contato mais direto com o PROFBIO e pude começar a pensar quais caminhos poderia seguir nesse percurso. Na semana seguinte, as aulas da UFMG foram suspensas e, passado algum tempo, retornaram de forma remota, com momentos síncronos e assíncronos. Apesar dos percalços, tentei fazer o meu melhor para conseguir tornar esses momentos em pura aprendizagem. Confesso que oito horas do dia em frente ao computador eram extremamente exaustivas, estressantes e difíceis, principalmente quando se está em casa.</p> <p>O PROFBIO possibilitou a interação com outros professores de Biologia e Ciências, o que me ajudou a expandir minhas perspectivas sobre as diferentes realidades, a rever as minhas práticas docentes e a pensar criticamente sobre diversos temas. Além disso, ampliei minha autonomia, visto que não existem receitas prontas quando falamos do desenvolvimento da Ciência. Dessa forma, considero-me mais qualificado para colaborar com a educação, promovendo meios e condições para que os alunos sejam os construtores do seu conhecimento.</p>

RESUMO

No Ensino Médio, ao estudar os numerosos processos metabólicos associados à estrutura e à organização celular, é exigido dos alunos um elevado nível de abstração. Somado à escassez de tempo disponível para cobrir e trabalhar todo os conteúdos de Bioquímica de maneira adequada, está o fato de que os alunos apresentam uma grande dificuldade em reconhecer a existência de uma realidade invisível aos olhos, o que aumenta o desafio em interagir com o mundo microscópico e submicroscópico, provocando, assim, dificuldades na aprendizagem de conteúdos que envolvem tal interação como a Bioquímica. Portanto, o presente estudo ocorreu por meio do desenvolvimento de uma sequência didática sobre os processos energéticos celulares como forma de potencializar a transferência da aprendizagem. Para isso, as estratégias das atividades foram associadas a seis etapas do processo de aprendizagem: conhecer os alunos, motivar, estimular, reagir, realimentar e memorizar. Nesse contexto, a sequência didática foi dividida em seis etapas de desenvolvimento: (i) construção de nuvens de palavras considerando os conhecimentos prévios dos alunos; (ii) roda de conversas a partir de problemática envolvendo os conceitos de *vida e energia*; (iii) explicação dos processos energéticos celulares; (iv) discussão gerada por meio de problematização relacionada aos processos energéticos; (v) verificação da transferência de aprendizagem através da criação de paródias, desenvolvimento de mapas conceituais e aplicação de jogo; e (vi) avaliação da proposta. Para tal, trinta alunos de duas turmas do 2º Ano do Ensino Médio da Escola Estadual Doutor Odilon Loures foram envolvidos na pesquisa. A aplicação da sequência didática proporcionou aos participantes a construção do conhecimento e o desenvolvimento do pensamento crítico. Como resultado da condução desse estudo, houve a elaboração de um manual de práticas que poderá ser utilizado por outros professores no desenvolvimento da temática.

Palavras-chave: Estratégias de ensino-aprendizagem; transferência de aprendizagem; Bioquímica.

ABSTRACT

In High School, students are required to show a high level of abstraction in order to study the myriad of metabolic processes associated with structures and cellular organization. In addition to the little to no time available to discuss the whole Biochemistry content, students fail to recognize the existence of a reality invisible to the eye, increasing their challenge to interact with the microscopic and submicroscopic worlds which hampers their learning of Biochemistry. Therefore, the present study was carried out through the development of a didactic sequence on cellular energetic processes as a way to enhance the transfer of learning of students. In this sense, the strategies were associated with six stages of the students' learning process: motivating, stimulating, knowing, reacting, re-feeding and memorizing. In this context, the didactic sequence was identified in six stages of development: (i) building word clouds according to the students' previous knowledge; (ii) chatting circle of students based on problems with the concepts of life and energy; (iii) explanation of cellular energetic processes; (iv) processes generated through problematization related to energy processes; (v) verification of the transfer of learning through the creation of parodies, development of concept maps and application of games; and (vi) evaluation of the proposal. Thirty students of the 2nd Year of High School from Escola Estadual Doutor Odilon Loures were involved in this research. The application of the didactic sequence led the students to develop the construction of critical thinking. As a result of this study, a manual of practices was written so that it can be used by other teachers to develop the theme.

Keywords: Teaching-learning strategies; transfer of learning; Biochemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Inter-relação dos fundamentos constituintes da pesquisa	27
Figura 2 - Etapas da sequência didática.....	28
Figura 3 - Nuvem de palavras da Turma 1	29
Figura 4 - Nuvem de palavras da Turma 2	30
Figura 5 - Tirinha: O alface e a fotossíntese.....	30
Figura 6 - Fermentação.....	32
Figura 7 - Conversão de glicose e citrato	32
Figura 8 - Ciclo do ácido cítrico e fosforilação oxidativa	32
Figura 9 - Fotossíntese.....	33
Figura 10 - Resposta a situação-problema do Grupo 1	47
Figura 11 - Resposta a situação-problema do Grupo 2	47
Figura 12 - Resposta a situação-problema do Grupo 3	48
Figura 13 - Resposta a situação-problema do Grupo 4	48
Figura 14 - Resposta a situação-problema do Grupo 5	49
Figura 15 - Resposta a situação-problema do Grupo 1	50
Figura 16 - Resposta a situação-problema do Grupo 2	50
Figura 17 - Resposta a situação-problema do Grupo 3	51
Figura 18 - Resposta a situação-problema do Grupo 4	51
Figura 19 - Resposta a situação-problema do Grupo 5	52
Figura 20 - Paródia da música Get Lucky	55
Figura 21 - Material entregue: resumo	57
Figura 22 - Material entregue: linha do tempo	57
Figura 23 - Alguns mapas conceituais produzidos pelos alunos	58
Figura 24 - Alguns mapas conceituais sobre processos energéticos celulares	59
Figura 25 - Alguns mapas conceituais sobre fotossíntese	61
Figura 26 - Alguns mapas conceituais sobre fotossíntese	62
Figura 27 - Resumo sobre respiração celular	64
Figura 28 - Questões elaboradas pelos alunos.....	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Avaliação das atividades da sequência didática.....	66
Gráfico 2 - Relevância das atividades propostas	67
Gráfico 3 - Dificuldade da sequência didática.....	67
Gráfico 4 - Dificuldade de organização durante a participação	68
Gráfico 5 - Autoavaliação da participação	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Questão base.....	29
Quadro 2 - Planejamento das aulas expositivas-dialogadas	31
Quadro 3 - Algumas respostas a questão base.....	36
Quadro 4 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 1	37
Quadro 5 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 1	38
Quadro 6 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 1	39
Quadro 7 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 1	39
Quadro 8 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da turma 1	40
Quadro 9 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 2.....	41
Quadro 10 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 2.....	41
Quadro 11 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 2.....	42
Quadro 12 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 2.....	44
Quadro 13 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 2.....	44
Quadro 14 - Paródias elaboradas pelos alunos na temática fotossíntese.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CBC	Currículo Básico Comum
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 O aluno e o processo de ensino-aprendizagem	15
1.2 A transferência de aprendizagem	16
1.3 O ensino de Bioquímica no Ensino Médio	18
1.3.1 Relação entre fotossíntese e respiração	19
1.3.2 Fermentação e a negligência do seu ensino	20
1.4 Autonomia discente através de situações-problemas, paródias e mapas conceituais	20
1.5 Teoria de aprendizagem e a construção de significados	22
1.6 Ensino de ciências por investigação	23
2 OBJETIVOS	25
2.1 Objetivo geral.....	25
2.2 Objetivos específicos	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Procedimentos metodológicos	26
3.2 Aspectos éticos.....	27
3.3 Participantes da pesquisa	27
3.4 Ações metodológicas	28
3.4.1 Construção de uma nuvem de palavras	28
3.4.2 Roda de conversa	29
3.4.3 Utilização de material complementar em aulas expositivas.....	31
3.4.4 Proposição de questão-problema.....	33
3.4.5 Verificação da transferência de aprendizagem.....	33
3.4.6 Aplicação de questionário	34
3.5 Produtos	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 Conhecimentos prévios.....	35
4.2 Roda de conversa	36
4.2.1 Roda de conversa da Turma 1	37
4.2.2 Roda de conversa da Turma 2	40
4.3 Aulas expositivas-dialogadas.....	45
4.4 Situação-problema	46
4.4.1 Situação-problema sobre a construção de um terrário	46
4.4.2 Situação-problema sobre a produção de alimentos	49
4.5 Transferência de aprendizagem	52

4.5.1 Paródia.....	52
4.5.2 Mapa Conceitual	56
4.5.3 Jogo	64
4.6 Avaliação	66
4.6.1 Avaliação da proposta	66
4.6.2 Autoavaliação.....	68
5 CONCLUSÃO.....	70
REFERÊNCIAS.....	72
APÊNDICES	77
Apêndice A – Resumo em tópicos sobre Os Processos Energéticos Celulares	77
Apêndice B – Situação-problema sobre produção de alimento	79
Apêndice C – Situação-problema sobre construção de um terrário.....	80
Apêndice D – Questionário de avaliação.....	81
Apêndice E – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	82
Apêndice F – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE).....	84
Apêndice G – Manual de práticas.....	86
ANEXOS.....	102
Anexo I – Parecer Consubstanciado do CEP	102
Anexo II – <i>Quiz</i> com questões elaboradas pelos alunos	108

1 INTRODUÇÃO

1.1 O aluno e o processo de ensino-aprendizagem

É inegável que a escola faz parte da educação: a existência de um espaço físico adequado é fundamental para o bom desenvolvimento da aprendizagem. Entretanto, o acesso a este ambiente não é garantia de êxito já que, como determina o Artigo 2º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, a Educação Básica é responsabilidade conjunta tanto da família como da escola (BRASIL, 1996) sendo imprescindível, portanto, a interação entre as partes. No entanto, o espaço escolar é dependente de recursos para gerar condições para a execução das suas atribuições, e a participação ativa da família é condicionada à disponibilidade de tempo e interesse. De acordo com Freire (2009), a concomitância entre os pais e a escola – aqui representada pelos professores – influencia a aprendizagem do aluno. A falta dessa sincronicidade cria fatores desmotivadores para os estudantes.

Atualmente, observa-se que uma grande quantidade de alunos em uma mesma turma exerce influência direta na função do professor e na qualidade da aprendizagem. Esse fator atrapalha, principalmente, aqueles alunos que necessitam de apoio individualizado, o que exacerba a dificuldade de aprendizagem por eles já apresentada. De fato, cada turma possui uma diversidade humana que precisa ser considerada no planejamento das aulas já que as necessidades individuais de cada aluno devem ser consideradas para que o processo de ensino-aprendizagem seja exitoso (POZO; CRESPO, 2009).

A maioria dos alunos está habituada às antigas práticas de ensino, nas quais eram cobradas as repetições dos saberes, sem levar em conta o caminho percorrido para alcançar o significado ou a associação entre os conhecimentos preexistentes. Uma vez que a filosofia de ensino regularmente utilizada estimula a passividade dos alunos, estes, quando se deparam com o ENEM – prova de caráter interdisciplinar que avalia a autonomia do participante –, acabam se surpreendendo negativamente e afastando a possibilidade de ingressar na vida acadêmica. Com isso, torna-se evidente a necessidade de a escola incentivar e proporcionar mudanças de estratégias nos processos de ensino, como salientam Pozo e Crespo (2009).

Contudo, ainda é comum que muitos professores abordem os conteúdos em sala de aula de maneira exclusivamente expositiva, com definições conceituais fixas e exigindo de seus alunos a sua reprodução de forma idêntica àquela provida pelos livros didáticos. O conforto dessa maneira de transmitir conhecimento possibilita ao profissional o controle do que é reproduzido, porém afasta – ou mesmo destrói – o protagonismo do estudante. De acordo com

Pozo e Crespo (2009), quando os alunos não entendem o motivo de executar uma tarefa, mesmo sabendo fazê-la, as habilidades por eles adquiridas no processo serão perdidas rapidamente, ao ponto de não conseguirem enxergar a aplicabilidade e utilidade desse conhecimento adquirido em uma situação nova. Por isso, quanto maior a participação dos alunos no processo de construção do conhecimento, mais fácil será a aplicação dos conteúdos aprendidos nas suas experiências pessoais e, assim, proporcionar a compreensão dos desafios propostos em avaliações como o ENEM, ou mesmo em situações cotidianas. Portanto, é necessária uma mudança na maneira em que o processo de ensino-aprendizagem é conduzido.

1.2 A transferência de aprendizagem

No contexto do ensino, docente e discente são responsáveis pela aprendizagem. Vale lembrar que, neste processo, a família é fundamental para prover suporte e incentivo, seja financeiro ou moral. Díaz (2011, p. 90) afirma que “os aprendizados têm diferentes conotações segundo o tipo de relações sociais onde se produzem: na medida em que o ambiente for complicado, mais complicada será a formação e transformação”, uma vez que aprender é um processo natural entre os indivíduos ao longo da vida, e pode acontecer de diversas maneiras. A aprendizagem deve ser capaz de provocar e instigar a obtenção de conhecimento.

De acordo com Gil (2013) a aprendizagem ocorre quando uma pessoa manifesta aumento de capacidade para determinados desempenhos em decorrência de experiências pelas quais passou. Quando “a mudança no indivíduo ocorre em atividades não equivalentes às anteriores ou é verificada em situações distintas daquelas em que ocorreu a aquisição, pode ser dito que ocorreu uma transferência de aprendizagem” (PANTOJA; BORGES-ANDRADE, 2004, p. 117). Além disso, segundo Pilati e Abbad (2005), o processo de aprendizagem pode ser subdividido em cinco etapas: (i) impacto do treinamento no trabalho (que, em termos acadêmicos, é entendido como impacto do ensino na execução de tarefas); (ii) transferência de aprendizagem; (iii) generalização; (iv) retenção; e (v) aquisição.

A transferência é a etapa que se segue após a vivência do que foi aprendido, e é caracterizada pela utilização da informação adquirida quando uma determinada situação cotidiana for vivenciada pelo indivíduo. Além disso, segundo Villas Boas (1962), é imprescindível que o indivíduo possua a intenção de transferir, ou seja: ele deve ser capaz de utilizar o que foi aprendido quando passar por determinada situação, em um novo contexto.

Em relação ao processo de transferência, o professor pode ser considerado o principal agente nesse processo (SCHLOCHAUER, 2013) dado que esta etapa é caracterizada como

sendo um momento de monitoramento e avaliação dos alunos para o seu sucesso. De fato, Silva (2006, p. 167) afirma que “o professor é aquele que vai além de transmitir conhecimentos” já que ele também deve possuir a intenção de transferir a informação, sendo o responsável por oferecer os meios para que o aluno alcance, então, a transferência de aprendizagem.

Considerando o processo de aprendizagem descrito por Pilati e Abbad (2005), faz-se necessário ressaltar que as etapas de generalização, retenção e aquisição estão condicionadas ao sucesso da transferência de aprendizagem. De acordo com Alves (2014), a generalização está associada à transferência, pois o conteúdo aprendido deve ser recuperado e, então, armazenado na memória de longo prazo, levando à retenção. Dessa forma, para que a aquisição efetivamente ocorra, a informação retida deve ser aplicada em uma nova situação, visto que “o conhecimento nunca é uma cópia da realidade que representa”, como afirmam Pozo e Crespo (2009, p. 23).

De acordo com Ribeiro (2014) e Silva (2006), as relações familiares se estendem para a escola, onde a figura do professor substitui a figura dos pais. Nesse momento, acontece a primeira transferência de significados para o aluno. Conforme afirma Silva (2006), o professor passa a receber os sentimentos que inicialmente foram direcionados aos pais e, como declara Ribeiro (2014), esses sentimentos podem ser amorosos ou conflituosos. Independentemente do tipo da emoção que o professor despertar no aluno, seja ela positiva ou negativa, o fenômeno da transferência acontecerá.

Muitos dos insucessos que ocorrem em sala de aula estão relacionados à forma como o professor motiva o aluno. Quando o aluno é motivado corretamente, a sua curiosidade o instiga, de modo que o interesse sobre determinado tema se torna persistente. Caso o estudante não seja motivado, ele não terá sua curiosidade despertada e, por consequência, não terá interesse por determinado tema e, simplesmente, reproduzirá o necessário para lidar com uma determinada situação, descartando a informação logo em seguida. Para que esse descarte não ocorra, a curiosidade deve ser necessariamente sustentada pelo desejo de aprender (ALVES, 2004).

Alves (2004) também destaca que a curiosidade proporciona pensamentos capazes de construir pontes para alcançar o desejo, que é o responsável pelo conhecimento; afinal, para aprender é preciso ser instigado e querer aprender. Além do mais, de acordo com o autor, um recorrente erro cometido pelos professores é oferecer, de antemão, respostas a perguntas que ainda não foram formuladas pelos alunos. Portanto, os professores devem estimular, motivar e capacitar os alunos a realizarem perguntas, obter informações, formular explicações, conceitos e opiniões com suas próprias palavras (KRASILCHIK, 2009).

Segundo Pozo e Crespo (2009), para que os alunos resolvam os problemas de modo estratégico, deve-se evitar a repetição cega dos saberes adquiridos, mas sim utilizar a prática reflexiva, que exige deles planejamento, seleção e reflexão do que foi aprendido. Essa ideia reafirma o posicionamento de Villas Boas (1962, p. 20), quando afirma que “transferir não é repetir”.

1.3 O ensino de Bioquímica no Ensino Médio

No Ensino Médio, a Bioquímica é apresentada para os alunos como a associação entre as disciplinas de Biologia e Química. De fato, nas aulas de Biologia são abordados os fenômenos bioquímicos relacionados às células: estrutura, organização e metabolização (do grego *metaballein*, que significa “transformar”). De acordo com Sadava *et al.* (2009a), a adequada execução e o adequado controle das rotas metabólicas – um conjunto de determinadas reações bioquímicas sequenciais – garantem, aos seres vivos, a chamada homeostase, uma característica fundamental para manutenção da viabilidade destes.

Nos seres vivos, as rotas metabólicas são subdivididas em dois tipos: as rotas anabólicas e as rotas catabólicas. Segundo Sadava *et al.* (2009a), de forma geral, as reações anabólicas envolvem a entrada de energia durante a formação das novas ligações químicas, enquanto as reações catabólicas liberam a energia presente nas ligações químicas rompidas. Ao estudar esses numerosos processos, associados à estrutura e à organização celular, é exigido dos alunos um elevado nível de abstração. Somada à escassez de tempo disponível para cobrir e trabalhar todo o conteúdo de Bioquímica de maneira adequada, os alunos apresentam uma grande dificuldade em reconhecer a existência de uma realidade invisível aos olhos, o que aumenta o desafio em interagir com o mundo microscópico e submicroscópico, provocando, assim, uma dificuldade na aprendizagem de conteúdos que envolvem tal interação como a Bioquímica.

No Ensino Médio, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a área de Ciências da Natureza – trabalho interdisciplinar de Biologia, Física e Química – possibilita a construção de uma base de conhecimento contextualizada para preparar os alunos na elaboração de argumentos e nas tomadas de iniciativas (BRASIL, 2018). De fato, o desenvolvimento do pensamento abstrato é um dos principais objetivos do ensino de Ciências, visto que, ao desenvolverem essa competência, os alunos adquirirem a capacidade de correlacionar símbolos e significados: em Ciências, muitos fenômenos não são visíveis a olho nu, necessitando, portanto, de uma representação simbólica.

Em Bioquímica – como em qualquer outro tema –, é necessário que os alunos compreendam os conceitos dessa disciplina para que possam estabelecer uma conexão entre estes e as suas vidas para que, assim, o conhecimento bioquímico encontre significado pessoal, propiciando a transferência de aprendizagem. Quando Krasilchik (2009, p. 251) alega que “é mais significativo trabalhar, bem e profundamente, tópicos identificados como básicos do que, superficialmente, um grande conjunto de temas”, e quando Alves (2014, p. 43) afirma que “a prova de que a aprendizagem ocorreu consiste na verificação de uma mudança comportamental relativamente persistente”, faz-se clara a necessidade de se alterar a abordagem do conteúdo de Bioquímica no Ensino Médio de forma que os alunos possam trabalhar seus conceitos mais profundamente, levando-os à compreensão destes e, conseqüentemente, ao alcance de uma sólida mudança de comportamento frente a determinadas situações de suas vidas.

1.3.1 Relação entre fotossíntese e respiração

Na Educação Básica, o ensino sobre fotossíntese e respiração celular é aprofundado no Ensino Médio; porém, esses assuntos são apresentados aos estudantes de maneira isolada, sem demonstrar a existência de interação entre os processos. É salutar que os discentes compreendam a importância de cada processo e de suas interações. Segundo Alberts *et al.* (2017, p. 55) “a fotossíntese e a respiração são processos complementares” e, de acordo com os autores, o grande ciclo que envolve todos os seres vivos do planeta é baseado na utilização do carbono.

Na fotossíntese, as plantas e outros organismos captam CO_2 , água e energia da luz, produzindo O_2 e carboidratos. Como em outros processos metabólicos, as reações químicas da fotossíntese podem ser divididas em fases – nesse caso em duas: a fase dependente de luz e a fase independente de luz. De acordo com Sadava *et al.* (2009b), as reações da fase dependentes de luz convertem energia luminosa em energia química, enquanto as reações da fase independente de luz não usam diretamente a energia luminosa, apesar de usarem os produtos gerados na rota anterior e o CO_2 presente no ambiente para produção de açúcares.

De acordo com Alberts *et al.* (2017), a respiração aeróbica é o processo de oxidação de substratos que ocorre com o consumo do oxigênio liberado durante a fotossíntese. Segundo Sadava *et al.* (2009c), a respiração celular é um dos importantes processos metabólicos responsáveis pela utilização de substratos oxidáveis no fornecimento de energia.

A compreensão dos processos energéticos da natureza, como a fotossíntese e a respiração celular, envolvem conceitos abstratos que dificultam a assimilação das ideias

envolvidas nestes eventos e a relação existente entre eles. Com isso, a falta de entendimento satisfatório do estudante o estimula a simplesmente decorar os conceitos desses temas, os quais serão reproduzidos nas atividades avaliativas sem que, de fato, ocorra a construção de argumentos contextualizados ao tema. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000), além de fornecer informações é fundamental, durante o ensino de Biologia, o desenvolvimento de competências que possibilitem ao estudante compreender, elaborar e refutar informações para que assim, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos, este possa compreender o mundo e, nele, agir com autonomia.

É importante considerar que os processos energéticos celulares estão diretamente relacionados e, para isso, os estudantes devem compreender que existe uma importante relação entre a fotossíntese, a respiração celular e os seres vivos. Nessa perspectiva, o Currículo Básico Comum (CBC) de Biologia (MINAS GERAIS, 2007) traz no tópico “processos biológicos de obtenção de energia: fotossíntese, respiração e fermentação” a necessidade da análise dos processos de obtenção de energia pelos sistemas vivos e a identificação dos fatores ambientais que interferem nos processos de obtenção de energia. Dessa forma, é possível promover a construção de conhecimento por meio da elaboração de argumentos com base na análise de situações próximas ao cotidiano do estudante.

1.3.2 Fermentação e a negligência do seu ensino

No Ensino Médio, mesmo com os alunos constantemente fazendo associações a eventos cotidianos, o conceito de fermentação passa despercebido. Segundo Sadava *et al.* (2009c), em condições anaeróbicas, as reações de degradação de glicose – ou outros nutrientes – como forma de adquirir energia é conhecida como fermentação.

No cotidiano, é possível listarmos produtos originados pela fermentação. Desse modo, de acordo com Nelson e Cox (2019, p. 555) “as fermentações são usadas para produzir alguns alimentos comuns e reagentes químicos”. Partindo desse pressuposto, frequentemente os materiais didáticos e paradidáticos da Educação Básica apresentam esse conhecimento apenas demonstrando suas aplicações econômicas, principalmente, na produção de alimentos e de biogás.

1.4 Autonomia discente através de situações-problemas, paródias e mapas conceituais

A sequência didática auxilia no desenvolvimento do trabalho do professor pois facilita a exposição do tema e permite, ao longo do percurso de ensino-aprendizagem, a correção de direção. Desta forma, a utilização de sequências didáticas pode diminuir a fragmentação e aumentar a contextualização dos conhecimentos (PECHLIYE, 2018). Com isso, ao desenvolver diversos temas usando abordagens investigativas, a sequência didática guia a realização das atividades e promove a autonomia discente, conforme os objetivos de cada etapa.

Carvalho (2020) propõe a criação de um ambiente estimulante para a construção dos conhecimentos pelos próprios alunos. Portanto, na introdução de uma nova temática, considerar os conhecimentos prévios dos estudantes confere liberdade intelectual e, posteriormente, favorece o protagonismo na resolução de uma situação-problema. Vale ressaltar que o processo de fazer Ciência acontece a partir das várias estratégias para solução de problemas; logo, não existe um modelo fixo de ensino responsável para conferir autonomia ao discente. Levando em consideração o fato de que os alunos aprendem de formas diferentes, aqueles acostumados às práticas de repetição de saberes – ou seja, a metodologias mais passivas – podem demorar para se adequar (GLASGOW, 2019). Em vista disso, Pechliye (2018) adverte que, apesar de benéficas, as sequências didáticas não podem ser encaradas como fórmulas de sucesso.

Silva e Trivelato (2016, p. 4933) afirmam que apenas é possível buscar um ensino que estimule “o desenvolvimento de ferramentas intelectuais para a investigação” quando “oferecemos oportunidades para que os estudantes sejam apresentados a problemas cujas soluções possam ser alcançadas por processos investigativos práticos e/ou teóricos”. Dessa forma, como afirma Miranda (2016), o uso de diferentes estratégias mobiliza a criatividade. Assim, além da utilização de situações-problema em uma sequência didática, a construção de paródias e mapas conceituais pode ser um promotor do desenvolvimento da aprendizagem.

De acordo com Moreira (2011, p. 123) mapas conceituais “são apenas diagramas indicando relações entre conceitos ou entre palavras que usamos para representar conceitos”. Todavia, Machado (2020) afirma que construir mapas mentais e mapas conceituais contribui nos estudos das temáticas e para a apropriação do conhecimento, principalmente em Biologia, tendo em vista as dificuldades dos discentes em relação aos nomes e conceitos. Além disso, Barros, Zanella e Araújo-Jorge (2013) propõem que a utilização de música nas aulas como recurso didático-pedagógico promove algumas vantagens: apresenta um baixo custo, propicia relações interdisciplinares para os alunos, além de ser uma atividade lúdica que supera a barreira da educação formal, podendo ser representada como uma atividade cultural.

Partindo desses pressupostos, o uso de uma situação-problema e o desenvolvimento de paródias e mapas conceituais instigam a criatividade dos alunos, estimulam a autonomia e possibilitam a construção do conhecimento.

1.5 Teoria de aprendizagem e a construção de significados

Atualmente, existem diversas teorias de aprendizagem disponíveis para dar suporte aos estudos e desenvolvimento de propostas de ensino. Em comum, todas as teorias estabelecem alguns processos de mudanças no indivíduo. Assim sendo, é reforçada a afirmação de Andrade e Sartori (2018, p. 182) que colocam que “no processo de ensinar e aprender, é fundamental que a construção de sentido seja entrelaçada à construção do significado”.

Zabala e Arnau (2010) declaram que as circunstâncias nas quais ocorrem as aprendizagens mais significativas são desenvolvidas por meio das teorias construtivistas e socioconstrutivistas. Nesse contexto, podemos destacar os estudos desenvolvidos por Piaget, Vygotsky e Ausubel para explicar como ocorre a aquisição de conhecimentos.

Os trabalhos de Piaget e Vygotsky tiveram muita influência no desenvolvimento das teorias construtivistas. Machado (2020) aponta que os trabalhos de Piaget destacam-se, principalmente, pela relevância dada aos estágios – e ou níveis de desenvolvimento – e aos conceitos de assimilação, acomodação e equilíbrio. Desta forma, como afirma Palangana (2015, p.75), “convém lembrar que Piaget se propôs a estudar o processo de desenvolvimento do pensamento, e não a aprendizagem em si”. Segundo Krasilchik (2019), Vygotsky forneceu uma importante contribuição ao processo educacional sociocultural: nessa perspectiva, Machado (2020, p. 47) aponta que, nas concepções de Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo do aluno é determinado pela interação da aprendizagem e do ensino, “mediado por situações compartilhadas social, cultural e historicamente pelos pares da escola (professores e alunos), caracterizando sua teoria como construtivista e sociocultural”.

A teoria de Ausubel parte do princípio de que a estrutura cognitiva existente está em constante transformação e que, assim, ocorre a aprendizagem (MACHADO, 2020). De acordo com Peña et al. (2005, p.17) “as estruturas cognitivas são utilizadas por Ausubel para designar o conhecimento de um tema determinado e sua organização clara e firme, e estão relacionadas com o tipo e conhecimento, sua extensão e seu grau de organização”. Conforme indica Machado (2020, p.51) “na teoria ausubeliana, constam os conceitos de aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa”. A aprendizagem mecânica está relacionada à memorização sem

nenhuma relação com a estrutura cognitiva, enquanto a aprendizagem significativa relaciona-se com aspectos relevantes do conhecimento do indivíduo (ZOMPERO; LABURÚ, 2016).

Nesse contexto, Moreira (2011, p.13) apresenta a aprendizagem significativa como sendo a aquisição de conhecimentos na qual “as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe”. Dessa forma, “na aprendizagem significativa, o mais importante a ser considerado é aquilo que o aluno já sabe, tendo em vista que o cérebro é altamente organizado, capaz de formar uma hierarquia conceitual” (MACHADO; 2020, p. 52).

1.6 Ensino de ciências por investigação

O ensino por investigação é uma maneira de quebrar os paradigmas erroneamente estabelecidos do que *é* e de *como* fazer Ciência. A prática de ensinar através de atividades investigativas pretende aproximar os estudantes e a pesquisa científica para, assim, aliar os conhecimentos científicos aos conhecimentos escolares. É fato que muitos estudantes acreditam que quem desenvolve a ciência é um gênio que trabalha para desvendar diferentes mistérios e realizar descobertas extraordinárias, de modo isolado. Segundo Moura e Cunha (2018), a maneira como se ensina Ciência pode ser responsável por essa visão distorcida. Essa perspectiva pode ser explicada pelo desenvolvimento do ensino de Ciências ao longo da história.

De acordo com Andrade (2011), no início do século XX, buscando uma sociedade mais democrática e o desenvolvimento social, Dewey foi o pioneiro na aplicação das investigações no contexto escolar ao propor a execução das etapas do método científico. Zompero e Laburú (2016, p.17) apontam que a metodologia de Dewey possui como objetivo “preparar os alunos para serem pensadores ativos em busca de respostas e não apenas ensinar-lhes o raciocínio indutivo”. Vale destacar que as propostas investigativas de Dewey influenciaram a investigação científica em sala de aula anos depois de suas concepções (ANDRADE, 2011).

Inicialmente, o ensino de ciências tinha como objetivo preparar novos cientistas para o ofício e, somente após mudanças estruturais das metodologias, passou a funcionar como meio de gerar reflexões sobre a construção de conhecimento – aprender a aprender (SCARPA; CAMPOS, 2018). No entanto, a mecanização do ensino já está enraizada nos sistemas educacionais, fazendo com que muitos alunos passem a pensar na Ciência como reprodução de saberes imutáveis.

Munford e Lima (2007) propõem o ensino de Ciências por investigação desconectado das formas tradicionais presentes nas escolas, nas quais o professor transmite o conteúdo – por meio escrito ou explicativo – e os alunos recebem-no de forma passiva. Ponderando essa ideia, é comum que muitos educadores acreditem que a execução de aulas práticas contemple o ensino por investigação. Todavia, uma atividade investigativa não precisa ser necessariamente uma aula experimental, tendo em vista que, dependendo da situação, atividades não-experimentais também podem ser investigativas (MUNFORD; LIMA, 2007). Nessa perspectiva, Sasseron (2013) indica que, independentemente da forma da atividade apresentada, é fundamental a existência de um problema claro e que possa ser resolvido por meio das condições apresentadas.

Scarpa e Campos (2018, p.38) afirmam que “o ensino por investigação é mais amplo do que o fazer Ciência, envolvendo o uso de diversas estratégias didáticas para coletar dados e informações que permitam alguma analogia ou construção de conceitos científicos”. Com isso, o ensino de Ciências por investigação não apresenta como objetivo formar cientistas ou treinar aprendizes, mas sim promover uma construção crítica dos conhecimentos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Potencializar a transferência de aprendizagem relacionada aos processos energéticos celulares presentes na temática Bioquímica no Ensino Médio por meio do ensino de Ciências por investigação, além da produção de paródias, mapas conceituais e jogos.

2.2 Objetivos específicos

- Promover o dinamismo e o protagonismo do aluno por meio da produção de paródia, mapa conceitual e jogo;
- Potencializar a transferência de aprendizagem através da promoção do pensamento crítico e reflexivo e do estímulo da argumentação e do debate de ideias;
- Avaliar o impacto do desenvolvimento das estratégias da sequência didática sobre a transferência de significados;
- Produzir um manual de práticas a partir da sequência didática visando à disseminação das estratégias presentes para comunidade escolar.

3 MATERIAL E MÉTODOS

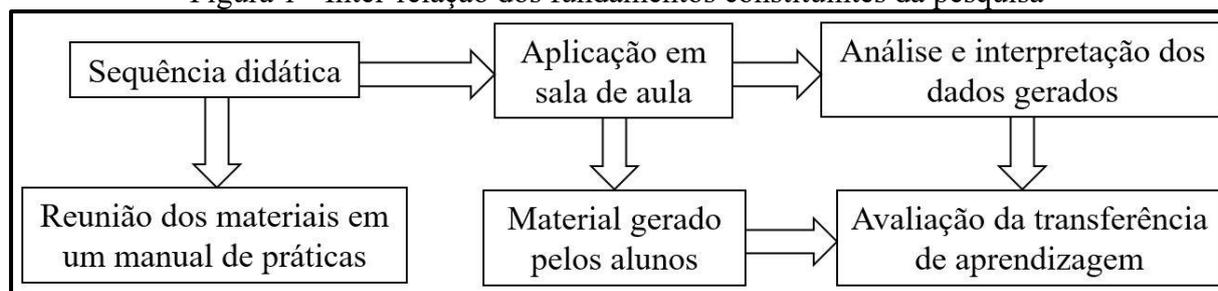
3.1 Procedimentos metodológicos

A abordagem metodológica desenvolvida no trabalho é de uma pesquisa-ação. Segundo Picheth, Cassandre e Thiollent (2016), a finalidade da pesquisa-ação é proporcionar, a todos os envolvidos na pesquisa, os meios para poderem solucionar os problemas que vivenciam a partir de uma ação transformadora. A resolução desses problemas, de acordo com Tripp (2005), aprimora a prática ao mesmo tempo em que age e a investiga. Para isso, segundo o mesmo autor, para melhorar a prática e o aprendizado são fundamentais, no decorrer do processo, planejamento, implementação, descrição e avaliação das mudanças adotadas. Portanto, conforme as características desta pesquisa, ela se adequa: (i) como uma pesquisa-ação, segundo seus procedimentos; (ii) como qualitativa e quantitativa, segundo sua abordagem; (iii) como descritiva, segundo seus objetivos; e (iv) como aplicada, segundo sua natureza.

Segundo Godoy (1995, p.62) “a pesquisa qualitativa é descritiva”, ou seja, existe a preocupação de verificar como um determinado fenômeno se manifesta e não o mensurar, haja vista a ampla compreensão do evento. Dessa forma, a avaliação qualitativa ocorreu por meio da análise dos dados coletados nas etapas da pesquisa. De acordo com Yin (2017) a análise de estudos qualitativos apresenta cinco fases inter-relacionadas que não possuem rigidez de execução. Partindo desse pressuposto as análises dos dados qualitativos foram baseadas, com algumas modificações, nas cinco fases de análise propostas por Yin: compilar base de dados, decompor dados, recompor dados, interpretar dados e concluir.

Uma vez que vários fatores estão relacionados à transferência de aprendizagem, as estratégias das atividades – como sugere Gil (2013) – estão associadas à diversas etapas do processo de aprendizagem, tais como conhecer os alunos; motivar; estimular; reagir; realimentar; memorizar; e transferir. Assim, o desenvolvimento da pesquisa foi fundamentado na (i) produção de sequência didática que aborda de forma mais consistente o cotidiano do aluno, de acordo com as descrições das suas etapas; na (ii) abordagem da sequência didática de maneira a motivar, estimular e provocar reações nos alunos e, também, levá-los a realimentar, memorizar e transferir os conhecimentos durante as etapas; na (iii) qualificação do nível de transferência alcançado pelos alunos através da análise das paródias e mapas conceituais por eles gerados e, também, da construção e aplicação de um jogo; na (iv) análise e interpretação dos dados coletados; e, finalmente, na (v) produção de um manual de práticas. A inter-relação entre os fundamentos da pesquisa encontra-se detalhada na figura 1.

Figura 1 - Inter-relação dos fundamentos constituintes da pesquisa



3.2 Aspectos éticos

O projeto foi submetido à aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFMG, a aprovação ocorreu em 24 de março de 2022 por meio do parecer de nº 5.311.246 e conforme CAAE: 53736121.0.0000.5149. Todos os pais ou responsáveis pelos participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Por sua vez, os alunos assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), nos quais manifestaram a sua livre participação na pesquisa.

A aplicação atendeu as resoluções vigentes, dentre as quais se destacam as Resoluções CNS 466/12 e CNS 510/16 que tangem sobre os preceitos éticos que normatizam a pesquisa. Os riscos se restringiram a um possível desconforto ou constrangimento ao responder à questão base de levantamento de conhecimentos prévios, participar das rodas de conversas e divulgar suas produções.

3.3 Participantes da pesquisa

A pesquisa foi realizada com as Turmas 1 e 2 do 2º Ano do Ensino Médio da Escola Estadual Doutor Odilon Loures, localizada na cidade de Bocaiúva, norte de Minas Gerais, no período de 28 de abril de 2022 a 10 de junho de 2022, com a participação de trinta alunos. Entretanto, devido a diversos motivos, alguns participantes não realizaram todas as etapas. O professor-pesquisador acompanha a turma como docente há cinco anos.

A grande maioria dos estudantes atendidos pela escola reside na periferia ou em comunidades rurais próximas. Independentemente da localidade, os alunos apresentam a mesma realidade na esfera familiar tendo em vista que grande parte é desfavorecida socialmente. Considerando a experiência profissional do professor-pesquisador, é possível perceber que as famílias, na sua grande maioria, são compostas por membros que não

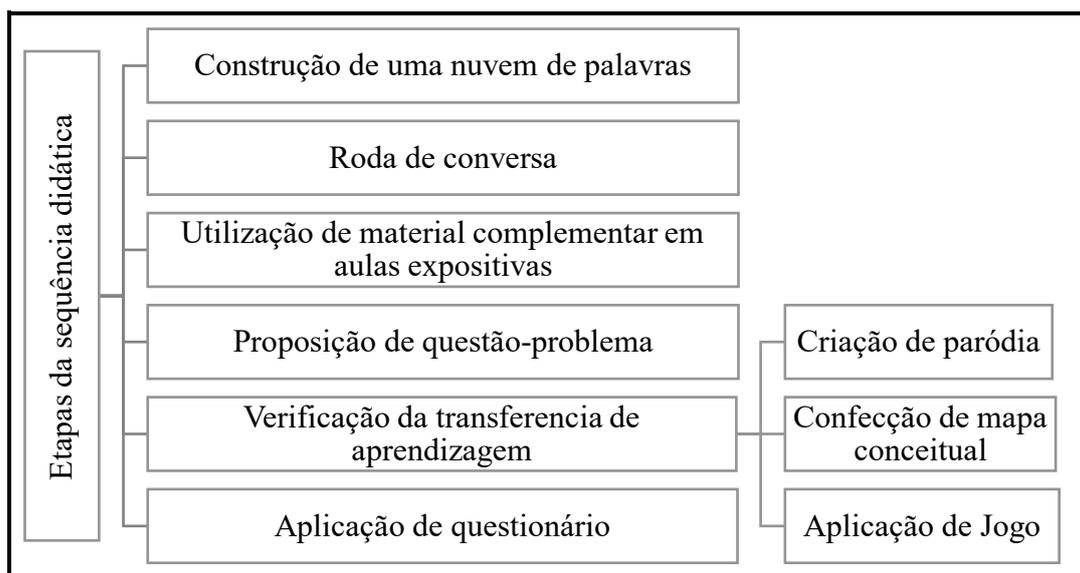
concluíram o Ensino Médio e que, provavelmente, não enxergam a escola como um instrumento eficaz para promover uma mudança de realidade social e profissional aos seus filhos.

3.4 Ações metodológicas

No dia 25 de abril de 2022, sessenta e dois TCLEs foram distribuídos para os alunos entregarem aos pais ou responsáveis para a autorização de sua participação nesta pesquisa. No dia 28 de abril de 2022, trinta TCLEs retornaram assinados pelos pais ou responsáveis autorizando a participação de seus filhos nessa pesquisa. Com isso, os alunos autorizados puderam assinar os TALEs. A aceitação de menos da metade dos alunos convidados pode promover o viés de motivação, uma situação inerente à pesquisa qualitativa. Dessa forma, é importante considerar que os resultados gerados por esta pesquisa, apesar de relevantes, podem não ser absolutamente fidedignos ao recorte real.

O desenvolvimento da sequência didática foi realizado a partir do cumprimento de seis etapas de modo assíncrono e/ou síncrono, conforme indicado no diagrama abaixo (Fig. 2), com duração de 10 horas. A organização das etapas encontra-se detalhadas nos itens 3.4.1 a 3.4.6.

Figura 2 - Etapas da sequência didática



3.4.1 Construção de uma nuvem de palavras

Na primeira etapa os conhecimentos prévios dos alunos sobre processos energéticos no contexto *vida e energia* foram utilizados para construção de uma nuvem de palavras pelo site WordClouds (www.wordclouds.com). A abordagem inicial para construção da nuvem de

3.4.3 Utilização de material complementar em aulas expositivas

A terceira etapa foi destinada ao aprofundamento dos processos energéticos celulares. Para tal, foram produzidos materiais de apoio complementares aos recursos didáticos utilizados regularmente em sala de aula³. Com isso, para esse momento, aconteceram aulas expositivas-dialogadas auxiliadas por textos, vídeos e esquemas produzidos ou selecionados pelo professor-pesquisador. O cumprimento desta etapa aconteceu em quatro aulas, descritas no quadro 2.

Quadro 2 - Planejamento das aulas expositivas-dialogadas

<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Reconhecer a riqueza de energia em moléculas orgânicas; ● Compreender a importância das relações presentes entre os processos energéticos metabólicos; ● Reconhecer a importância da respiração, fotossíntese e fermentação; ● Conhecer as etapas da respiração e fotossíntese.
<p>Ações</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Aula 1 – Fermentação <ul style="list-style-type: none"> ✓ Explicação baseada no livro didático e no esquema (Fig. 6) ✓ Assistir ao vídeo “Fermentação – Brasil Escola”⁴ ● Aula 2 – Respiração celular <ul style="list-style-type: none"> ✓ Explicação baseada no livro didático e no esquema (Fig. 7 e Fig. 8) ✓ Assistir ao vídeo “Respiração celular – Brasil Escola”⁵ ● Aula 3 – Fotossíntese <ul style="list-style-type: none"> ✓ Explicação baseada no livro didático e no esquema (Fig. 9) ✓ Assistir ao vídeo “Fotossíntese Biologia Mapa Mental Quer Que Desenhe”⁶ ● Aula 4 – <i>Feedback</i> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Leitura e explicação do texto de apoio (apêndice A)
<p>Metodologia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Aula expositiva-dialogada ● Leitura do livro didático ● Análise de esquemas e vídeos
<p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Sala de aula ● Data show e vídeos do YouTube ● Quadro e marcador para quadro branco ● Livro didático ● Esquemas

Fonte: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169249/nutrients> Acesso: 10/10/2022

³ Marcador para quadro branco, quadro branco e livro didático adotado (#Contato Biologia, 1º ano. Marcelo Yaemi Ogo, Leandro Pereira de Godoy. – 1. ed. – São Paulo: Quinteto Editorial, 2016. – Coleção #contato biologia)

⁴ Disponível em <https://youtu.be/sGFkIpukbDY> (Acesso: 10/03/2022)

⁵ Disponível em <https://youtu.be/oIhzH6hFO0E> (Acesso: 10/03/2022)

⁶ Disponível em <https://youtu.be/ecxUJSD5Yfo> (Acesso: 10/03/2022)

Figura 6 - Fermentação

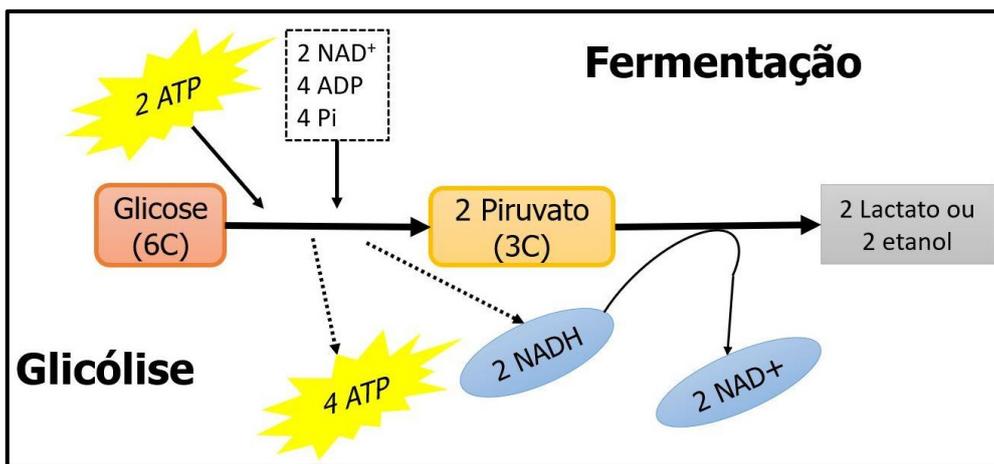


Figura 7 - Conversão de glicose e citrato

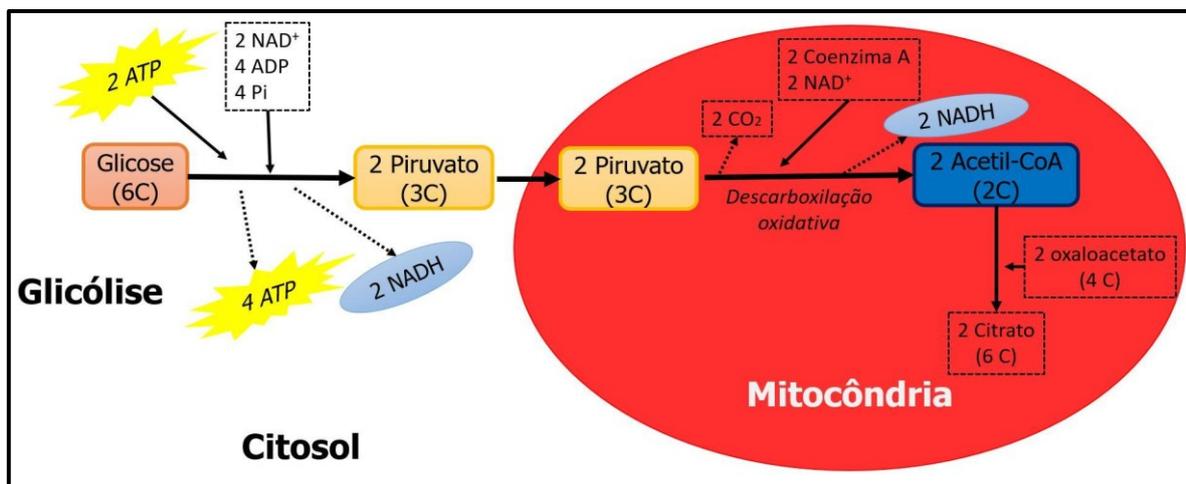


Figura 8 - Ciclo do ácido cítrico e fosforilação oxidativa

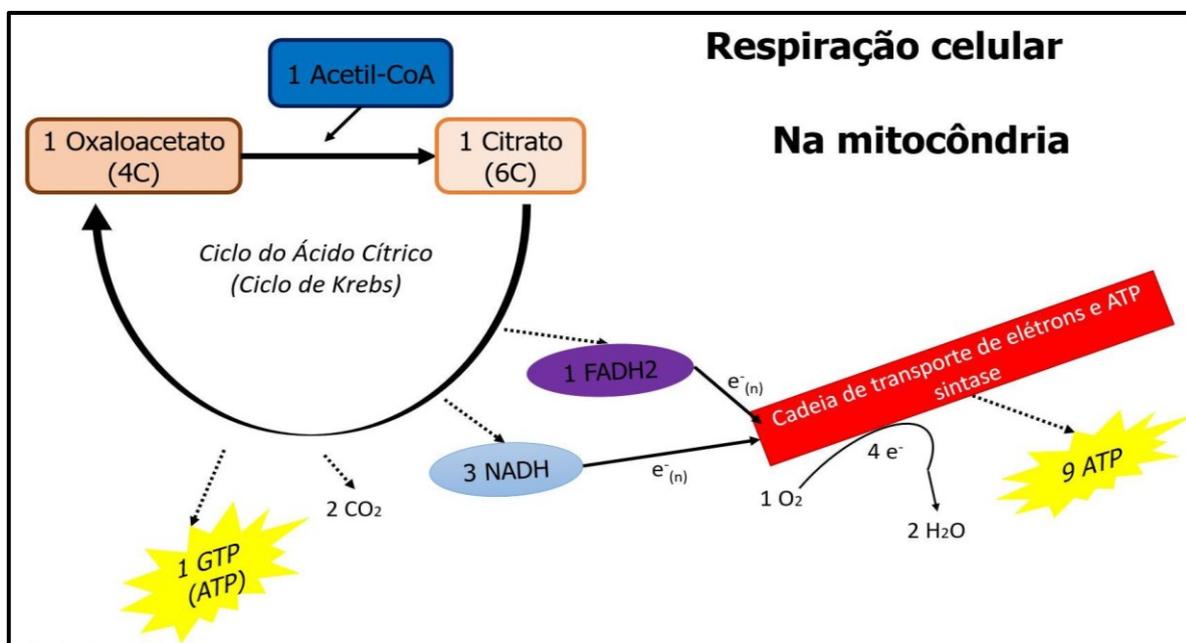
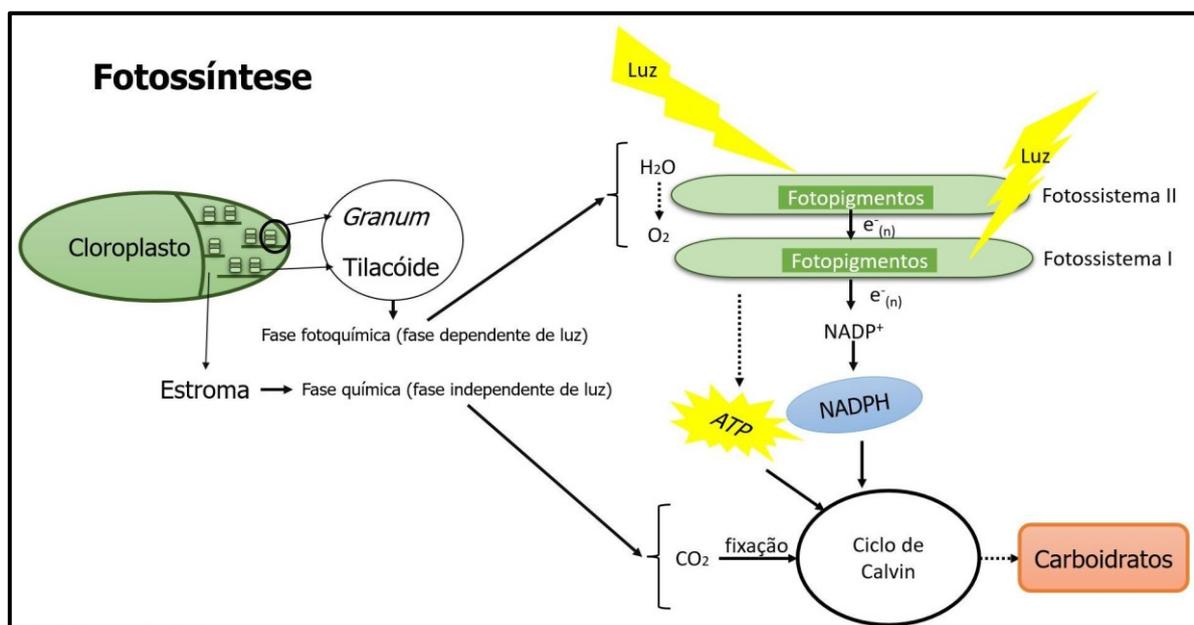


Figura 9 - Fotossíntese



3.4.4 Proposição de questão-problema

Na quarta etapa, os estudantes foram divididos em grupos e receberam diferentes situações-problema (apêndices B e C) cujas soluções demonstram a importância de cada um dos processos estudados para o seu cotidiano. Após a contextualização, as equipes das duas turmas, em um outro encontro, compartilharam suas ideias em uma discussão. No final desta etapa foi proposto, aos grupos, o desenvolvimento de uma paródia referente à temática *processos energéticos celulares*.

3.4.5 Verificação da transferência de aprendizagem

A quinta etapa aconteceu em três momentos. O primeiro momento consistiu na apresentação das paródias desenvolvidas pelos grupos. No segundo momento, foi proposta a construção individual de um mapa conceitual sobre um – ou mais – dos assuntos abordados, partindo da ideia de que a memória tem caráter dinâmico e construtivo, como afirmam Pozo e Crespo (2009). Após as apresentações dos mapas conceituais, as equipes foram reunidas novamente para construir uma questão de múltipla escolha sobre a temática abordada na sequência didática como forma de analisar a extensão e a qualidade da transferência. No terceiro momento, as questões foram reunidas pelo professor-pesquisador para construção de um jogo no Google Formulário, no estilo *quiz*, para que os alunos pudessem respondê-las de modo assíncrono.

3.4.6 Aplicação de questionário

Para finalizar o processo, na última etapa foi aplicado um questionário de avaliação da abordagem didática proposta (apêndice D), através do qual pretendeu-se mensurar quantitativa e qualitativamente a opinião dos alunos a respeito da sequência didática conduzida. Assim, foram gerados dados para a análise do êxito no cumprimento da proposta e, também, para a decisão da necessidade de aplicação de possíveis modificações para a construção de sequências didáticas futuras.

3.5 Produtos

Durante o desenvolvimento do projeto, os materiais gerados pelo professor-pesquisador foram armazenados para serem disponibilizados na forma de manual de práticas. Entre os produtos estão a sequência didática produzida pelo professor-pesquisador, as paródias e os mapas conceituais produzidos pelos alunos, além do *quiz* montado a partir das questões criadas pelos alunos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sequência didática apresentou diferentes momentos, individuais e em grupo, como forma de propiciar diferentes perspectivas da temática durante o processo de aprendizagem. Conforme afirmam Gomes e Messeder (2013), durante o ensino de Bioquímica, para que os alunos tenham a possibilidade e o anseio de se apropriarem dos conhecimentos científicos, a abordagem deve ser a mais variada possível. E conforme aponta Freire (2020), é papel do professor criar possibilidades para que os alunos possam construir ou produzir seu próprio conhecimento.

Durante o desenvolvimento das etapas da sequência didática os alunos executaram o papel de aprendiz e o professor-pesquisador, aquele de mediador. Beber, Silva e Bonfiglio (2014) afirmam que o aprendiz é um agente ativo no processo da construção do conhecimento e não um simples receptor de informações, enquanto o mediador facilita o processo de obtenção do conhecimento. Desta forma, durante o desenvolvimento das etapas, os discentes foram construtores de seu conhecimento, enquanto o professor-pesquisador possibilitou as condições. Nos itens 4.1 e 4.6 estão descritas as análises dos resultados obtidos.

4.1 Conhecimentos prévios

A questão-base de levantamento de conhecimentos prévios dos processos energéticos celulares, disponibilizado via Google Formulário no início da aplicação, possibilitou a participação do aluno sem a necessidade de identificação. Com isso, os estudantes foram estimulados, por meio de um processo construtivo, a participar com suas dúvidas e incertezas, na elaboração do conhecimento científico (POZO; CRESPO, 2009).

A análise das respostas à questão-base revelou que a maioria dos alunos apresentavam algum entendimento sobre a temática e/ou conseguiram associar, mesmo com alguns erros, a expressão *processos energéticos celulares* à alguma situação já estudada anteriormente (quadro 3). No entanto, algumas respostas demonstram confusão com alguns conceitos e associações equivocadas da temática como, por exemplo, “proteínas, carboidratos e lipídios”, “o descanso mental e corporal”, “são diferentes partes das células, estudo das células”, “a sua absorção de nutrientes e a sua digestão”, “membrana plasmática, citoplasma, ribossomo, mitocôndria”, “que fala das células em conjunto, tipos, formas, classificação”, “processo que faz ficar ligado com a atualidade”, “para mim sua característica principal é a junção das células”, “a absorção de nutrientes e a digestão dos mesmos” e “energético acelera o coração e interligado com tudo”.

Quadro 3 - Algumas respostas a questão base

“Processo no qual as células produzem energia, acredito sendo no metabolismo, acredito que seja, proteína, adrenalina”
“Fotossíntese”
“transferência de energia sobre células”
“Metabolismo – Fotossíntese – Energia”
“Alterações químicas, fotossíntese”
“Produção e distribuição de energia”
“Produzir energia para as células”
“pelo meu ‘conhecimento’ prévio eu posso deduzi que energéticos celulares tem a ver com energia. Ou seja características são teus movimentos o modo que a célula se comporta”
“Para mim, uma das características dos processos energéticos celulares é a inevitável geração de energia térmica, mesmo que não seja o objetivo do processo.”
“os organismos obtêm energia para realizar atividades”
“Acho muito importante o processo Energéticos Celulares pois, ajuda-nos a entender o metabolismo e entre outras características dos seres vivos.”
“São reações químicas que ocorrem no organismo e produzem energia para o corpo”
“Energias e células”
“O processo químico que é realizado no organismo”
“Um tipo de energia que a célula produz. Obviamente precisa de um núcleo”
“O metabolismo energético é o conjunto de reações químicas que produzem a energia necessária para a realização das funções vitais dos seres vivos”
“Fermentação Respiração celular Fotossíntese”
“O metabolismo Catabolismo (destruição) Anabolismo (construção)
“Eu acho que são para dar energia ao corpo humano”

Os conhecimentos prévios dos alunos foram utilizados na construção de nuvens de palavras usadas na roda de conversas da 2ª etapa, como forma de aproximar e iniciar a aprendizagem dos estudantes à temática da pesquisa. De acordo com Freire (2020), devemos respeitar a trajetória do aluno e não subestimar seus conhecimentos prévios. Nesse sentido, ao considerar os conhecimentos adquiridos pelo estudante, respeitou-se a dignidade do discente, possibilitando o início da construção do conhecimento.

4.2 Roda de conversa

A roda de conversa foi conduzida tendo como base as nuvens de palavras e a tirinha “O Alfaca e a fotossíntese”. Durante toda a etapa, os alunos foram incentivados a apresentar suas

ideias em relação à temática. Com a nuvem de palavras, os discentes puderam associar as palavras que mais apareceram com situações do cotidiano e/ou analisar os significados dos termos. Já com a tirinha, os alunos relacionaram o significado da produção de alimento dos vegetais com a glicose, além de perceberem a função dos monossacarídeos nos processos energéticos.

No início da discussão, os alunos foram questionados a respeito do funcionamento e significado de uma nuvem de palavras. Nesse momento, a maior parte dos alunos em ambas as turmas afirmou que já havia ouvido falar sobre nuvem de palavras e sabiam que as palavras mais faladas são as maiores, conforme representado no trecho retirado da roda de conversa da Turma 1, no quadro 4. Como forma de respeitar as peculiaridades presentes nas interpretações dos participantes durante as discussões, as análises de trechos dos diálogos das turmas envolvidas nessa etapa são apresentadas nos itens 4.2.1 e 4.2.2. Nas transcrições das falas dos alunos, a numeração segue contínua, como forma de respeitar o anonimato dos estudantes.

Quadro 4 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 1

Professor: Vocês sabem como funciona uma nuvem de palavras? Sim ou não?
 Aluno 1: Não.
 Aluno 2: Um monte de palavras embaraçadas.
Professor: Ok. Como é construída uma nuvem de palavras? Por que tem palavras maiores que outras? Vocês sabem?
 Aluno 3: Por que aparecem mais?
Professor: Porque aparecem mais, né! Isso aí! As palavras maiores são as que apareceram mais vezes nas respostas de vocês, ok? Então analisem aí a nuvem de palavras. Quais são as três palavras que mais apareceram?
 Aluno 4: Energia, fotossíntese e respiração.

4.2.1 Roda de conversa da Turma 1

Os estudantes foram questionados se eles se lembravam de alguma palavra que haviam colocado em suas respostas. Muitos alunos não lembravam ao certo o que haviam respondido no formulário. A partir desse momento, os alunos foram estimulados a associar as palavras aos seus conhecimentos prévios (quadro 5).

Quadro 5 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 1

Professor: Então vamos lá. Nessa nuvem de palavras, eu quero que vocês tentem pensar como é que essas palavras se conectam com a vida de vocês. Como é que vocês observam essas palavras? Em quais situações? E quem não quiser falar pode retirar um pedacinho de papel e escrever que a gente analisa depois. O importante é que vocês compartilhem a ideia de vocês.

Aluno 11: E o que que é pra fazer?

Professor: Essas palavras que estão na nuvem, vocês conseguem associar a alguma situação da vida de vocês?

Aluno 12: Em tudo, ué!

Professor: Onde vocês conseguem colocar energia?

Aluno 13: No fogo.

Professor: Como assim no fogo?

Aluno 14: O fogo tem energia. É... Não sei como é que fala

(Turma ri, não dá para diferenciar o áudio)

Professor: Vamos lá pessoal, não existe resposta errada. O que vocês acham?

(Sons não diferenciáveis, mas os alunos discutem entre si sobre as palavras presentes na nuvem)

Aluno 15: Estou olhando as células. E as células acabam que produzem energia celular (som inaudível) as alterações químicas que acontecem dentro da gente

(Sons não diferenciáveis)

Professor: Vamos lá pessoal. Vamos organizar as falas se não vira bagunça e ninguém entende o que outro quer dizer. Ok? Em relação aos termos que aparecem maiores e em destaque, vocês sabem o significado deles? Alguém gostaria de compartilhar?

Aluno 16: Energia significa energia, uai!

Professor: E para você o que é energia?

Aluno 17: Energia, uá!?

(Sons não diferenciáveis)

Professor: O que vocês acham que é energia? Onde é que a energia está contida?

Aluno 18: Na lâmpada, nos alimentos e nos animais.

Professor: Onde mais?

Aluno 19: A energia está em tudo. A energia gera calor.

(Som inaudível – ruídos externos a sala)

Somente um dos alunos participantes optou por escrever em uma folha à parte suas principais ideias: “O metabolismo é o que nos mantém mais tempo vivo. A energia é produzida pelo ‘combustível’ que seria feito pelos alimentos que formam a glicose; já a respiração celular é a entrada de oxigênio no corpo e a saída de hidrogênio. Movimento celular é a associação a rotação ao deslocamento da célula.” As ideias apresentadas por esse participante poderiam ter contribuído para a condução da discussão, tendo em vista o fato de os discentes terem sido incentivados a participarem sem medo de errar.

Após analisar a tirinha os alunos foram questionados sobre o significado da produção de alimentos dos vegetais (quadro 6).

Quadro 6 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 1

Professor: Bem pessoal, vamos deixar a nuvem de palavras um pouquinho e vamos olhar a tirinha. Leiam a tirinha, por favor.
(Alunos leem a tirinha)
Professor: E aí, já leram? Podemos começar de novo?
 Aluno 20: Já. (turma concorda)
Professor: E aí o que significa essa produção de alimentos dos vegetais?
 Aluno 21: A fotossíntese?
Professor: Para que que ela serve? Vocês sabem?
 Aluno 22: Para produzir alimento.
 Aluno 23: Para produção de alimentos das plantas
Professor: Qual é esse alimento? Vocês sabem?
 Aluno 24: Varia, né!?
 Aluno 25: É a glicose.
Professor: A glicose é útil também para gente o só para as plantas?
 Aluno 26: Pra gente também (turma concorda)
Professor: Como que ela é útil para gente?
 Aluno 27: Na produção de energia.
(Som inaudível)
Professor: O que mais?
 Aluno 28: Na produção de alimentos e energia.

A comparação entre a tirinha e a nuvem de palavras está representada no Quadro 7. Inicialmente, a proposta promoveu tensão nos participantes. Entretanto, após serem avisados que deveriam avaliar o sentido da tirinha a partir das palavras presentes na nuvem, os alunos passaram a interagir.

Quadro 7 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 1

Professor: Bom turma, agora a gente vai fazer o seguinte, vocês vão associar a ideia da tirinha com a nuvem de palavras.
(Alunos demonstram dúvidas – sons não diferenciáveis)
Professor: Vocês vão associar a ideia central da tirinha com as palavras que aparecem na nuvem de palavras. Vocês vão buscar um sentido. Qual o sentido que a tirinha tem quando comparada a nuvem de palavras? Vamos lá?
 Aluno 29: A produção de energia, mas no caso da planta é através da glicose, ela produz seu próprio alimento
 Aluno 30: As plantas precisam de energia para produzir a glicose através da fotossíntese.
 Aluno 31: Com a glicose ela faz energia pra ela mesma
Professor: Mas para que que ela faz energia?
 Aluno 32: Para se manter *(som inaudível)*
 Aluno 33: Funcionamento do nosso organismo.
 Aluno 34: Professor, o alface é um carboidrato?
Professor: Não, a alface tem carboidratos na sua composição.
(Sons não diferenciáveis)

O Quadro 8 apresenta os conceitos de fotossíntese, respiração e metabolismo na perspectiva dos discentes.

Quadro 8 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da turma 1

Professor: Vamos retornar a nuvem de palavras, a gente já falou sobre a energia. O que é a fotossíntese? Vocês sabem?
 Aluno 35: Sim. Você pega água, pega luz e pega os nutrientes da terra e forma a glicose que é o alimento da planta.
Professor: Ok, alguém discorda?
(Todos os alunos concordam)
Professor: Outra palavra que aparece muito na nuvem é metabolismo. Vocês sabem o que é metabolismo?
 Aluno 36: Metabolismo, uai!? Metal ua.
 Aluno 37: Metabolismo tem a haver com energia
(sons não diferenciáveis – problema na gravação)
Professor: Na nuvem aparece alterações químicas, o que seriam essas alterações químicas?
 Aluno 38: Transformações nas células
 Aluno 39: As células produzem algumas coisas para se manter.
 Aluno 40: Processos para ela evoluir
Professor: A célula evolui para que?
 Aluno 41: Para se adaptar
(Sons não diferenciáveis)
Professor: O que é respiração para vocês?
 Aluno 42: É a troca de gases.
 Aluno 43: É a forma de obter energia.
 Aluno 44: É a forma do corpo continuar vivo
 Aluno 45: A inalação de oxigênio e a expulsão de gás carbônico vai dar energia para as células.
(sobreposição de vozes – sons não diferenciáveis)
(ruídos e problemas na gravação)
 Aluno 46: Professor, a gente pode associar movimentação a produção de energia?
Professor: Como ela é associada?
 Aluno 47: Através do movimento aumenta o metabolismo
 Aluno 48: Quanto mais movimento mais energia
(Sons não diferenciáveis – ruídos externos a sala – Não dá para entender o final da gravação) – Fim da gravação.

4.2.2 Roda de conversa da Turma 2

Os estudantes foram estimulados a falarem sobre como a palavra *processo* está relacionada com a produção de energia. Nesse momento foram dadas três respostas: “digestão”, “crescimento” e “no anabolismo”. Com a última resposta, um dos participantes promoveu a seguinte pergunta: “Tem anabolismo? O que é anabolismo?”. Essa situação proporcionou a condução da discussão para um novo caminho, como representado no Quadro 9.

Quadro 9 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 2

Professor: Quem lembra de ter colocado anabolismo na resposta? Sabe por que colocou anabolismo?
Alunos ficam em dúvidas – Silêncio
Professor: Alguém sabe o que é anabolismo?
 Aluno 5: Acho que tem a ver com catabolizar.
 Aluno 6: Catabolizar é diminuir e anabolizar eu acho que é ficar grande, crescer.
(sons inaudíveis – ruídos externos)
 Aluno 7: Tem gente que faz academia e toma esteroides e também cataboliza, perde a vontade, perde peso, perde massa muscular, fica fraco.
 Aluno 8: Você só perde se não utilizar.

No Quadro 10 está expressa a análise da tirinha realizada pelos participantes, além do reconhecimento dos processos energéticos celulares a partir da produção de glicose pelas plantas.

Quadro 10 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 2

Professor: Vamos deixar a nuvem de palavras um pouco e vamos analisar a tirinha, depois voltamos nela.
(alunos leem a tirinha)
 Aluno 9: A glicose ajuda na respiração das plantas?
 Aluno 10: Tem a ver com respiração dos seres vivos.
(sobreposição de vozes – não dá para diferenciar)
Professor: Na tirinha a glicose está em destaque, está em negrito, vocês repararam?
(Alunos confirmam)
Professor: Vocês sabem o que é glicose?
 Aluno 11: Açúcar *(demais alunos concordam)*
(sobreposição de vozes – não dá para diferenciar)
Professor: Pensando na tirinha, como vocês relacionam a produção do alimento do vegetal com os processos energéticos?
(Silêncio)
 Aluno 12: Por que elas se misturam? Não é isso, não sei.
 Aluno 13: As plantas precisam de energia para crescer.
 Aluno 14: Também precisam para respirar.
 Aluno 15: Para viver.
 Aluno 16: Para produzir... Sei lá
Professor: Produzir o quê?
 Aluno 17: Não sei. Proteínas?
Professor: Elas produzem só proteínas?
 Aluno 18: Glicose também.
(sobreposição de vozes – não dá para diferenciar)

A associação da tirinha com a nuvem de palavras está descrita no Quadro 11. Nessa interação, ocorreu o reconhecimento das plantas como seres vivos pelo fato de produzirem glicose. Os alunos conseguiram associar a glicose à produção de energia e ao metabolismo,

reconhecendo a importância da fotossíntese para a própria planta. Segundo Trazzi e Brasil (2017), em muitos casos, os alunos consideram, ao analisarem uma cadeia alimentar, que a planta produz alimento para outros seres vivos, e não para ela própria.

Quadro 11 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 2

Professor: Pensando na temática da tirinha, vocês conseguem associar o que está sendo abordado na tirinha com alguma coisa na nuvem de palavras?

Aluno 19: Digestão.

Aluno 20: Que a planta poderia fazer tudo.

Aluno 21: Injetando o alimento.

Aluno 22: Energia.

Professor: Energia, como?

Aluno 23: Energia através do alimento, para produzir a glicose.

Aluno 24: O alface está produzindo a glicose para o próprio consumo dela.

Professor: Correto. O que mais vocês conseguem associar da tirinha com a nuvem de palavras?

Aluno 25: Que as plantas são seres vivos.

Aluno 26: Toda planta produz glicose?

Professor: Sim, toda planta produz glicose. Você imagina por quê?

Aluno 27: Ela produz glicose para ter energia

(sobreposição de vozes – não dá para diferenciar)

Aluno 28: Uma planta meio que pode espalhar glicose para outra?

Professor: Como assim? Não entendi. Você falou espalhar glicose para outra como se ela pudesse fornecer a glicose para outra planta?

Aluno 29: Sim. Tipo uma produz mais outra produz menos.

Professor: Existem casos de uma produzir mais e outra produzir menos, mas para sair de uma e ir para outra tem de ser uma relação de epifitismo.

Aluno 30: Mas e se as raízes estiverem entrelaçadas?

Professor: Entendi. Não conheço nenhuma planta que se encaixe nessa situação. Em relação a fornecer a glicose de uma para outra, só conheço o caso das orquídeas e das bromélias, que seria a relação ecológica do tipo epifitismo.

Aluno 31: E o beija-flor pode levar de uma para outra?

Professor: Ele pode tirar o néctar de uma e levar para outra, mas seria em menor quantidade.

(sobreposição de vozes – não dá para diferenciar – ruídos externos a sala)

Professor: Em relação a glicose citada na tirinha, a glicose é o que da planta?

Aluno 32: A comida.

Aluno 33: O nutriente da planta.

Professor: Na comida e no nutriente a gente sempre busca o quê?

Aluno 34: Energia, a maior palavra da nuvem.

Professor: Então a glicose é uma fonte de energia?

Aluno 35: Sim *(Todos os alunos concordam)*

Professor: Todo ser vivo precisa da glicose?

Aluno 36: Sim *(Todos os alunos concordam)*

Professor: Vocês conhecem algum processo ou evento em que o ser humano precisa da glicose?

Aluno 37: Não.

Aluno 38: Uai!? Em tudo, já que ela produz energia. Se é consumo de energia.

Professor: Em alguma outra situação vocês já ouviram falar da glicose?

Aluno 39: A glicose baixa?

(sobreposição de vozes – ruídos externos)

Professor: O que seria glicose baixa?

Aluno 40: A falta de nutrientes.

Aluno 41: Falta de açúcar.

(sobreposição de vozes – ruídos externos)

Professor: Pessoal, vamos pegar a segunda maior palavra, metabolismo. A planta tem metabolismo?

Aluno 42: Sim *(Todos os alunos concordam)*

Professor: Como é que a gente percebe que ela tem metabolismo?

Aluno 43: Ela cresce.

Aluno 44: Gera e usa glicose.

Aluno 45: Ela consegue produzir alguma coisa.

Aluno 46: Transformação de algum nutriente em energia.

(Silêncio)

Aluno 47: Se ela produzir muita glicose, a planta vai ficar com o metabolismo alto?

Aluno 48: Igual ao ser humano quando tem problema, isso é possível?

Aluno 49: Eu pensei na mesma coisa, a planta vai ficar doente?

Professor: Em relação ao excesso, não. A planta tem um limite para produção, quando ela atinge esse estágio, por mais fornecimento de reagentes para produção da glicose ela não vai ultrapassar. Ela não é igual ao ser humano.

(sobreposição de vozes – ruídos externos)

Professor: Então pessoal a partir dessa pequena discussão, vocês conseguem dizer o que é metabolismo?

Aluno 50: Produção de energia.

Aluno 51: Produção de glicose.

Aluno 52: Digestão

Aluno 53: Reações do corpo.

Professor: Quais reações, por exemplo? A digestão já foi falada. Quais reações a mais?

Aluno 54: Quebra nutrientes e transporta para lugares necessários.

Aluno 55: Falta de força.

Professor: Nesse caso faltou o que para a força está baixa?

Aluno 56: Energia.

Aluno 57: Nutrientes.

Aluno 58: Falta açúcar.

Aluno 59: Mas o que tem a ver o alface e a fotossíntese? A charge está falando de glicose?

Ursi et al. (2018) declaram que “a contextualização estimula o papel de protagonista e a postura autônoma do estudante” e “deve possibilitar que, partindo de sua realidade, tal aluno conheça outros horizontes e novas possibilidades de aprender”. Ainda de acordo com os autores, no processo, os professores assumem o papel de mediadores, sendo responsáveis por identificar os conhecimentos prévios e o contexto dos alunos para escolher as melhores estratégias de ensino. Desse modo, com a pergunta feita pelo aluno 59, foi possível encaminhar a discussão para o reconhecimento da importância da fotossíntese (Quadro 12).

Quadro 12 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 2

Professor: Onde a planta produz glicose? Qual o nome do processo no qual a planta produz a glicose?

Aluno 60: Fotossíntese.

(Silêncio)

Professor: Vocês sabem o que é a fotossíntese?

Aluno 61: A cor da planta.

Aluno 62: É o trem da folha lá que ela faz.

Aluno 63: A energia da planta.

(sobreposição de vozes – ruídos externos)

Aluno 64: Ela leva o nutriente da terra pelo caule para as folhas, e nas folhas ela pega a luz do sol e o gás carbônico e transforma em glicose, junto aos nutrientes da terra. E libera gás oxigênio.

Aluno 65: No desenvolvimento da planta.

(sobreposição de vozes – ruídos externos)

O fechamento da discussão é apresentado no Quadro 13. Neste momento, os alunos relacionaram a vida ao metabolismo, mostrando que “a aprendizagem de conceitos é algo muito mais complexo do que a simples proposição de definições consagradas em textos didáticos, em glossários e notas de aulas” (LIMA; JÚNIOR; CARO, 2011, p. 857).

Quadro 13 - Transcrição de trecho do diálogo da roda de conversa da Turma 2

Professor: Então, pessoal, o que podemos concluir dessa nossa conversa?

Aluno 66: A energia é importante.

Professor: Como é que a gente percebe a energia no dia a dia?

Aluno 67: Sol.

Aluno 68: Caminhando.

Aluno 69: Comendo.

Aluno 70: Calor do corpo.

Aluno 71: Através do exercício.

Professor: Todos esses seriam processos tem a ver com metabolismo?

(Todos afirmam que sim)

Aluno 72: O metabolismo está relacionado ao corpo.

Aluno 73: Ele define o tempo de vida do ser vivo.

Aluno 74: O metabolismo está relacionado a queima de gordura.

(Ruídos externos)

Professor: Então a gente pode definir o metabolismo como um conjunto de reações?

Aluno 75: Sim, a digestão, respiração, produzir energia. Tudo isso acontece com os seres vivos.

Professor: E as plantas são seres vivos?

(Todos afirmam que sim)

Aluno 76: E as bactérias?

Aluno 77: São, sim.

(Todos afirmam que sim)

(Ruídos externos) – Fim da gravação.

4.3 Aulas expositivas-dialogadas

A abordagem nas aulas expositivas-dialogadas, apesar de diretiva, auxiliou os alunos no desenvolvimento das etapas seguintes da sequência didática, tendo em vista o pouco conhecimento prévio que apresentavam de Botânica, Microbiologia e Química. Por consequência, a explicação do conteúdo permitiu a manutenção do engajamento do aluno na proposta. Segundo Gil (2013), o professor, para manter a motivação do aluno, deve conduzi-lo na descoberta da resposta durante a apresentação do conteúdo e, também, deixar clara a importância do conteúdo para sua realidade.

De acordo com Krasilchik (2019, p.81), as aulas expositivas são úteis “para introduzir um assunto novo, sintetizar um tópico, ou comunicar experiências pessoais do professor”. Desse modo, durante as aulas expositivas-dialogadas, foram apresentadas uma visão geral dos processos energéticos celulares e das correlações entre os seres vivos e a natureza. Com isso, a partir das aulas, os alunos foram estimulados a reconhecer a riqueza de energia em moléculas orgânicas; compreender a importância das relações presentes entre os processos energéticos metabólicos; reconhecer a importância da respiração, fotossíntese e fermentação; e conhecer as etapas da respiração e fotossíntese.

As três primeiras aulas expositivas-dialogadas consistiram nas mesmas ações: explicação por meio das imagens do livro didático adotado; projeção de esquemas pelo projetor; e análise de vídeos do YouTube. Durante todo o processo, os estudantes foram estimulados a participar.

A última aula expositiva-dialogada funcionou como uma revisão dos processos explicados. As ações realizadas foram a entrega, a leitura e a explicação do resumo em tópicos. Segundo Freire (2020, p.111), “o educador que escuta aprende a difícil lição de transformar o seu discurso, às vezes necessário, ao aluno, em uma fala *com* ele”. Assim sendo, nesse momento, os alunos foram estimulados a expor suas dúvidas; no entanto, somente alguns se manifestaram com as seguintes falas: “precisa decorar todos os processos?”, “com você explicando eu sei, mas depois não lembro” e “deu pra entender”.

As colocações dos alunos mostram como o emprego de metodologias de ensino que estimulam a autonomia discente os surpreendem negativamente. De fato, mesmo uma situação que dá a eles a possibilidade de colaborar para o processo de construção de conhecimento com as suas próprias perspectivas, gera resistência e incômodo aos discentes, já que estes estão acostumados com a passividade no processo de aprendizagem. Desta forma, fica clara a

necessidade de modificação das estratégias de ensino e práticas didáticas para que o processo de construção de conhecimento ocorra de modo mais eficaz.

4.4 Situação-problema

De acordo com Carvalho (2018, p.771), um bom problema “dá condições para os alunos relacionarem o que aprenderam com o mundo em que vivem”. Partindo desse pressuposto, na quarta etapa, divididos em grupos, os alunos receberam diferentes situações-problema cujas soluções demonstram a importância de cada um dos processos estudados para sua vida. De fato, Cohen e Lotan (2017) dizem que as interações verbais e não-verbais dos estudantes, ao trabalharem em grupo, permitem que as conversas sobre as tarefas desenvolvidas promovam o envolvimento e o engajamento no trabalho a ser desenvolvido.

No primeiro momento, os alunos reunidos em sala de aula analisaram as situações-problema, levantaram hipóteses e responderam as questões. Cada situação-problema foi analisada por cinco grupos, com números variados de participantes. A situação-problema sobre a *construção de um terrário* foi respondida por dezessete alunos, enquanto a situação-problema sobre a *produção de alimento* foi apreciada por treze alunos.

Após a contextualização, em outra aula, as duas turmas juntas compartilharam suas ideias em uma roda de conversa. Segundo Pechilye (2018, p.17), “a construção do conhecimento é processual, não linear, e vai se tornando mais complexa conforme o diálogo se intensifica”. À vista disso, é fundamental considerarmos a afirmação de Mortimer e Scott (2002, p. 284), que determina que “as interações discursivas são consideradas como constituintes do processo de construção de significados”. Desta forma, a contribuição dos alunos na construção do conhecimento é mais efetiva quando ocorre troca de ideias. As análises das respostas dos alunos às situações-problema estão apresentadas nos itens 4.4.1 e 4.4.2.

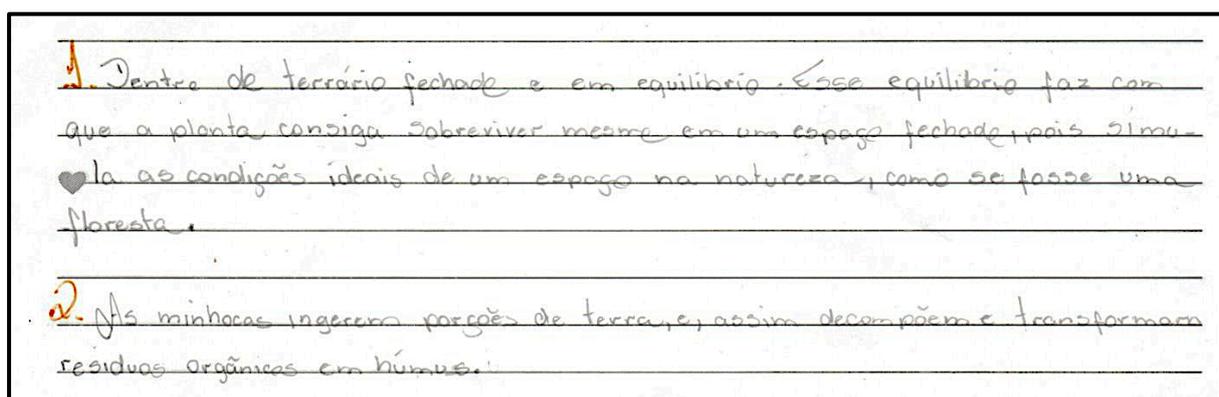
4.4.1 Situação-problema sobre a construção de um terrário

As hipóteses levantadas pelos alunos na situação-problema sobre a construção do terrário aconteceram através de duas perguntas sobre a sobrevivência dos seres vivos – plantas e minhocas – presentes no terrário. Conforme Medeiros, Costa e Lemos (2009, p.924), o envolvimento de conceitos fundamentais do ensino de Biologia aos temas da respiração e da fotossíntese possibilita “uma visão abrangente dos mecanismos e dos ciclos de vida dos seres

vivos, bem como suas relações na cadeia alimentar, evolução, metabolismo energético, entre outros”.

De modo geral, percebe-se que os estudantes entenderam o envolvimento de processos cíclicos no interior do vidro para manutenção da vida, tal como representado nas respostas de um dos grupos: “Dentro do terrário fechado e em equilíbrio. Esse equilíbrio faz com que a planta consiga sobreviver mesmo em um espaço fechado, pois simula as condições ideais de um espaço na natureza, como se fosse uma floresta”; “As minhocas ingerem porções de terra, e, assim decompõem e transformam resíduos orgânicos em húmus” (Fig. 10).

Figura 10 - Resposta a situação-problema do Grupo 1



Três grupos associaram o equilíbrio do interior do terrário ao fato de as condições internas criarem um pequeno ecossistema (Fig. 11, Fig. 12 e Fig. 13). Apesar de todos os alunos reconhecerem o terrário como um ambiente fechado, um dos grupos caracterizou o terrário como arejado (Fig. 12). Além disso, outro grupo associou, de forma simples e indireta, a fotossíntese e a respiração aos processos de manutenção da vida das plantas e minhocas presentes no terrário (Fig. 13).

Figura 11 - Resposta a situação-problema do Grupo 2

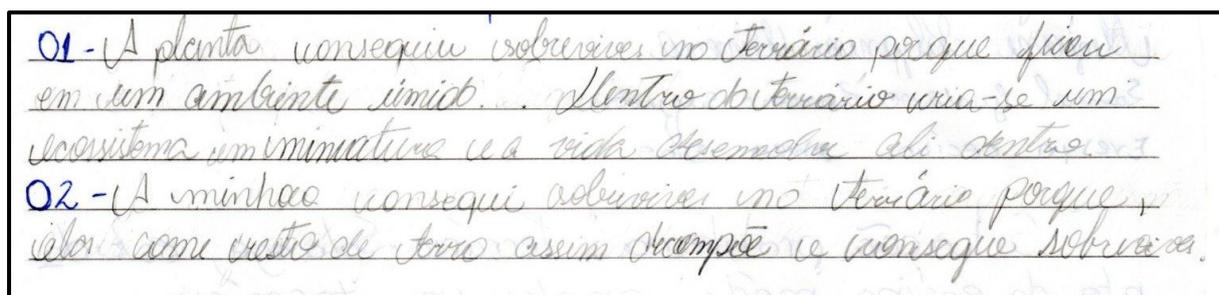


Figura 12 - Resposta a situação-problema do Grupo 3

- 1) - O Terrário ou mini terrário é um ecossistema fechado e em equilíbrio. Esse equilíbrio faz com que a planta consiga sobreviver mesmo em um espaço fechado, pois simula as condições ideais de um espaço na natureza, como se fosse uma floresta.
- 2) - O terrário estava arejado, úmido, e contém tudo que ela precisa para sobreviver. Pois mesmo fechado possui elementos o suficiente para a sua sobrevivência.

Figura 13 - Resposta a situação-problema do Grupo 4

- 1) - Dentro de um terrário fechado forma um ecossistema onde as plantas e animais se desenvolvem, a planta absorve o CO_2 e libera o O_2 , a água e os sais minerais do solo produzem a glicose e a para as plantas e ela libera o oxigênio.
- 2) - através do CO_2 plantas que produzem o oxigênio e os nutrientes no solo.

No levantamento de hipóteses, a organização de ideias de um dos grupos chamou a atenção pelo fato de separar as características e por esquematizar o terrário criado pela personagem da situação-problema (Fig. 14). Segundo Karnal (2019), a criatividade facilita o aprendizado já que, por meio dela, foge-se do esperado. Com isso, além de conseguir associar a fotossíntese e a respiração como forma de manutenção da vida dos seres vivos do terrário, o grupo percebeu o importante papel desempenhado pelas minhocas na manutenção da qualidade do solo para o desenvolvimento da planta.

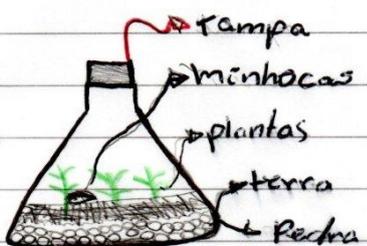
Figura 14 - Resposta a situação-problema do Grupo 5

Características do terrário de Solange

- Fechado com tampa, ou seja, não dar para entrar ar
- A terra é úmida
- O terrário ficou em ambiente iluminado

1. As plantas evoluíram pois durante a fotossíntese liberam oxigênio e consomem água carbônica, exatamente o contrário do que acontece durante a respiração.

2. Como as minhocas vivem e escavam no solo, elas minhocas ingerem porções de terra, e assim, decompoem e transformam resíduos orgânicos em húmus: um excelente adubo para as plantas. Além disso, careçam a terra facilitando a penetração de água e de raízes.



4.4.2 Situação-problema sobre a produção de alimentos

Na situação-problema sobre a produção de alimentos, as hipóteses levantadas pelos alunos aconteceram através de duas perguntas. A primeira sobre como explicar, às pessoas, a importância do processo de fermentação na produção de alimentos, e a segunda – referente às vivências dos alunos – sobre quais alimentos poderiam ser obtidos com o uso da fermentação. Quatro grupos associaram as respostas da primeira questão à produção de pão. Um grupo associou corretamente a fermentação no processo de obtenção de alimentos como um importante meio para geração de energia; entretanto, realizaram uma afirmação equivocada ao associar a energia gerada na fermentação à absorção de enzimas (Fig. 15). De modo geral, a segunda resposta variou de acordo com as particularidades de cada estudante; porém, todos os grupos responderam “pão” e, em mais de uma resposta, ocorreu a repetição de “cerveja”, “pizza” e “massas”.

Figura 15 - Resposta a situação-problema do Grupo 1

1- A fermentação nos alimentos é importante pois gera energia pra quem consome, essa energia é liberada por enzimas.

2- Pão, rosca, cerveja, massa de pizza, lúelo.
Sim.

Os quatro grupos, ao associarem a fermentação à produção de pão, falaram sobre os processos técnicos para a produção deste alimento, deixando em dúvida se as respostas foram simplesmente copiadas de algum *site* – ou outra referência –, ou se foram elaboradas a partir de seus conhecimentos prévios e/ou por meio de pesquisas – responsáveis por ampliar os conhecimentos dos discentes – ou seja, pesquisas nas quais os estudantes sejam responsáveis por construir seus argumentos. As respostas dos alunos estão indicadas nas figuras 16, 17, 18 e 19.

Figura 16 - Resposta a situação-problema do Grupo 2

1. Pão nesse processo ocorre uma série de multiplicações, cujo principal responsável são as leveduras *Saccharomyces cerevisiae*. Essas células agem sobre a massa, pois, ao se multiplicarem e realizarem seu metabolismo normal, produzem gases, que se prendem a massa e a tornam mais aerada e leve. A levedura, usando seu sistema enzimático, converte os açúcares da massa, transformando-os em dióxido de carbono (CO_2) e álcool (etanol).

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{enzimas}} 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$$

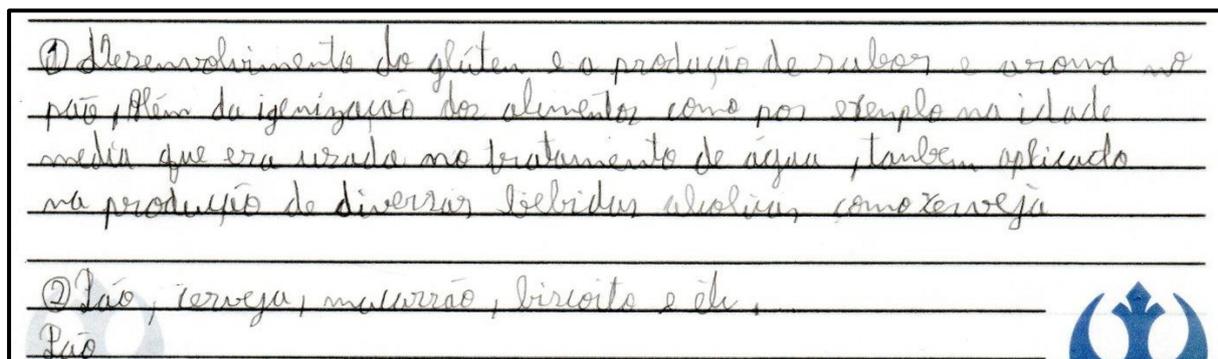
açúcares $\xrightarrow{\text{enzimas}}$ álcool + dióxido de carbono.

2. Rosca, Pão de sal, bolo, Pão doce, alguns biscoitos de polvilho, Pizza.

Na figura 16, percebe-se que o grupo de alunos conseguiu associar de maneira esquemática a reação de fermentação que ocorre durante a produção de pão. Já na figura 17,

nota-se uma mistura de informações relacionadas à produção de pão, de higienização de alimentos e de técnicas de produção de bebidas durante a idade média.

Figura 17 - Resposta a situação-problema do Grupo 3



A figura 18 representa as respostas dadas por um grupo que somente respondeu a primeira pergunta.

Figura 18 - Resposta a situação-problema do Grupo 4

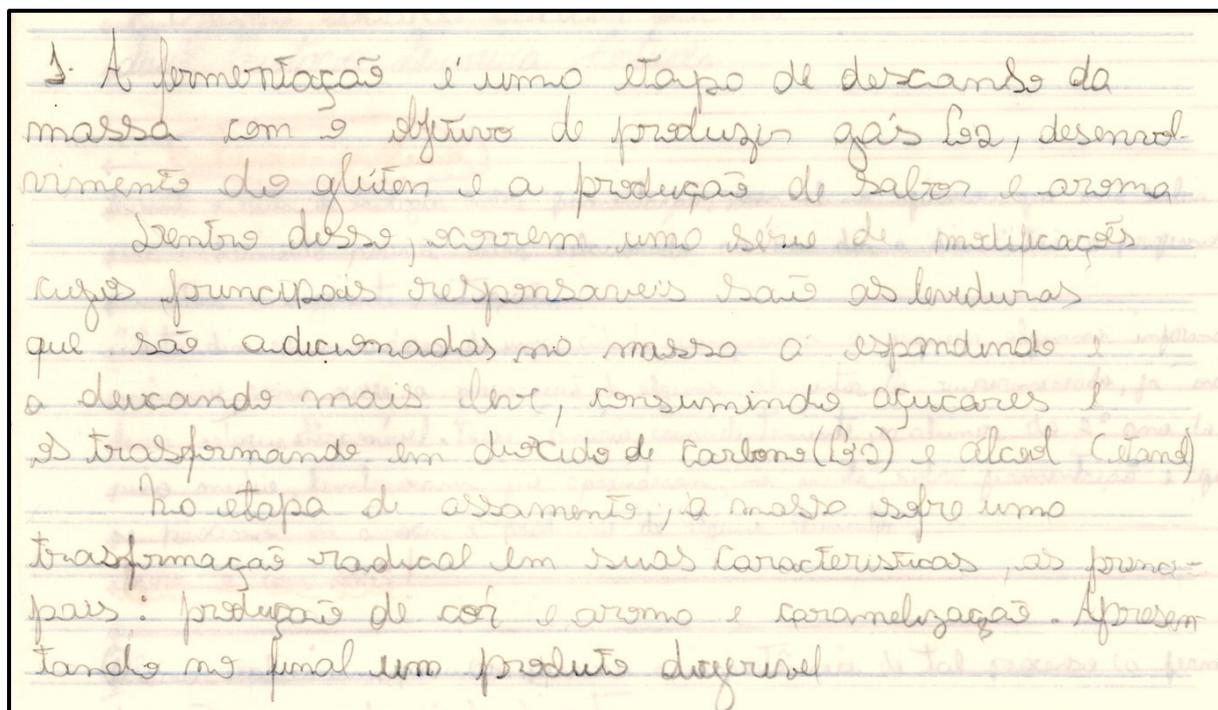


Figura 19 - Resposta a situação-problema do Grupo 5

01. A fermentação é uma etapa de descanso da massa, após os impactos mecânicos da(s) etapa(s) anterior(es). Seus objetivos são: a produção de gás (CO_2), o desenvolvimento do glúten e a produção de sabor e aroma. *mas da observação, estas etapas podem*

02. Bolo, rosquinha, pão, massa de pizza, massa de tortas salgadas. *mas se a volta já fizemos bolo. bom da vida afre!"*

4.5 Transferência de aprendizagem

4.5.1 Paródia

Considerando a paródia como efeito de linguagem responsável pela releitura baseada na problematização e questionamento de uma situação, os alunos puderam associar o que foi aprendido com a sua realidade. De fato, Silva, Pereira e Melo (2015) afirmam que a pesquisa para a produção das paródias promove a análise de novos dados referentes à temática, além de facilitar o processo de ensino e aprendizagem ao estimular a criatividade dos alunos nas produções das paródias. Com isso, de acordo com os autores, os alunos deixam de ser um sujeito passivo e se tornam sujeitos ativos e críticos ao aumentar a compreensão dos temas estudados. No entanto, é importante ressaltar que o uso de paródias como instrumento de ensino-aprendizagem pode, por muitas vezes, simplificar em demasia os processos apresentados nas temáticas abordadas. Nesse sentido, o planejamento da execução deve ser realizado com cuidado para que a atividade não se limite a uma simples memorização e/ou subversão de conceitos.

Pelas análises, percebe-se que os alunos conseguiram associar corretamente os termos e conceitos da temática escolhida para a produção; todavia, alguns erros revelaram a dificuldade dos discentes em consolidar as aprendizagens. Dos dez grupos formados durante o desenvolvimento da situação-problema, foram produzidas nove paródias, das quais seis eram cópias de outras paródias já existentes – a averiguação da autenticidade do material produzido ocorreu por meio de consultas através de motor de busca (Google). A replicação de paródias

previamente existentes reforça a subordinação dos alunos às práticas de ensino que estimulam a passividade e que estão fundamentadas no utilitarismo; de fato, a necessidade que os alunos demonstram em tão-somente concluir uma atividade proposta, sem compreender a importância da maneira com que essa tarefa deve ser cumprida, indica a falta de entendimento do processo ativo de construção do conhecimento.

Vale destacar que ocorreram cópias totais e parciais das paródias: nos casos de cópias totais, houve uma indicação de uma outra possível música base, enquanto nas cópias parciais aconteceu a troca de algumas palavras ou frases. Partindo desse pressuposto, foram consideradas válidas para análise somente três paródias, listadas a seguir. Das três paródias consideradas válidas, nenhuma abordou a fermentação, uma retratou a respiração celular e duas discorreram sobre a fotossíntese.

Listas de paródias produzidas

- “Escravos de Jó” – Domínio público
- “Glamurosa” – Mc Marcinho
- “Get Lucky” – Daft Punk ft. Pharell Williams, Nile Rodgers

As paródias das músicas “Escravos de Jó” e “Glamurosa” abrangeram como assunto estruturante a fotossíntese. Na paródia “Escravos de Jó”, o terrário foi explorado como forma de mostrar a relação do processo de fotossíntese com o equilíbrio nos ecossistemas – no entanto, sem abranger as etapas do processo. Já a paródia “Glamurosa” discorreu de forma simples sobre as etapas e estruturas do processo de fotossíntese.

Quadro 14 - Paródias elaboradas pelos alunos na temática fotossíntese

Música: Escravo de Jó – Domínio público	Música: Glamurosa – Mc Marcinho
<i>No terrário fechado Se faz a fotossíntese</i>	<i>A fotossíntese da luz vai precisar Se a fase clara for realizar Clorofila vai captar o CO₂ e a água Em glicose ele vão se transformar (2x)</i>
<i>Produz libera Deixa completar</i>	<i>Se você não entende nós viemos te explicar As transformações que vai causar e como os vegetais vão se beneficiar e fase escura nós vamos explicar energia solar não vai ‘compara’ tilacoide Estroma eles vão ajudar a fotossíntese da luz vai precisar se a fase clara for realizar</i>
<i>No terrário Plantas e minhocas podem se alimentar No terrário Plantas e minhocas podem se alimentar</i>	
<i>Praticam o equilíbrio Para o planeta ajudar</i>	
<i>Produz libera Deixa completar</i>	
<i>Nos complexos energéticos Podem sim se completar Nos complexos energéticos Podem sim se completar</i>	
<i>No terrário fechado Se faz a fotossíntese</i>	
<i>Produz libera Deixa completar</i>	
<i>No terrário fechado Ocorre o ecossistema Plantas e minhocas Porque o terrário está pronto pra fechar</i>	

Na paródia da música “Get Lucky” (Fig. 20), pode-se perceber o domínio dos alunos sobre a temática da respiração, sobretudo porque os alunos conseguiram abordar as etapas do processo de respiração de forma resumida e clara. Porém, a paródia apresenta um erro quando os discentes associam a respiração – no refrão – à produção de glicose, e não à sua degradação ao dizerem “*vamos produzir glicose*”.

Figura 20 - Paródia da música Get Lucky

	Agora, vem cá;
	Que eu vou te mostrar;
	Uma cadeia de reações;
	Acontecerá;
Começando com a Glicólise;	Isso é respiração (3x)
Onde é a primeira etapa;	Vamos produzir Glicose
Quebrando o Açúcar;	
Dentro do citoplasma;	Isso é respiração (3x)
	Vamos produzir Glicose (4x)
Os piruvatos, vão se transformar;	
Em acetil e coenzima A	E na terceira etapa;
	Mais uma transformação;
(Refrão)	Também pode ser chamada;
Isso é respiração (3x)	De oxirredução;
Vamos produzir Glicose	
	Vai acontecer;
Isso é respiração (3x)	Na crista, atenção;
Vamos produzir Glicose (4x)	Prótons e elétrons, aparecerão;
O ciclo de Krebs;	Isso é respiração (3x)
É a segunda etapa;	Vamos produzir Glicose
A matriz mitocondrial;	Isso é respiração (3x)
Onde tudo se encaixa;	Vamos produzir Glicose (4x)

As paródias deixam o ambiente mais atrativo, acolhedor e receptivo para promover a aprendizagem, como afirmam Silva, Pereira e Melo (2015). Estes autores também salientam que, apesar de as paródias terem esse papel importante, não existem fórmulas mágicas para atrair a atenção dos alunos. Na sequência didática, o uso de paródias teve como objetivo reduzir a tensão no momento de os alunos exporem seus conhecimentos sobre os processos energéticos celulares. Além disso, Jagher (2015) destaca a construção das paródias como uma possibilidade

de identificação da percepção e do nível de aprendizagem dos alunos, em razão de permitir um *feedback* com os professores.

Em função da complexidade, os processos de fotossíntese e respiração celular “não são conceitos que se aprendem somente em um momento de instrução formal” (TRAZI; OLIVEIRA, 2016b, p. 104). Com isso, os conceitos precisam ser pensados durante todo o processo de ensino na Educação Básica. Tal característica pode ser uma das principais justificativas dos erros apresentados durante a construção das paródias e, também, do fato de alguns grupos fazerem cópias integrais ou parciais.

4.5.2 Mapa Conceitual

Nesse momento, foi levada em conta a realidade do estudante por meio da liberdade ao abordar o tema da maneira mais familiar possível à ele. Como afirmam Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018, p. 225), através da perspectiva do conhecimento científico “a construção de redes ou mapas conceituais permite uma visão global e estruturada do tema”. Assim, foi possível verificar se o aluno não somente apropriou-se do saber, mas também se ele é capaz de expressá-lo.

De acordo com Pozo e Crespo (2009, p. 262)

“a aprendizagem da ciência, tal como se evidencia na elaboração de um mapa conceitual, implicaria não só aumentar o número de relações entre conceitos, mas sobretudo explicitar o significado dessas relações por meio das etiquetas verbais usadas para qualificá-las, criando uma rede de conceitos que seja a mais complexa e organizada possível”.

Dos trinta participantes, apenas vinte e sete concluíram e entregaram a proposta. Vale destacar que cinco trabalhos entregues certificaram a confusão dos discentes em diferenciar um mapa conceitual de um resumo e de uma linha do tempo, respectivamente, representados nas Figuras 21 e 22. Além disso, quatro alunos entregaram mapas idênticos, os quais foram retirados da Internet. Partindo desses pressupostos, percebe-se que a construção dos mapas conceituais poderia ter ocorrido em sala de aula pois, desta forma, não haveria plágio e todos os participantes conseguiriam concluir esta tarefa. Assim como na produção das paródias, nota-se que a motivação dos alunos em buscar um mapa conceitual previamente preparado e disponível na Internet indica a passividade discente estimulada pelas antigas práticas de ensino, em que a necessidade de concluir as atividades propostas sobrepõe-se à construção ativa de conhecimento por meio da execução da tarefa.

Figura 21 - Material entregue: resumo

<p>Tema: Processos energéticos celulares</p> <p>Fermentação</p> <ul style="list-style-type: none"> * Não necessita de O₂ como aceptor de "e"⁻ * Anaeróbica * Gera apenas 2 ATPs/Glucose * Consome a glucose mais rapidamente ↳ Medida compensatória <p>Respiração Celular</p> <p>Utiliza O₂ (Glicólise)</p> <p>↳ 2 piruvato + 2 ATP + 2 NADH</p> <p>NAD e FAD</p> <p>Carregadores de elétrons e hidrogênio</p> <p>Oxidação</p> <ul style="list-style-type: none"> * Extrai energia * Perde elétrons e hidrogênio * Para produzir ATP 	<ul style="list-style-type: none"> - Glicólise • Anaeróbica (sem O₂) • Local: Citosol / Plasmogelasma • Oxidação parcial da glucose - Mitocôndria • duas membranas • Membrana interna: crista • Líquido: matriz <p>Fotossíntese</p> <p>Clorofilização</p> <ul style="list-style-type: none"> ↳ Síntese de matéria orgânica a partir de matéria inorgânica <p>Teópsoma</p> <p>energia luminosa → energia química</p> <p>Fase clara</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fotossíntese, fotólise da água
--	--

Figura 22 - Material entregue: linha do tempo

A

Mapa mental: Processos energéticos celulares

fermentação

fotossíntese

fase clara ou fotoquímica

fase escura ou química

equação geral da respiração

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{ATP (energia)}$$

B

processos energéticos celulares

mitocôndria

cloroplasto

plasma

citoplasma

vacuola

lisossomo

retículo endoplasmático

aparelho de Golgi

centríolos

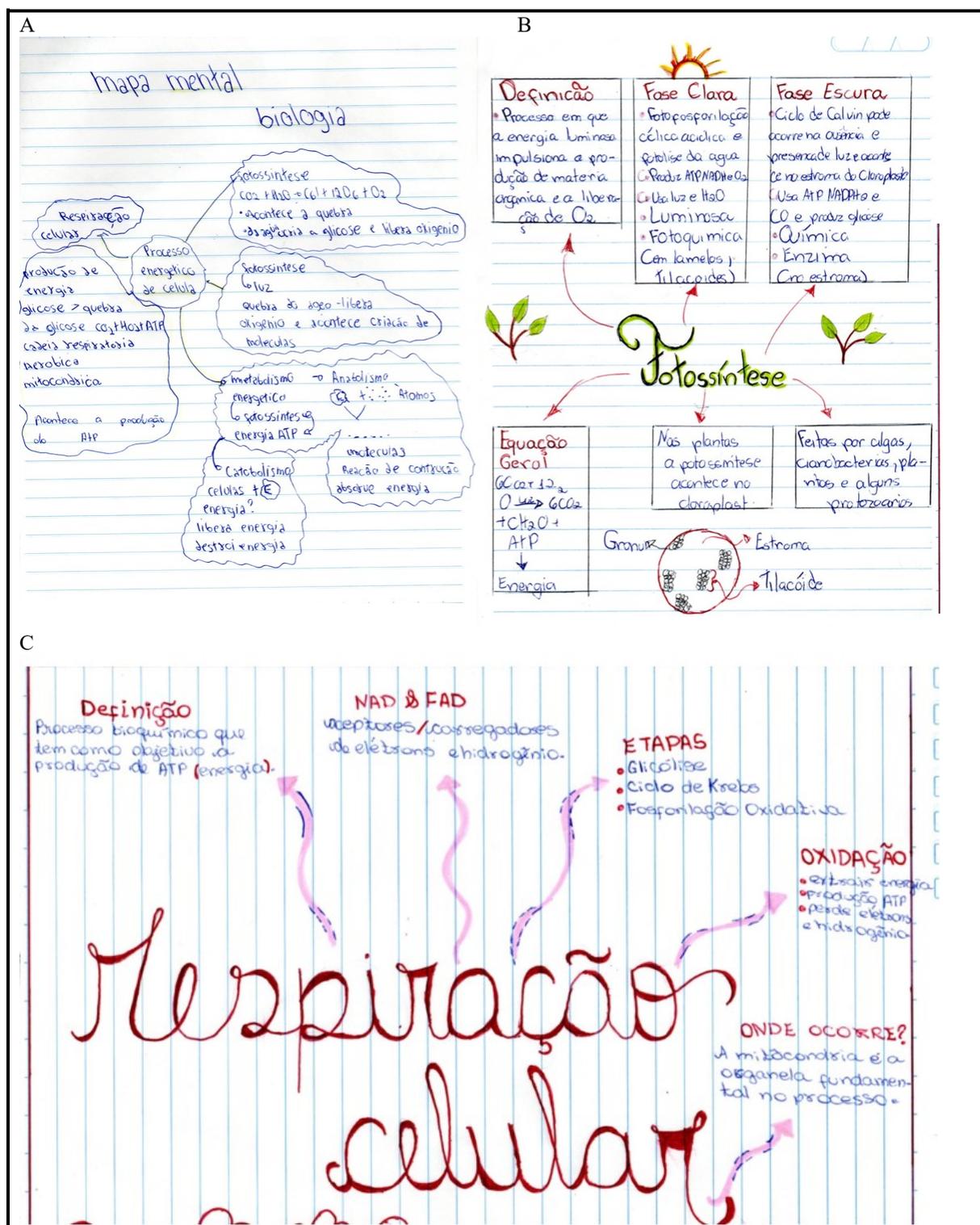
citocinese

função: respirar a nível celular

A – Apresentação das fases da fotossíntese e de sua equação geral
 B – Mistura de conceitos relacionados ao metabolismo e organelas celulares

Considerando os mapas conceituais originais, nota-se que os alunos produziram materiais na temática dos processos energéticos celulares, da fotossíntese e da respiração (Fig. 23). A fermentação não foi abordada como tema central por nenhum dos discentes; no entanto, apareceram nos mapas sobre processos energéticos celulares e em um dos mapas sobre fotossíntese.

Figura 23 - Alguns mapas conceituais produzidos pelos alunos



A – Mapa conceitual sobre processos energéticos celulares

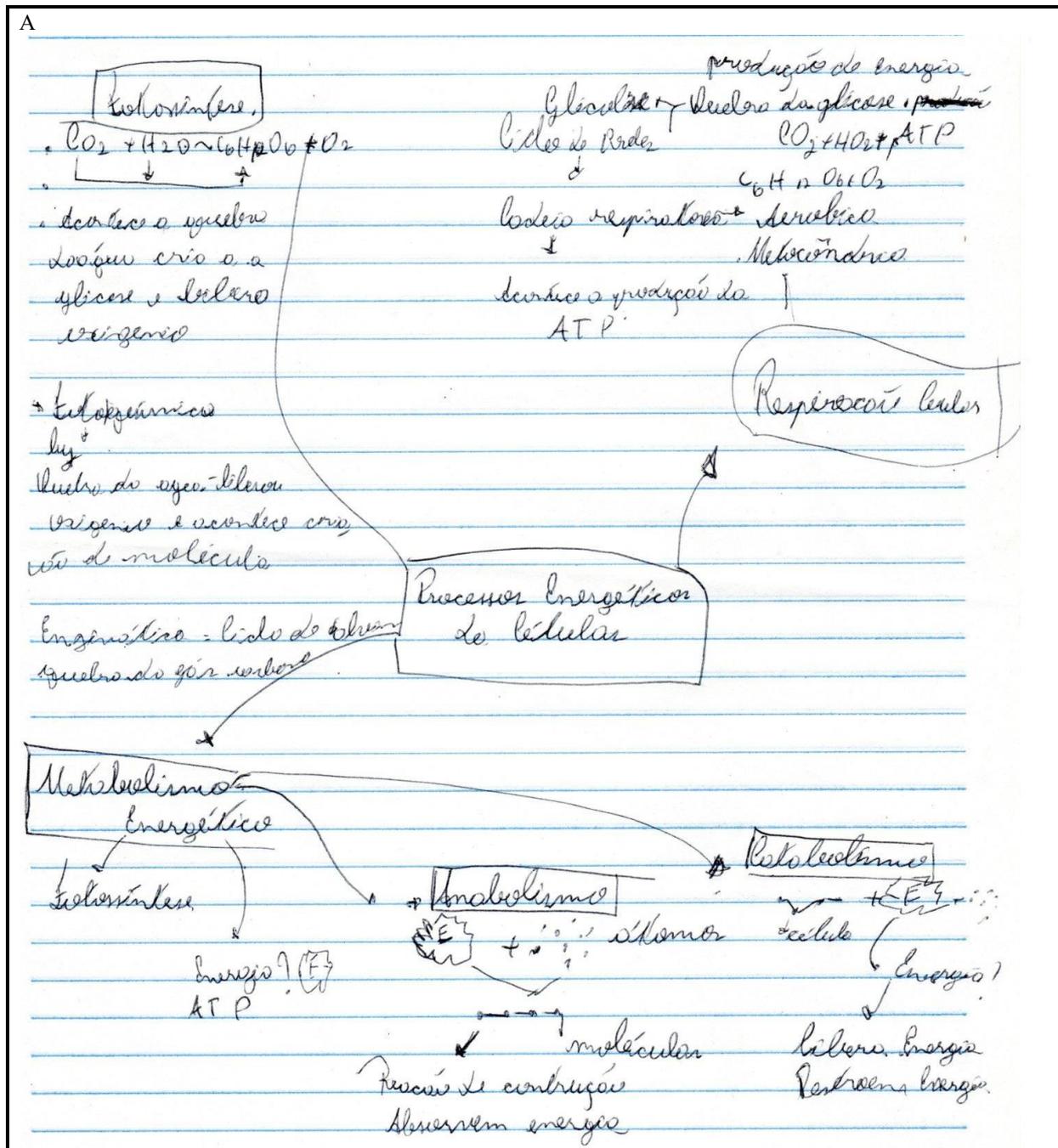
B – Mapa conceitual sobre fotossíntese

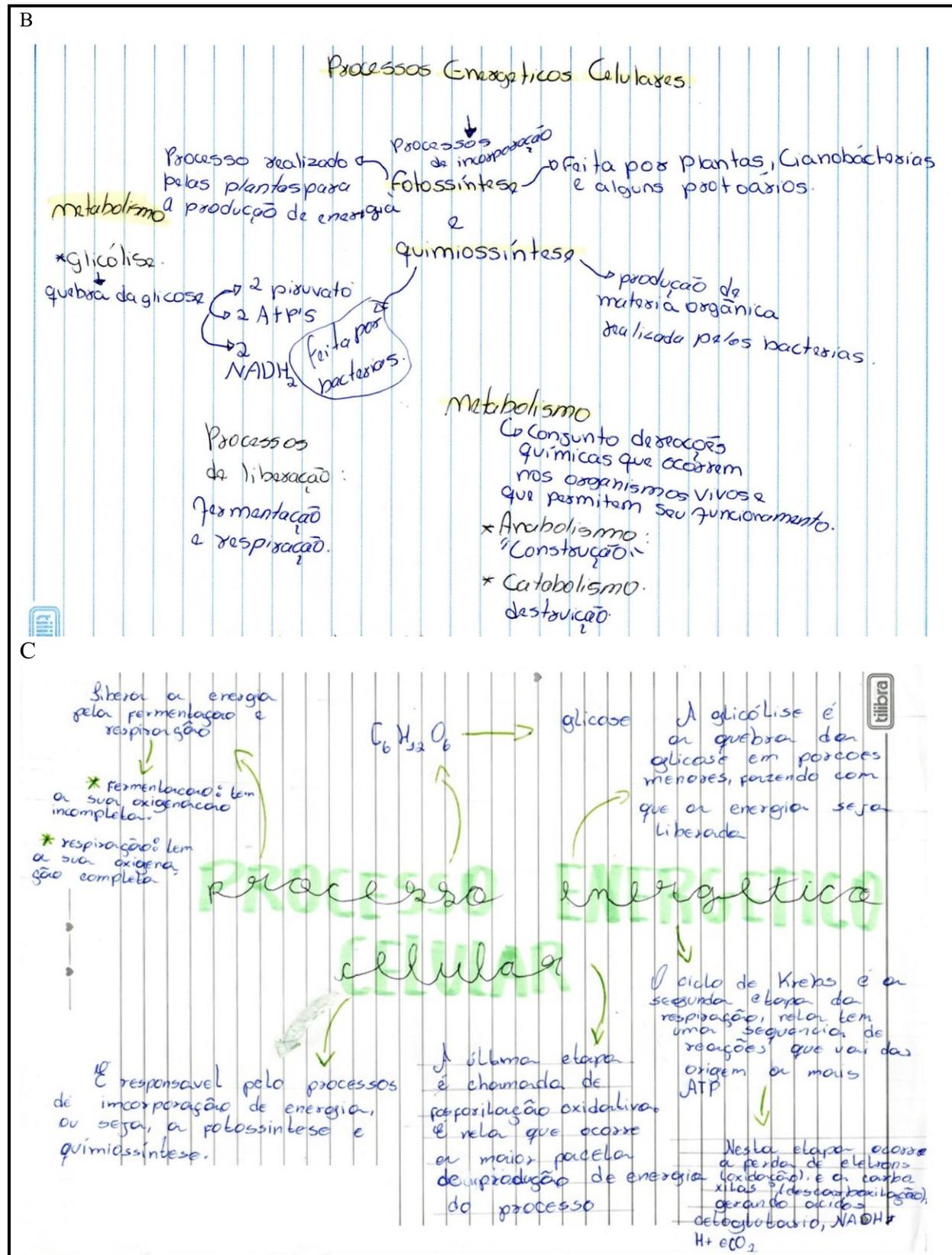
C – Mapa conceitual sobre respiração celular

Os processos energéticos celulares foram abordados em treze produções, sendo quatro cópias de um mapa presente na Internet e nove originais. De forma geral, os mapas produzidos pelos discentes apontaram as definições de metabolismo, catabolismo e anabolismo, além da

diferenciação dos processos de fotossíntese e respiração celular. Em alguns ocorreram a citação do processo de fermentação como processo de liberação de energia (Fig. 24).

Figura 24 - Alguns mapas conceituais sobre processos energéticos celulares





Na Figura 24, estão representados três mapas conceituais produzidos pelos alunos com a temática *processos energéticos celulares*. As conexões realizadas pelos alunos apresentam-se de forma desorganizada, considerando que as etapas relacionadas a alguns processos são

apresentadas de maneira distante e/ou sem estarem relacionadas a eles. Na Figura 24A, a fotossíntese está conectada ao metabolismo energético, enquanto suas etapas estão descritas em outro local. Apesar disso, as informações apresentadas demonstraram que o aluno conseguiu compreender alguns dos conceitos relacionados como, por exemplo, a associação dos termos catabolismo e anabolismo, respectivamente, à liberação e à absorção de energia. Já nas Figuras 24B e 24C, verifica-se a classificação da fotossíntese e da quimiossíntese como processos de incorporação de energia, e da respiração e da fermentação aos processos de liberação de energia. No entanto, na Figura 24C, o discente diferenciou a respiração e a fermentação pela utilização total ou parcial do oxigênio: vale ressaltar a confusão entre os termos *oxigenação* e *oxidação*.

A fotossíntese foi abordada em dez produções, sendo duas na forma de resumo e oito originais. De modo geral, todos os mapas produzidos pelos discentes apontaram as etapas da fotossíntese. Em dois mapas, houve somente a apresentação dos nomes das etapas e/ou alguns componentes do processo, como representado na Figura 25. Já algumas definições dos processos foram apresentadas em seis mapas conceituais, dos quais três estão representados na Figura 26.

Figura 25 - Alguns mapas conceituais sobre fotossíntese

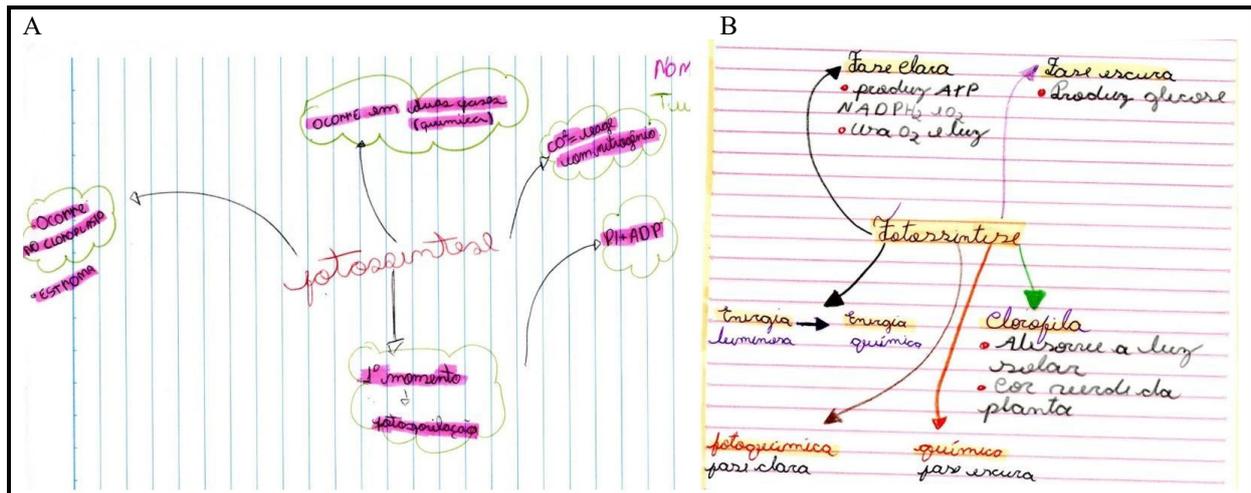
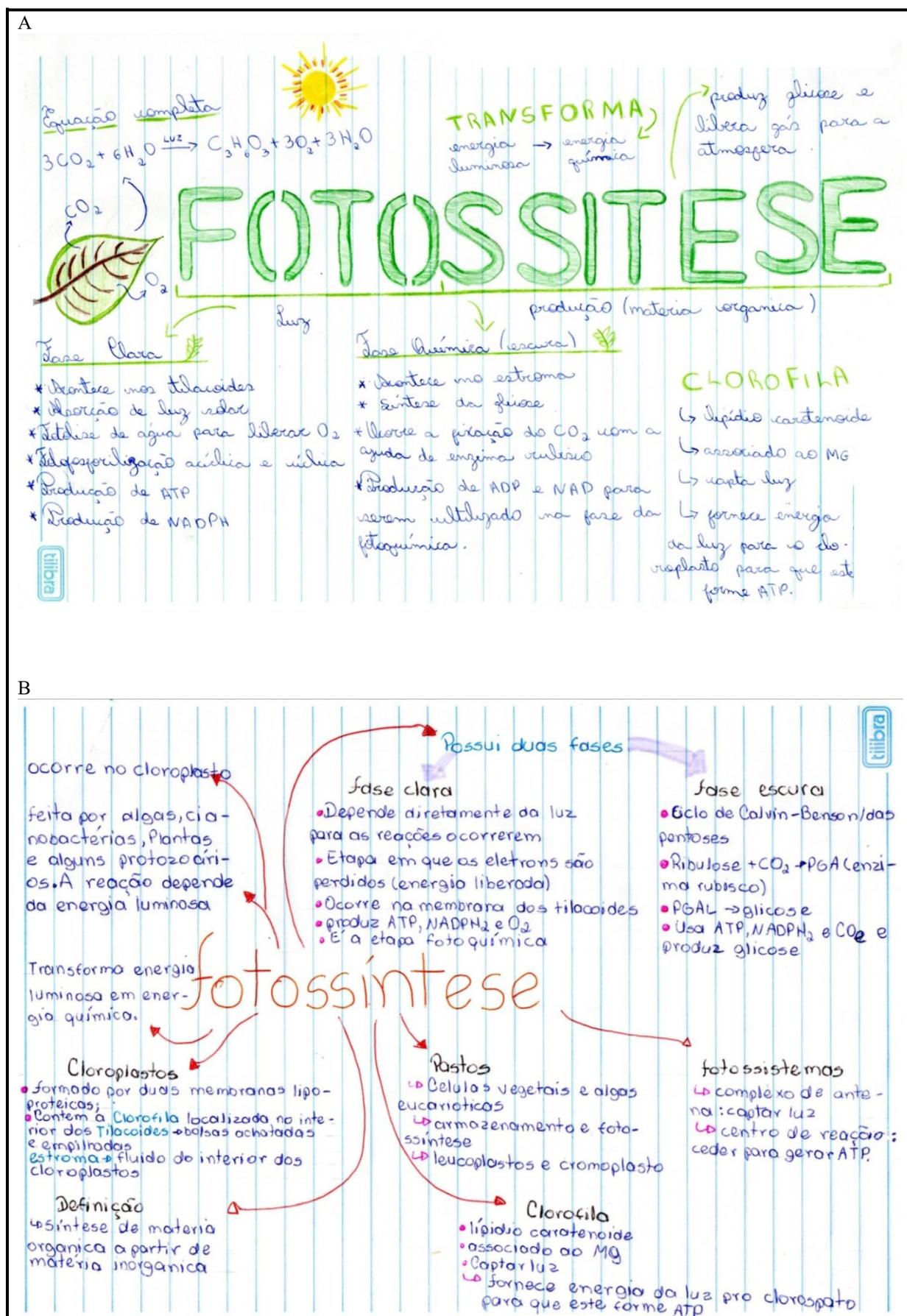
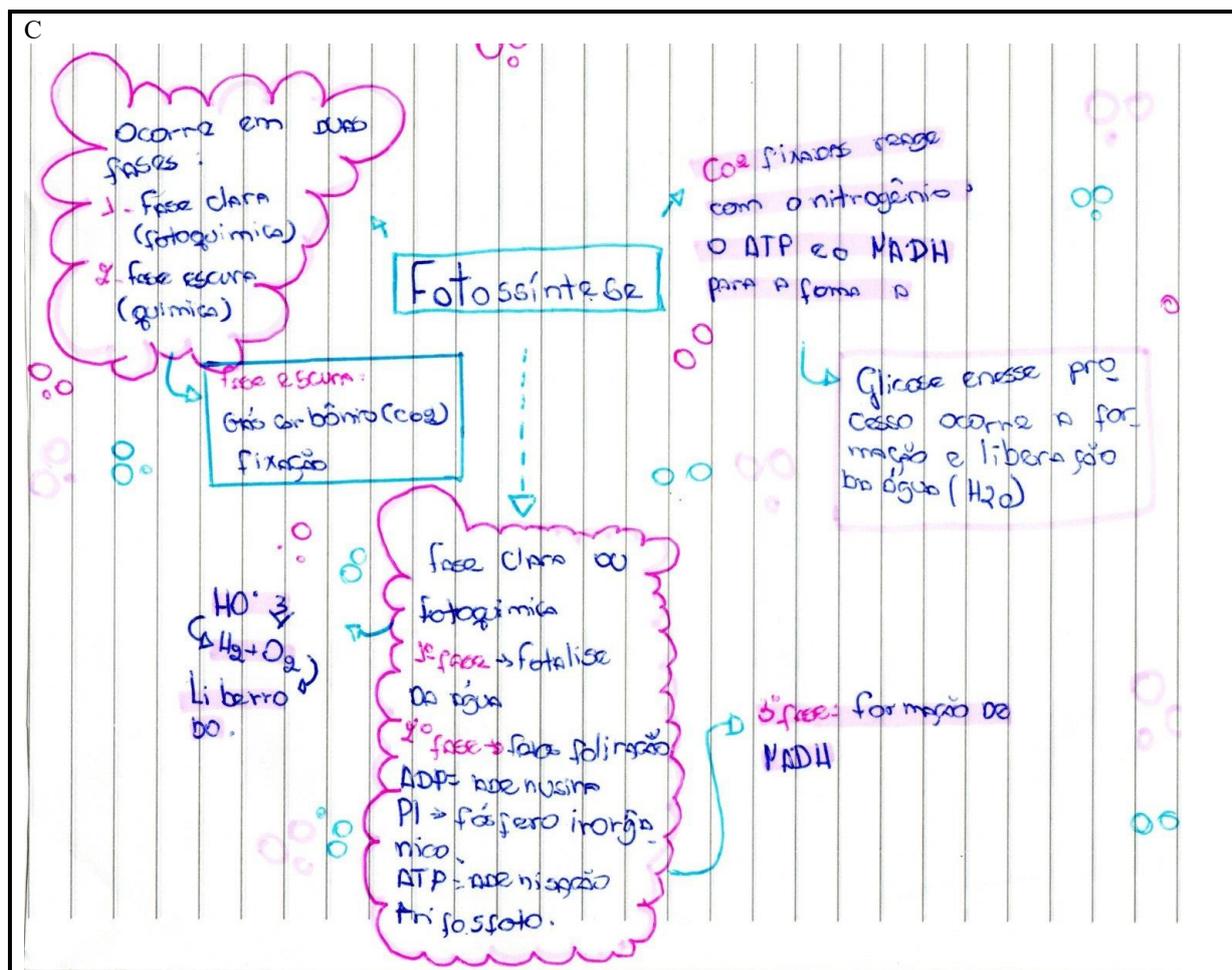


Figura 26 - Alguns mapas conceituais sobre fotossíntese



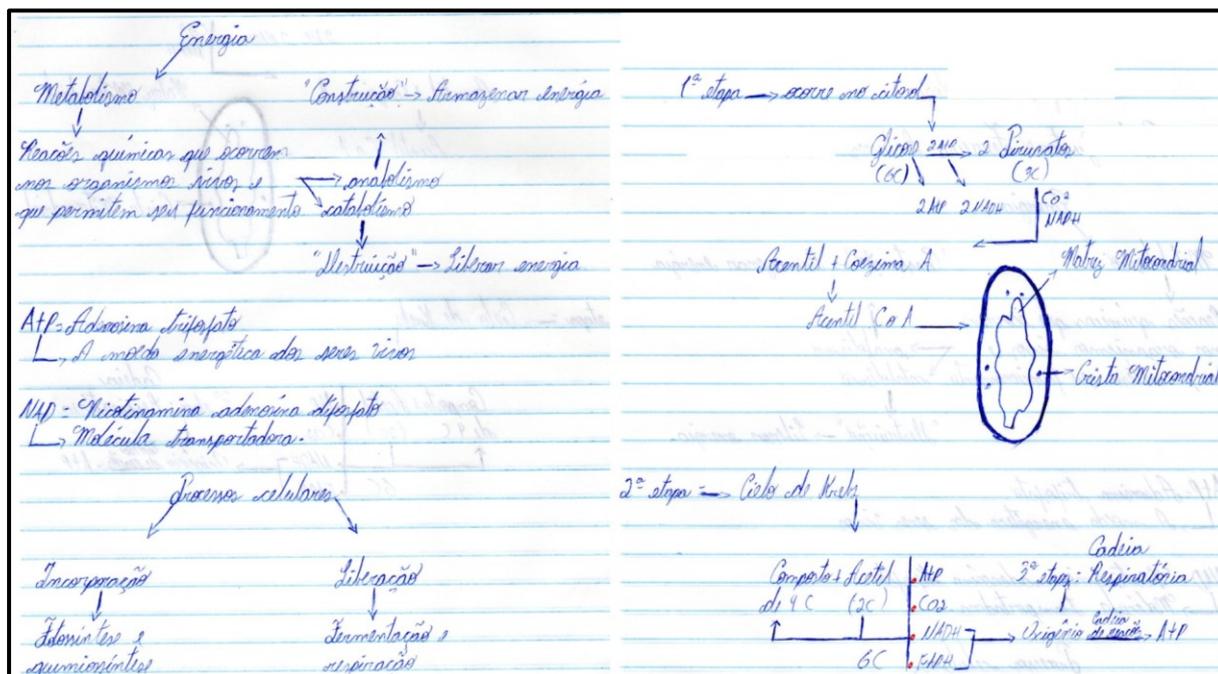


Na Figura 26, estão representados três mapas conceituais produzidos pelos participantes com a temática *fotossíntese*. Os alunos reconhecem as fases e os locais nos quais ocorrem os processos da fotossíntese. Além disso, a disposição dos nomes das etapas presentes em cada fase foi realizada sem nenhuma explicação ou conexão direta. Nas Figuras 26A e 26B, os estudantes identificaram a participação da clorofila; porém, é perceptível a descrição idêntica, mostrando um compartilhamento de informações na confecção ou no momento da entrega do mapa conceitual – principalmente, pela escrita errada do símbolo do magnésio (“MG” ao invés de “Mg”) na Figura 26A. Além disso, em ambos os mapas, foi citado o processo de transformação de energia luminosa em energia química. Na Figura 26C, percebemos uma expressão mais fiel do conteúdo que realmente foi aprendido, principalmente pela associação incorreta da liberação e formação de H₂O durante a produção de açúcares.

A respiração celular foi abordada em quatro produções, sendo uma na forma de resumo e três originais. De modo geral, todos os discentes apontaram as etapas da respiração celular, como mostrado anteriormente na Figura 23C. Assim como na fotossíntese, os alunos

reconhecem as fases e os locais nos quais ocorrem os processos da respiração celular. No resumo, houve a apresentação de uma introdução sobre o metabolismo (Fig. 27).

Figura 27 - Resumo sobre respiração celular



Na Figura 27, o estudante demonstra a compreensão sobre a definição de metabolismo, além de conseguir fazer analogias com as explicações dos termos “catabolismo”, “anabolismo”, “ATP” e “NAD”. Com isso, na perspectiva cognitiva da aprendizagem, o uso de analogias demonstra que o aluno conseguiu alcançar algum grau de transferência de aprendizagem já que, segundo Alcantara (2003), a generalização acontece quando os conhecimentos adquiridos são usados em outras tarefas.

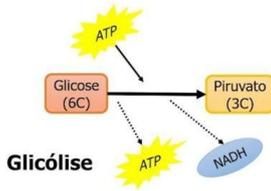
Conforme afirmam Trazzi e Oliveira (2016a, p. 134), “fotossíntese e respiração celular são considerados conceitos com alto grau de generalização porque, para se formarem, precisam de uma série de conceitos de menor nível de generalidades”. Com isso, a aquisição do conhecimento “deve ser o produto laborioso de um longo processo de instrução” (POZO; CRESPO, 2009, p. 244). Desta forma, a aprendizagem da Ciência de modo relevante e significativo deve superar as dificuldades dos discentes ao aproximar os conteúdos a alguns fatores do cotidiano.

4.5.3 Jogo

Os alunos, em grupo, foram desafiados a construir uma questão de múltipla escolha, com três alternativas, referentes a alguma parte da temática abordada. Segundo Camargo (2019), ao incentivar os alunos a fazer perguntas, pode-se promover o seu envolvimento, o desenvolvimento de sua independência e a autonomia para vencer suas dificuldades, além de trabalhar a sua capacidade de explicar mais facilmente seus conhecimentos e refletir sobre sua própria aprendizagem. Além disso, de acordo com Cohen e Lotan (2017), por meio do trabalho em grupo, a compreensão adequada de ideias abstratas é assimilada mais eficazmente do que por métodos tradicionais.

As questões formuladas pelos alunos (Fig. 28) foram compiladas em um Google Formulário pelo professor-pesquisador e, posteriormente, o *link* foi enviado para os estudantes. Como os discentes não quiseram responder ao *quiz*, não foi possível coletar dados referentes à resolução. No que se refere às criações das questões, percebe-se diferentes níveis de interação com a temática em função dos diferentes momentos de aprendizagens individuais. De fato, conforme explicam Zabala e Arnau (2010, p.135), é imprescindível conhecer como funcionam os conteúdos procedimentais e atitudinais, além de refletir sobre a importância de cada etapa que os compõem, como forma de desenvolvimento da autonomia, da capacidade crítica, da responsabilidade, da cooperação e da liberdade.

Figura 28 - Questões elaboradas pelos alunos

<p>1ª QUESTÃO</p> <p>A luz solar é a fonte de energia mais importante para os seres vivos. No entanto, somente os seres vivos clorofilados são capazes de captar essa energia e transformá-la em energia química, que fica armazenada em moléculas orgânicas. Esse processo recebe o nome de:</p>  <p><input type="radio"/> Respiração celular <input type="radio"/> Fermentação <input type="radio"/> Fotossíntese</p>	<p>2ª QUESTÃO</p> <p>A fermentação:</p> <p><input type="radio"/> ocorre na mitocôndria <input type="radio"/> não necessita de oxigênio <input type="radio"/> impede a glicólise</p>	<p>3ª QUESTÃO</p> <p>A glicólise, representada simplificada no esquema a seguir, é um processo exotérmico, cuja energia liberada é utilizada em grande parte na síntese de moléculas de ATP. Partindo desse pressuposto qual o nome dos principais processos pelos quais ocorre liberação da energia armazenada nas ligações químicas dos compostos orgânicos?</p>  <p><input type="radio"/> Fotossíntese e respiração celular <input type="radio"/> Respiração celular e fermentação <input type="radio"/> Fermentação e fotossíntese</p>
<p>6ª QUESTÃO</p> <p>Nas plantas verdes, a fotossíntese ocorre apenas durante o dia e a respiração ocorre:</p>  <p><input type="radio"/> apenas à noite <input type="radio"/> apenas durante o dia <input type="radio"/> permanentemente, ou seja, durante o dia e à noite</p>	<p>4ª QUESTÃO</p> <p>Um grupo de amigos querendo comer um pão caseiro procurou uma receita para poder produzir. Com a lista de ingredientes a seguir os alunos foram às compras. No supermercado da cidade encontraram quase todos os ingredientes, exceto o fermento biológico fresco. Ao analisar a quantidade dos demais ingredientes o grupo de amigos achou que o fermento biológico não era importante.</p> <p>INGREDIENTES</p> <p>1 kg de farinha de trigo aproximadamente 1 e 1/2 xícara de leite morno (aprox. 400 ml) 1/2 xícara de água morna 1/2 xícara de óleo (aprox. 100 ml) 4 colheres (sopa) de açúcar (aprox. 200 g) 1 colher (sopa) de sal 2 ovos 30 g de fermento biológico fresco</p> <p>Considerando a importância do fermento biológico para a produção de pão, qual a situação esperada</p> <p><input type="radio"/> O pão crescerá e ficará fofoquinho, pois o gás carbônico será produzido normalmente. <input type="radio"/> O pão não crescerá, apesar da produção de gás carbônico pela respiração. <input type="radio"/> O pão não crescerá, pois o gás carbônico não será produzido na ausência das leveduras presentes no fermento biológico</p>	<p>5ª QUESTÃO</p> <p>Os terrários podem conectar as pessoas com a natureza. Ao montar um terrário aprendemos de forma prática sobre o equilíbrio biológico e botânico da natureza e como esses conceitos estão presentes no terrário de forma linda e natural. Por que esse equilíbrio faz com que a planta consiga sobreviver mesmo em um espaço fechado?</p> <p><input type="radio"/> Simula as condições ideais de um espaço na natureza, como se fosse uma floresta. <input type="radio"/> O gás oxigênio está ausente. <input type="radio"/> Em um ambiente fechado é impossível não manter o equilíbrio biológico botânico da natureza.</p>

Em relação à formulação das perguntas: dois grupos utilizaram as situações-problema da sequência didática para a criação de suas perguntas, e os demais grupos fizeram questões relacionadas à compreensão das etapas dos processos de respiração, fotossíntese e fermentação. Isto posto, de acordo com Trazzi e Brasil (2017, p. 151) “o processo de apropriação conceitual é complexo, lento e demanda tempo”; ou seja, a aprendizagem e a transferência não ocorrem de maneira instantânea.

4.6 Avaliação

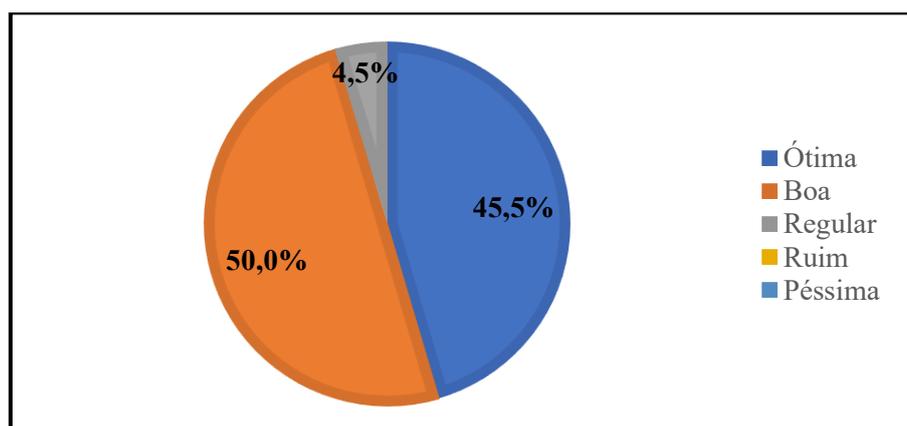
A etapa de avaliação baseou-se em dois momentos de análise das perspectivas discentes. A primeira consistia na avaliação da proposta e, a segunda, na autoavaliação da participação dos estudantes. Para isto foi disponibilizado um *link* no Google Formulário, dividido em três seções: identificação, avaliação da sequência didática e autoavaliação. Os alunos deviam responder a todas as questões, podendo se identificar ou não. Segundo Camargo (2019, p. 135) “quando os estudantes são incentivados a avaliar o seu próprio trabalho, eles passam a ter um papel mais ativo no processo de aprendizagem”.

Ao final do período de preenchimento foram obtidas vinte e duas respostas. As análises das etapas de avaliação foram detalhadas nos itens 4.6.1 e 4.6.2.

4.6.1 Avaliação da proposta

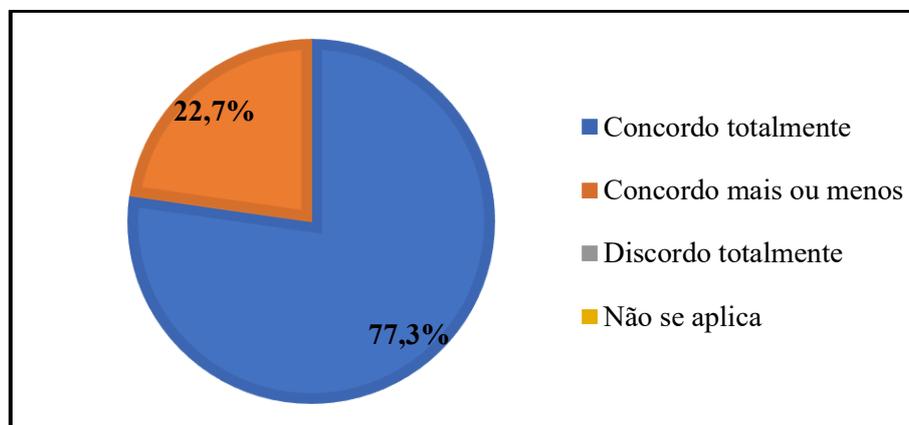
Na avaliação das atividades da sequência didática, nenhum dos vinte e dois participantes considerou a proposta ruim ou péssima. Já onze alunos (50%) a consideraram boa, dez (45,5%), ótima e um, (4,5%) regular (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Avaliação das atividades da sequência didática



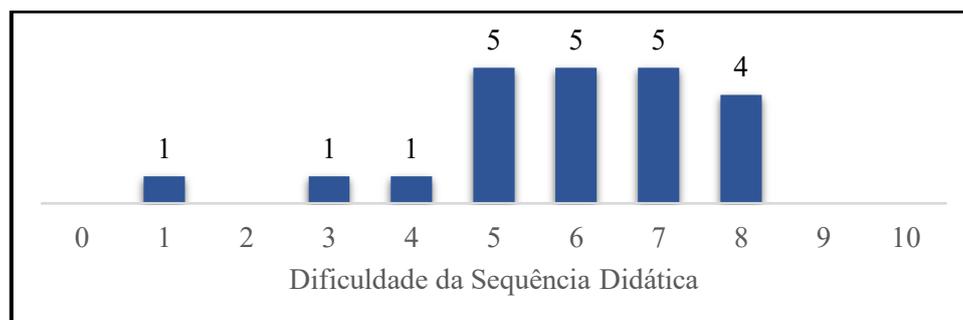
Em relação à relevância das atividades propostas na sequência didática, dezessete participantes (77,3%) concordaram totalmente, enquanto cinco (22,7%) concordaram mais ou menos⁷, enquanto nenhum dos participantes discordou totalmente da relevância das atividades propostas ou considerou que não se aplicava. (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Relevância das atividades propostas



Quando questionados sobre a dificuldade da sequência didática, os estudantes fizeram uma avaliação em escala linear de zero a dez, considerando zero como *muito difícil* e dez como *muito fácil*. Com isso, para analisar os dados a pontuação cinco representou dificuldade regular, ou seja, a proposta não estaria sendo considerada difícil tampouco fácil. Partindo desse pressuposto, os dados mostraram que, em relação às propostas da sequência didática, quatorze alunos a consideraram fácil, três a julgaram difícil e cinco a classificaram como regular (Gráfico 3). Vale destacar que, apesar da generalização na análise dos dados, cada participante julgou o grau de dificuldade de acordo com seus critérios.

Gráfico 3 - Dificuldade da sequência didática



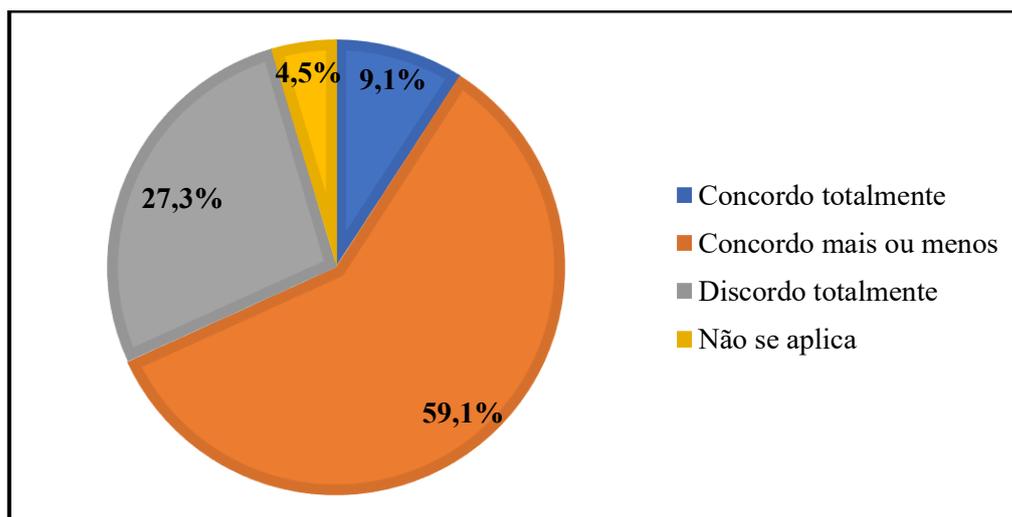
⁷ Após a análise da estrutura da proposta, percebemos que o “concordo mais ou menos” poderia ter sido colocado como “concordo com ressalvas”, seguido da pergunta “Quais ressalvas?”. As respostas ajudariam a estruturar melhor uma futura aplicação.

Os participantes foram encorajados a propor modificações e/ou adaptações para a melhoria das atividades propostas. Apesar disso, dezenove alunos não quiseram opinar, sendo que nove deixaram em branco e doze responderam “não”. Das respostas dadas um aluno desejou que atividades semelhantes fossem praticadas com mais frequência – “praticá-las frequentemente” –, enquanto outro estudante propôs que as aulas fossem mais interativas, assim como durante a aplicação da sequência didática – “mais interação e diálogos abertos”. Além disso, a resposta “só seja mais interativo” chamou a atenção, tendo em vista o fato de não ter ficado claro se o discente se referiu a postura do professor-pesquisador ou ao tipo de metodologia usada durante a aplicação.

4.6.2 Autoavaliação

Na avaliação da dificuldade de organização dos alunos durante a participação das etapas da sequência didática, dois alunos (9,1%) concordaram totalmente, treze (59,1%) concordaram mais ou menos, seis (27,3%) discordaram totalmente e um (4,5%) ainda afirmou que não se aplicava (Gráfico 4).

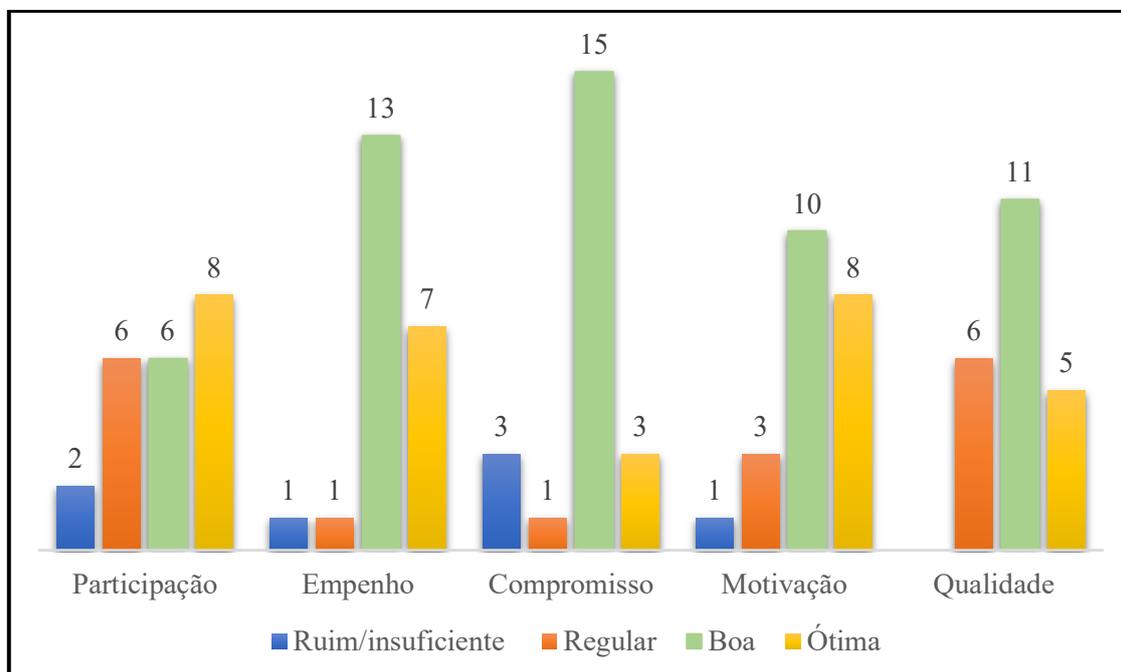
Gráfico 4 - Dificuldade de organização durante a participação



Em relação à participação na aplicação da sequência didática, os alunos consideraram os aspectos ruim/insuficiente, regular, boa e ótima para avaliar cinco critérios: (1) participação efetiva nas rodas de conversa e demais atividades; (2) empenho e responsabilidade na elaboração e entrega dos trabalhos individuais e em grupo; (3) compromisso com a leitura e problematizações propostas; (4) motivação; e (5) qualidade das atividades realizadas pelo aluno.

O Gráfico 5 apresenta a avaliação dos alunos de acordo com os aspectos propostos: nele percebe-se que a maioria dos estudantes classificaram sua participação como “ótima”, enquanto o aspecto “boa/bom” foi considerado para os demais critérios. Além disso, nenhum dos participantes considerou ruim ou insuficiente a qualidade das atividades prestadas por eles.

Gráfico 5 - Autoavaliação da participação



Ao final do questionário, considerando os aspectos utilizados durante a autoavaliação, os alunos mensuraram sua participação de zero a cem, além de justificar sua nota. Com notas variando de 12 a 90, e por meio das justificativas, verifica-se algumas razões para a classificação “ruim” ou “insuficiente” nos critérios envolvendo participação, empenho, compromisso e motivação. Seguem as respostas de alguns alunos: “Não tive muito tempo para me dedicar às atividades pois eu trabalho”; “Sou boa aluna, me empenho bastante, mas podia ser mais participativa”; “Não pude me empenhar totalmente, já que havia outro trabalho no nosso período”; “Tenho dificuldade em algumas coisas”; “Não participo da roda de conversas”; “Tenho dificuldade em biologia”.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados aqui apresentados, percebemos que o desenvolvimento da sequência didática sobre *processos energéticos celulares* proporcionou a apropriação de novos conhecimentos pelos alunos, iniciando a transferência de aprendizagem. Por meio das rodas de conversa, percebe-se que os alunos aumentaram seu senso crítico: apesar de terem demonstrado receio em um primeiro momento, no decorrer das interações eles diminuíram a sua apreensão ao falar sobre seus pensamentos. Assim, a partir disso, eles conseguiram construir o conhecimento significativo referente à temática. Desta forma, pode-se concluir que a maioria dos alunos prefere a utilização de metodologias que envolvam a sua participação ativa. No entanto, é perceptível a necessidade de promover, no início da proposta, o engajamento dos alunos para que eles possam despertar sua motivação e manter o foco no desenvolvimento do processo.

As aulas expositivas-dialogadas mostraram-se fundamentais como base em relação à temática durante o desenvolvimento dos produtos gerados pelos alunos. Além disso, os trabalhos em grupo realizados pelos alunos para a resolução das situações-problema, no desenvolvimento das paródias e nas construções das questões para o *quiz*, estimularam a autonomia e o protagonismo dos alunos, mesmo nos casos em que houve cópias integrais ou parciais – percebeu-se, nesses casos, o desenvolvimento negativo dessas características. O fato de mais da metade das paródias apresentadas conterem algum grau de plágio de outras existentes traz à tona elementos que permitem pressupor que os alunos tiveram alguma dificuldade em utilizar seus conhecimentos para construção de paródias originais, além do fato de possuírem algum receio em deixar a proposta incompleta, já que chegaram ao ponto de realizar cópias integrais de algumas paródias previamente disponíveis na Internet, além de afirmarem que a sua elaboração foi baseada em outra música.

A construção dos mapas conceituais pelos estudantes, como trabalho individual, permitiu ao professor-pesquisador perceber quais conhecimentos foram alcançados pelos alunos. Vale ressaltar que, por essa perspectiva, foi possível perceber que os discentes compreenderam que os processos energéticos celulares acontecem em etapas e em sublocalizações celulares específicas. Porém, é notável que a construção do conhecimento depende de diferentes concepções; desta forma, é fundamental que os conteúdos sejam trabalhados com conexões entre si para que os discentes consigam compreender os conceitos.

Dessa forma, concluímos que a aplicação da sequência didática promoveu uma repercussão na vida dos participantes ao aumentar seu senso crítico. Assim sendo, é possível

assegurar que a apropriação dos conhecimentos gerou, em algum nível, a transferência da aprendizagem. Assim sendo, podemos pressupor que, com a ocorrência da transferência de aprendizagem, é possível esperar a geração de novas perspectivas para os estudantes, as quais poderão influenciar positivamente o meio no qual estes estão inseridos.

REFERÊNCIAS

- ALBERTS, Bruce et al. Tradução ANDRADE, Ardala Elisa Brenda. Bioenergética e química celular. In: _____. **Biologia molecular – Célula I**. – 6ª ed – Porto Alegre: Artmed, 2017. p.43-108
- ALCANTARA, P. R. Generalização do conhecimento: uma questão significativa na pesquisa em educação. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v.9, n. 1, p.109-128, 2003.
- ALVES, L. M. S. A. Abordagem comportamentista (Skinner, Bandura e Gagné). In: _____. **Psicologia da aprendizagem**. Belém-PA: EdiAedi, 2014. p. 35-47
- ALVES, R. A. **Desejo de Ensinar e a Arte de Aprender**. Campinas: Fundação EDUCAR DPaschoal, 2004.
- ANDRADE, G. T. B. de. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Revista Ensaio**, v.13, n.1, p. 121-138, 2011
- ANDRADE, J. P.; SARTORI, J. O professor autor e experiências significativas na educação do século XXI: estratégias ativas baseadas na metodologia de contextualização da aprendizagem. In: BACICH, L; MORON, J. (Orgs.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 175-198
- BARROS, M. D. M. de; ZANELLA. P. G.; ARAÚJO-JORGE, T. C. de. A música pode ser uma estratégia para o ensino de ciências naturais? Analisando concepções de professores da educação básica. **Revista Ensaio**. v.15, n.1, p. 81-94, 2013
- BEBER, B.; SILVA, E. da; BONFIGLIO, S. U. Metacognição como processo da aprendizagem. **Rev. Psicopedagogia** 2014; 31(95):144-151
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular. BNCC**. Ministério da educação, 2018. Disponível em <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>> Acesso em 07/11/2022
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)**. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. 2000. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>> Acesso em 01/04/2021
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm> Acesso em: 08 de set. de 2020
- CAMARGO. M. Estratégias para avaliação na aprendizagem baseada em problemas. In: LOPES, R. M.; FILHO, M. V. S.; ALVES, N. G. (Orgs.) **Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores**. Rio de Janeiro: Publiki, 2019. p. 117-145

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

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Orgs.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. – 6ª reimpressão – São Paulo: Cengage Learning, 2020. p. 1-20

COHEN, E. G.; LOTAN, R.A. Tradução DORVILLÉ, L. F. M.; CARNEIRO, M. M.; ROZIN, P. M. S. F. **Planejando o trabalho em grupo: estratégias para salas de aulas heterogêneas**. – 3.ed. – Porto Alegre: Penso, 2017

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. – 5.ed. – São Paulo: Cortez, 2018

DÍAZ, F. Estudo da Aprendizagem. In: _____. **O processo de aprendizagem e seus transtornos**. Salvador: EDUFBA, 2011. p. 81-241

FREIRE, L. G. L. **Auto-regulação da aprendizagem**. *Ciência & Cognição*, 2009, vol. 14 (2): 276-286

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. – 65ª ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2020

GIL, A. C. Estratégias de ensino-aprendizagem. In: _____. **Metodologia do ensino superior**. São Paulo: Atlas, 2013. p. 57-67

GLASGOW, N. A. Ensino e Aprendizagem hoje. In: LOPES, R. M.; FILHO, M. V. S.; ALVES, N. G.(Org.) **Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores**. Rio de Janeiro: Publiki, 2019. p. 17-45

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas propriedades. **Revista de Administração de Empresas**, v.35, n.2, p.57-63, 1995

GOMES, L. M. de J. B.; MESSEDER, J. C. A presença das TIC no ensino de Bioquímica: uma investigação para uma análise crítica da realidade. In: Anais Eletrônicos do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC. Águas de Lindóia, São Paulo, 2013. Disponível em <
https://www.researchgate.net/publication/321491191_A_PRESENCA_DAS_TIC_NO_ENSINO_DE_BIOQUIMICA_CONTRIBUICOES_PARA_UMA_ANALISE_CRITICA_DA_REALIDADE> Acesso em: 05 dez. 2021

JAGHER, S. A música como Recurso Pedagógico no Ensino de Biologia. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE. Artigos. Caderno PDE. Paraná, v. 1, 2014. Disponível em: <
http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_unicentro_bio_pdp_salete_jagher.pdf> Acesso em 20 jan. 2022

KARNAL, L. **Conversas com um jovem professor**. – 1. ed., 8ª reimpressão – São Paulo: Contexto, 2019

KRASILCHIK, M. **Biologia – ensino prático**. In: CALDEIRA, A. M. A.; ARAÚJO, E. S. N. N. **Introdução à didática da biologia**. São Paulo: Escrituras Editora, 2009. p. 249-258

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. – 4.ed., 6. Reimpressão – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2019.

LIMA, M. E. C. de C.; JÚNIOR, O. A.; CARO, C. M. D. A formação de conceitos científicos: reflexões a partir da produção de livros didáticos. **Ciências & Educação**, v.1, n.4, p. 855-871, 2011

MACHADO, E. F. **Fundamentação pedagógica e instrumentação para o ensino de ciências e biologia**. Curitiba: InterSaberes, 2020

MEDEIROS, S. C. dos S.; COSTA, M. F. B. da; LEMOS, E. dos 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.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. **Currículo Básico Comum – CBC: Biologia Ensino Médio**. Belo Horizonte, 2007.

MIRANDA, S. de. **Estratégias didáticas para aulas criativas**. Campinas, São Paulo: Papirus, 2016.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.3, pp. 283-306, 2002

MOURA, J. C.; CUNHA, H. F. **A influência do ensino de ciências por investigação na visão de alunos do ensino fundamenta sobre cientistas**. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 2, p. 104 – 112, 2018

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em ciências**, v. 9, n.1, p. 89-111, 2007

NELSON, D. L.; COX, M. M. Tradução DALMAZ, C.; TERMIGNONI, C.; PEREIRA, M. L. S. Glicólise, gliconeogênese e a vida das pentoses-fosfato. In: _____. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. – 7. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2019. p. 533-574

PALANGANA, I. C. **Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vigotski: a relevância do social**. – 6. ed. – São Paulo: Summus, 2015

PANTOJA, M. J.; BORGES-ANDRADE, J. E. Contribuições teóricas e metodológicas da abordagem multinível para o estudo da aprendizagem e sua transferência nas organizações. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v.8, n.4, p. 115-138, 2004.

PEÑA, A. O, et al. Construção do conhecimento a partir da aprendizagem significativa-cognitiva. In: PEÑA, A. O. et al. **Mapas conceituais: uma técnica para aprender**. São Paulo: Edições Loyola, 2005 p. 15-37

PECHLIYE, M. M. Sobre sequências didáticas. In: _____. **Ensino de ciências e biologia: A construção de conhecimento a partir de seqüências didáticas**. São Paulo: Editora Baraúna, 2018. p. 15-25

PICHETH, S. F.; CASSANDRE, M. P.; THIOLENT, M. J. M. Analisando a pesquisa-ação à luz dos princípios intervencionistas: um olhar comparativo. **Educação**, Porto Alegre, v. 39, n. esp. (supl.), s3-s13, 2016

PILATI, R. ABBAD, G. Tradução FREITAS, N. Análise fatorial confirmatória da escala de impacto do treinamento no trabalho. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**. Brasília, 2005, vol. 21 n.1, pp. 043-051

POZO, J, I; CRESPO, M. A. G. Tradução FREITAS, N. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RIBEIRO, M. de P. Contribuição da psicanálise para a educação: a transferência na relação professor/aluno. **Psicologia da Educação**, São Paulo, n.39, p. 23-30, 2014

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigativas em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Orgs.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. – 6ª reimpressão – São Paulo: Cengage Learning, 2020. p. 41-61

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p.25-41, 2018

SADAVA, C. et al. Tradução BONAN, C. D. et al. Energia, Enzimas e Metabolismo. **Vida: a ciência da biologia**. Volume 1, 8. ed. Porto Alegre, Artmed, 2009a. p. 118-137

SADAVA, C. et al. Tradução BONAN, C. D. et al. Fotossíntese: energia da luz Solar. **Vida: a ciência da biologia**. Volume 1, 8. ed. Porto Alegre, Artmed, 2009b. p.158-178

SADAVA, C. et al. Tradução BONAN, C. D. et al. Rotas celulares que captam energia química. **Vida: a ciência da biologia**. Volume 1, 8. ed. Porto Alegre, Artmed, 2009c. p.138-159

SCHLOCHAUER, C. **Transferência do aprendizado**. Youtube, 18 fev. 2013. Disponível em <<https://youtu.be/t4EXhfrKorI>>. Acesso em: 22 mai. 2020

SILVA, C. S. R. da. A relação dinâmica transferencial entre professor-aluno no ensino. **Ciências & Cognição**, 2006, v.08, 165-171

SILVA, E. S. P. da; PEREIRA, I. B.; MELO, S. M. F. de. O uso da música no ensino de biologia: experiência com paródias: I Congresso de Inovação Pedagógica em Arapiróca. **VII Seminário de Estágio**, Alagoas, 2015. p. 1-12

SILVA, M. B.; TRIVELATO, S. L. F. Propiciando o engajamento em práticas epistêmicas da cultura científica: uma proposta de atividade investigativa sobre dinâmica populacional. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, n. 9, p. 4932-4941, 2016

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-446, 2005

TRAZZI, P. S. da S.; BRASIL, E. D. F. Aprendizagem dos conceitos de fotossíntese e respiração celular na perspectiva histórico-cultural. **Kiri-kerê: Pesquisa em Ensino**, n.2, p.137-157, 2017

TRAZZI, P. S. da S.; OLIVEIRA, I. M. de. A ação mediada no processo de formação dos conceitos científicos de fotossíntese e respiração celular em aulas de biologia. **Investigação em Ensino de Ciências**, Belo Horizonte, v.21(2), pp. 121-136, 2016a

TRAZZI, P. S. da S.; OLIVEIRA, I. M. de. O processo de apropriação dos conceitos de fotossíntese e respiração celular por alunos em sala de aulas de biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.18, n.1, p. 85-116, 2016b

URSI, S.; BARBOSA, P. P.; SANO, P. T.; BERCHEZ, F. A. de S. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados**, v.32, n.94, p.7-24, 2018.

VILLAS BOAS, M. V. A transferência da aprendizagem: objetivo precípua do ensino. **Curriculum, Fundação Getúlio Vargas (FGV)**, v.1, n. 2, p. 18-26, 1962

YIN, R. K. Tradução BUENO, D. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016

ZABALA, A.; ARNAU, L. Tradução LIMA, C. H. L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010

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

APÊNDICES

Apêndice A – Resumo em tópicos sobre Os Processos Energéticos Celulares

Escola Estadual Doutor Odilon Loures – Bocaiuva/MG

Disciplina: Biologia

Tema: Processos Energéticos Celulares

Introdução

Para realizar os trabalhos vitais todos os seres vivos precisam de energia. A luz solar é a fonte de energia mais importante para os seres vivos. Essa energia é captada pelos seres clorofilados e transformada em energia química, que fica armazenada em moléculas orgânicas como, por exemplo, a glicose. Assim, o conjunto de processos químicos realizados nas células, para transformação de energia, é chamado de metabolismo energético. As moléculas orgânicas podem liberar ou incorporar energia.

Glicólise

Definição: Processo de degradação parcial de monossacarídeos (açúcares como, por exemplo a glicose) em componentes mais simples (Fig.1). Essa reação ocorre na ausência de oxigênio.

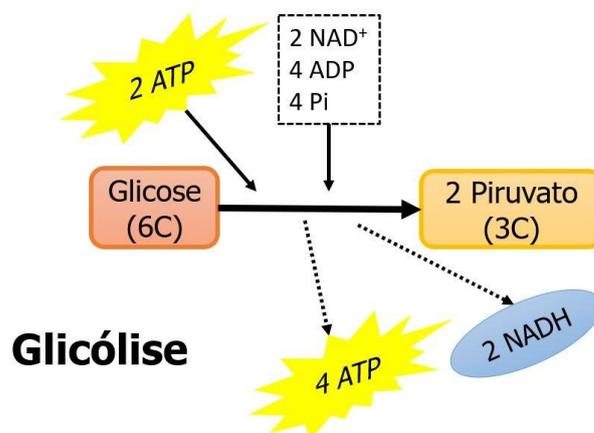


Figura 1

Ocorrência: No citoplasma

Fermentação

Definição: Conjunto de reações biológicas de degradação parcial da glicose para obtenção de energia

Ocorrência: Na ausência de oxigênio (O₂)

Tipos de fermentação: Lática, Alcoólica (etílica) e Acética

Respiração celular

Definição: Processo de degradação total da glicose na presença de O₂. Durante esse processo a oxidação da molécula de glicose promove a produção de ATP (molécula usada nas necessidades energéticas dos seres vivos).

Ocorrência: No citoplasma (reações anaeróbias) e na mitocôndria (reações aeróbias), em três etapas

- ✓ *1ª etapa:* Ocorre no citoplasma – Glicólise
- ✓ *2ª etapa:* Ocorre na matriz mitocondrial dos eucariontes e na matriz celular dos procariontes – Ciclo do ácido cítrico (Ciclo de Krebs)

- ✓ 3ª etapa: Ocorre na crista mitocondrial dos eucariontes e na face interna da membrana plasmática dos procariontes – Cadeia respiratória (Cadeia transportadora de elétrons)

Observação: A degradação aeróbia, 2ª e 3ª etapas, envolve a transformação dos produtos da glicólise e durante o processo acontece a formação de gás carbônico (CO₂), água (H₂O) e energia (ATP)

Fotossíntese

Definição: Síntese biológica dos carboidratos, sob a ação da energia luminosa, com a utilização de CO₂ e H₂O na presença de clorofila. Esse processo é realizado por todos os organismos clorofilados.

Etapas:

Fotoquímica (fase clara): nos eucariontes ocorre na grana dos cloroplastos e nos procariontes é realizada nas lamelas membranosas.

Acontecimentos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Produção de ATP ✓ Fotólise da água ✓ Liberação de O₂ ✓ Formação de molécula carregadora de elétrons
----------------	---

Química (fase escura): nos eucariontes ocorre no estroma e nos procariontes acontece nas lamelas membranosas.

Acontecimentos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fixação do CO₂ ✓ Utilização de ATP e das moléculas carregadoras de elétrons ✓ Liberação de H₂O ✓ Formação de carboidrato
----------------	---

Atenção!

Não deixe de rever os vídeos sugeridos nas aulas anteriores!

- Fermentação – Brasil Escola. Disponível em: <https://youtu.be/sGFkIpukbDY>
- Respiração celular – Brasil Escola. Disponível em: <https://youtu.be/oIhzH6hFO0E>
- Fotossíntese | Biologia | Mapa Mental | Quer Que Desenhe. Disponível em: <https://youtu.be/ecxUJSD5Yfo>

Tenha bons estudos!

Apêndice B – Situação-problema sobre produção de alimento

Situação-problema – Produção de alimento

Em uma Escola Estadual, durante a aula de biologia sobre fermentação, o professor usou um trecho retirado do site da Embrapa (representado a seguir) e o vídeo “Microrganismos e produção de alimentos”, disponível no canal do YouTube Vídeos Educativos (<https://youtu.be/ZW5cdbQ5KJk>), para poder contextualizar a temática.

O processo básico de panificação constitui-se em: mistura, fermentação e assamento.

A mistura é a primeira fase do processamento do pão e outros produtos de panificação, e tem como objetivo a mistura de todos os ingredientes da formulação e o amassamento até um ponto considerado ideal.

A fermentação é uma etapa de descanso da massa, após os impactos mecânicos da(s) etapa(s) anterior(es). Seus objetivos são: a produção de gás (CO₂), o desenvolvimento do glúten e a produção de sabor e aroma do pão.

Rogério Germani. Adaptado do site da Embrapa. Acessado em 07/04/2022

Durante a explicação do professor uma aluna, afirmou que não sabia como esse conhecimento poderia estar relacionado ao seu dia a dia. Diante dessa questão o professor apresentou a seguinte situação aos alunos.

“Certo dia os moradores de uma cidade começaram a esquecer algumas informações, inclusive como ocorre a preparação de alguns alimentos. No supermercado, já não havia estoque disponível. Nesse cenário, coincidentemente, os alunos do 2º Ano do Ensino Médio, Lembraram que aprenderam, na escola, sobre fermentação e que esse processo se associa a produção de alguns alimentos.”

Logo após pediu para que os alunos refletissem sobre a situação apresentada e respondesse as seguintes questões.

Agora e com vocês!

1) Como explicariam para as pessoas a importância de tal processo (a fermentação) na produção de alimentos?

2) Quais as receitas seriam possíveis fazer valendo-se desse conhecimento? Vocês já fizeram algumas delas?

Apêndice C – Situação-problema sobre construção de um terrário

Situação-problema – Construção de um terrário

Na última aula de biologia de Solange, aluna do Ensino Médio de uma Escola Estadual, o professor comentou, durante a explicação do conteúdo, sobre como os terrários eram ótimos para se compreender o funcionamento dos ecossistemas. Para auxiliar na abordagem da aula o professor usou o trecho a seguir.

O que é um terrário e quais são os seus benefícios?

A prática de fazer terrários proporciona o benefício de estarmos conectados com a natureza mesmo em ambientes fechados. Ao fazer um terrário fechado, você aprende de forma prática sobre o equilíbrio biológico e botânico da natureza e como esses conceitos estão presentes no terrário fechado de forma linda e natural, quando está em equilíbrio. Para ter esse equilíbrio, existem alguns elementos muito importantes como o tipo de vidro, as espécies de plantas para terrário, a decoração certa, a drenagem, a iluminação ideal e a quantidade de água certa. [...]

Trecho retirado: Moeta. O que é um terrário e quais são os seus benefícios. Disponível em <https://www.moeta.eco.br/post/o-que-e-um-terrario-e-quais-beneficios#:~:text=0%20terr%C3%A1rio%20ou%20mini%20terr%C3%A1rio,como%20se%20fosse%20uma%20floresta.>> Acesso em 07/04/2022

Após a leitura do trecho, o professor prosseguiu com a explicação, deixando o assunto sobre o terrário de lado. Essa situação deixou Solange curiosa em relação ao funcionamento dos terrários. Com isso, ela resolveu montar um terrário para poder observar mais de perto.

Para começar Solange assistiu ao vídeo "*Experimentoteca – Como fazer um terrário fechado*", disponível no canal do YouTube Experimentoteca (<https://youtu.be/9PbBJPDi-Tc>). Em seguida, separou os materiais indicados no vídeo e construiu o terrário de acordo com a descrição. No entanto, além das plantas também acrescentou minhocas ao terrário e, logo depois, colocou-o em um ambiente iluminado.

Solange observou a dinâmica do terrário durante quatro semanas e notou que as plantas e as minhocas não morreram, mesmo com o terrário fechado. Além disso, constatou que o interior do terrário ficou embaçado durante os períodos de maior intensidade luminosa.

Agora é com vocês!

- 1)** Como a planta conseguiu sobreviver no terrários? Justifique.
- 2)** Como as minhocas conseguiram sobreviver no terrário? Justifique.

Apêndice D – Questionário de avaliação

SEÇÃO 1: Avaliação da Sequência Didática – Processos Energéticos Celulares

A) Como você avalia a sequência didática “Processos Energéticos Celulares” no que diz respeito as atividades propostas?

- () Ótima
 () Boa
 () Regular
 () Ruim
 () Péssima

B) As atividades propostas foram relevantes para você?

- () Concordo totalmente
 () Concordo mais ou menos
 () Discordo totalmente
 () Não se aplica

C) De 0 a 10, qual a dificuldade das atividades propostas? (____)

D) Você gostaria de fazer alguma sugestão de melhoria para a proposta? Utilize o espaço a seguir

SEÇÃO 2: Autoavaliação

A) Tive dificuldade de me organizar para participar das etapas da sequência didática.

- () Concordo totalmente
 () Concordo mais ou menos
 () Discordo totalmente
 () Não se aplica

B) Nesse outro espaço, peço a vocês que façam uma autoavaliação de sua participação na aplicação da sequência didática, considerando os seguintes aspectos:

1. Ruim/insuficiente 2. Regular 3. Boa 4. Ótima

<i>Critérios</i>	<i>Nota</i>
Participação efetiva nas rodas de conversas e demais atividades	
Empenho e responsabilidade na elaboração e entrega dos trabalhos individuais e em grupo	
Compromisso com a leitura e problematizações propostas	
Motivação	
Qualidade das atividades realizadas por mim	

C) Ao final da avaliação, por favor, dê uma nota para você de 0 a 100. Gentileza justificar a nota com base nos aspectos do item B. (____)

Apêndice E – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

O (A) seu (sua) filho(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: **Verificação do impacto de uma sequência didática sobre processos energéticos celulares para potencialização da transferência da aprendizagem na educação básica**

A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E OS PROCEDIMENTOS: O motivo que nos leva a estudar mecanismos facilitadores do aprendizado sobre os processos energéticos celulares, é a dificuldade no reconhecimento da existência de uma realidade invisível aos olhos e estabelecer uma conexão desta com as suas vidas. A pesquisa se justifica por estimular os alunos a buscar respostas sobre o tema através da elaboração de perguntas, ou situações, que despertem a necessidade de mais conhecimento. O objetivo desse projeto é determinar se através do desenvolvimento e da utilização de metodologias ativas e do ensino investigativo é possível estabelecer métodos e critérios para avaliar as informações disponíveis. Os procedimentos de coleta de dados serão através da construção de uma nuvem de palavras, anotações relacionadas as observações das discussões realizadas em rodas de conversa e/ou utilização das metodologias ativas e investigativas como ferramenta didática. Todos os processos conduzidos e os resultados gerados por esta pesquisa – dentre os quais estarão uma nuvem de palavras e mapas conceituais produzidos pelos alunos, que permanecerão no anonimato – serão compilados pelo pesquisador no formato de *e-book*, para posterior divulgação do projeto, tanto na esfera acadêmica/escolar, quanto para o público em geral que possua interesse no tema. Os direitos autorais deste *e-book* e seu compartilhamento serão, respectivamente, protegidos e regulados pela licença pública *Creative Commons*.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO: Os alunos serão acompanhados permanentemente ao longo de todo o processo, tanto durante a produção dos trabalhos, quanto na utilização dos mesmos enquanto objeto educacional. A produção dos projetos ocorrerá dentro da sala e de forma extraclasse (quando necessário e previamente combinado) e o acompanhamento ocorrerá através reuniões previamente agendadas, na própria escola, na aula de biologia e contraturno escolar quando necessário e previamente combinado. Oito encontros serão realizados entre abril e maio de 2022 para o cumprimento de todas as etapas, e totalizarão, juntos, o tempo de 10 horas-aula. O áudio dos diálogos conduzidos durante estes momentos previamente citados será digitalmente gravado, com a finalidade única de registro para posterior coleta de dados, e será utilizado exclusivamente pelo pesquisador; ao final do projeto, todos os arquivos de áudio serão apagados. A utilização dos trabalhos produzidos enquanto objeto educacional será durante as aulas e, aos alunos que, por qualquer motivo, não participarem, será garantida outra atividade dentro da disciplina. As aplicações dos questionários ocorrerão em sala de aula, porém não serão considerados como parte integrante da avaliação da disciplina, serão apenas instrumentos de coleta de dados para a pesquisa, na qual o que será avaliada é a eficiência da estratégia de intervenção didático-pedagógica. Aos alunos que não estiverem participando da pesquisa, por qualquer motivo, serão garantidas outras formas de atividades. Em hipótese alguma os alunos terão prejuízos de nota ou de conteúdo dentro da disciplina. Se porventura o (a) aluno (a) pelo (a) qual você for responsável se sentir constrangido (a) a trabalhar o tema coletivamente ou em alguma outra situação, ele (a) terá toda a liberdade de falar individualmente com o professor e medidas para evitar o constrangimento serão tomadas de acordo com cada caso, respeitando sempre o limite e a individualidade de cada aluno (a).

Rubricas:

Pesquisador:

Responsável ou representante legal:

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE

SIGILO: O sr. (a) será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. O sr. (a) é livre para recusar-se a autorizar o (a) seu (sua) filho(a) a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. O seu consentimento e a participação do seu (sua) filho(a) são voluntários e a recusa em autorizar a participação não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios ao (a) seu (sua) filho(a). Em caso de dúvidas éticas em torno da pesquisa, o CEP-UFMG poderá ser contatado e em caso de danos provenientes da pesquisa o (a) senhor (a) poderá buscar indenização. Uma via deste consentimento informado será arquivada no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais e outra será fornecida a você. Os dados coletados também serão guardados no mesmo local por tempo de 5 (cinco) anos.

Contatos:

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UFMG):

AV. Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP 31270-901
Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala: 2005 - tel. (031) 3409-4592 - E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Horário de atendimento: 09:00 às 11:00 / 14:00 às 16:00

Pesquisadores:

Professor Dr. Erich Birelli Tahara

Departamento de Bioquímica e Imunologia, ICB-UFMG. Av. Pres. Antônio Carlos, 6627. CEP 31.270-901 - tel. 3409-2954 – E-mail: erich@icb.ufmg.br

Professor Heverton Pires Souza, Escola Estadual Doutor Odilon Loures, Avenida da Saudade, 436, Bonfim, Bocaiuva – MG, CEP 39390-000 - tel. (38) 9 9946-4493 – E-mail: hepiso05@gmail.com

DECLARAÇÃO DO(A) PARTICIPANTE:

Eu, _____

fui informado(a) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão, se assim o desejar, ao professor Heverton Pires Souza, na escola.

Declaro que concordo com a participação do(a) estudante _____

_____, que se encontra sob minha responsabilidade, sabendo que não há ganho e prejuízo algum e que ele(a) pode sair quando quiser sem qualquer penalização. Recebi uma via deste termo de assentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome: Assinatura do responsável ou do representante legal: Data:

Nome: Assinatura do Pesquisador: Data:

Apêndice F – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO –TALE

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: **Verificação do impacto de uma sequência didática sobre processos energéticos celulares para potencialização da transferência da aprendizagem na educação básica**

A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E OS PROCEDIMENTOS: O motivo que nos leva a estudar mecanismos facilitadores do aprendizado sobre os processos energéticos celulares, é a dificuldade no reconhecimento da existência de uma realidade invisível aos olhos e estabelecer uma conexão desta com as suas vidas. A pesquisa se justifica por estimular os alunos a buscar respostas sobre o tema através da elaboração de perguntas, ou situações, que despertem a necessidade de mais conhecimento. O objetivo desse projeto é determinar se através do desenvolvimento e da utilização de metodologias ativas e do ensino investigativo é possível estabelecer métodos e critérios para avaliar as informações disponíveis. Os procedimentos de coleta de dados serão através da construção de uma nuvem de palavras, anotações relacionadas as observações das discussões realizadas em rodas de conversa e/ou utilização das metodologias ativas e investigativas como ferramenta didática. Todos os processos conduzidos e os resultados gerados por esta pesquisa serão compilados pelo pesquisador no formato de *e-book*, para posterior divulgação do projeto, tanto na esfera acadêmica/escolar, quanto para o público em geral que possua interesse no tema.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO: Os alunos serão acompanhados permanentemente ao longo de todo o processo, tanto durante a produção dos trabalhos, quanto na utilização dos mesmos enquanto objeto educacional. A produção dos projetos ocorrerá dentro de sala e de forma extraclasse (quando necessário e previamente combinado) e o acompanhamento ocorrerá através reuniões previamente agendadas, na própria escola, na aula de biologia e contraturno escolar quando necessário e previamente combinado. Oito encontros serão realizados entre abril e maio de 2022 para o cumprimento de todas as etapas, e totalizarão, juntos, o tempo de 10 horas-aula. O áudio dos diálogos conduzidos durante estes momentos previamente citados será digitalmente gravado, com a finalidade única de registro para posterior coleta de dados, e será utilizado exclusivamente pelo pesquisador; ao final do projeto, todos os arquivos de áudio serão apagados. A utilização dos trabalhos produzidos enquanto objeto educacional será durante as aulas e, aos alunos que, por qualquer motivo, não participarem, será garantida outra atividade dentro da disciplina. As aplicações dos questionários ocorrerão em sala de aula, porém não serão considerados como parte integrante da avaliação da disciplina, serão apenas instrumentos de coleta de dados para a pesquisa, na qual o que será avaliada é a eficiência da estratégia de intervenção didático-pedagógica. Aos alunos que não estiverem participando da pesquisa, por qualquer motivo, serão garantidas outras formas de atividades. Em hipótese alguma os alunos terão prejuízos de nota ou de conteúdo dentro da disciplina. Se porventura você sentir-se constrangido em trabalhar o tema coletivamente ou em alguma outra situação, pois devido ao assunto abordado, existe este risco, terá toda a liberdade de falar individualmente com o professor e medidas para evitar o constrangimento serão tomadas de acordo com cada caso, respeitando sempre o limite e a individualidade de cada aluno.

Rubricas:

Pesquisador:

Participante:

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO:

Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu assentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios. Em caso de dúvidas éticas em torno da pesquisa, o CEP-UFMG poderá ser contatado e em caso de danos provenientes da pesquisa o você poderá buscar indenização. Uma via deste assentimento informado será arquivada no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais e outra será fornecida a você. Os dados coletados também serão guardados no mesmo local por tempo 5 (cinco) anos.

Contatos:

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UFMG):

AV. Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP 31270-901
Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala: 2005 - tel. (031) 3409-4592 - E-mail:
coep@prpq.ufmg.br

Horário de atendimento: 09:00 às 11:00 / 14:00 às 16:00

Pesquisadores:

Professor Dr. Erich Birelli Tahara

Departamento de Bioquímica e Imunologia, ICB-UFMG. Av. Pres. Antônio Carlos, 6627.
CEP 31.270-901 - tel. 3409-2954 – E-mail: erich@icb.ufmg.br

Professor Heverton Pires Souza, Escola Estadual Doutor Odilon Loures, Avenida da
Saúde, 436, Bonfim, Bocaíuva – MG, CEP 39390-000 tel. (038) 9 9946-4493 – E-mail:
hepiso05@gmail.com

DECLARAÇÃO DO(A) PARTICIPANTE:

Eu, _____ fui informada(o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão, se assim o desejar, ao professor Heverton Pires Souza, na escola. Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma via deste termo de assentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome: _____ Assinatura do Participante: _____ Data: _____

Nome: _____ Assinatura do Pesquisador: _____ Data: _____

Apêndice G – Manual de práticas



MANUAL DE PRÁTICA

Sequência didática sobre processos energéticos celulares

Mestrando: Heverton Pires Souza

Orientador: Erich Birelli Tahara

Belo Horizonte

2022

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	2
1.1 Justificativa	2
2 CONTEÚDO ESTRUTURANTE.....	3
2.1 Conteúdo.....	3
2.2 Conteúdo específico	3
3 OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM.....	3
4 NÚMERO DE AULAS ESTIMADAS	3
5 MATERIAIS	3
6 ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	4
ETAPA 1: Construção de uma nuvem de palavras	5
ETAPA 2: Roda de conversa	5
ETAPA 3: Utilização de material complementar em aulas expositivas	7
ETAPA 4: Proposição de questão-problema.....	11
ETAPA 5: Verificação da transferência de aprendizagem.....	13
ETAPA 6: Aplicação do questionário de avaliação	14
7 REFERÊNCIAS	15

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

1 APRESENTAÇÃO

O manual de práticas apresentado é o produto educacional gerado no Trabalho de Conclusão do Mestrado (TCM), do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), cujo tema é: “Verificação do impacto de uma sequência didática sobre processos energéticos celulares para potencialização da transferência da aprendizagem na educação básica”. A sequência didática contida no manual de práticas indica um conjunto de atividades a serem desenvolvidas com os alunos, as quais dispõem de levantamento de conhecimentos prévios, rodas de conversas, aulas expositivas-dialogadas, resolução de situação-problemas por meio de formulação de hipóteses, pesquisas e divulgação de resultados. Além da confecção de paródias, mapas conceituais e de questões para formulação de um jogo.

1.1 Justificativa

Na Educação Básica, as velhas práticas de repetição de saberes, propagadas desde o início da jornada educativa, é um dos principais fatores do desinteresse ou da resistência a participação nas atividades propostas. Com isso, os professores, no processo de planejamento, devem buscar diferentes metodologias para auxiliar no engajamento dos discentes durante o processo de ensino-aprendizagem (POZO; CRESPO, 2009). Partindo desse pressuposto, Miranda (2016) afirma que diferentes metodologias didáticas estão disponíveis para auxiliar qualquer educador a tornar suas aulas mais significativas, criativas e produtivas. Dessa forma, a sequência didática proposta neste manual de práticas, tem como finalidade tornar as aulas de Biologias mais atrativas e promover o engajamento dos alunos durante a construção de seu conhecimento.



Caro (a) professor (a), este ícone exibe algumas considerações e sugestões relevantes que podem ajudar na aplicação da proposta.

2 CONTEÚDO ESTRUTURANTE

2.1 Conteúdo

- ✓ Bioquímica
 - Processos energéticos celulares

2.2 Conteúdo específico

- ✓ Fermentação
- ✓ Fotossíntese
- ✓ Respiração celular

3 OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- Reconhecer a riqueza de energia em moléculas orgânicas;
- Compreender a importância das relações presentes entre os processos energéticos metabólicos;
- Reconhecer a importância da respiração, fotossíntese e fermentação;
- Conhecer as etapas da respiração e fotossíntese;

4 NÚMERO DE AULAS ESTIMADAS

- ✓ 10 aulas de 50 minutos.

5 MATERIAIS

Para as aulas você vai precisar de:

- ✓ Aula 1
 - Link do Google Formulário ou, em caso de falta de recursos digitais, cópias impressas com a pergunta norteadora de levantamento das concepções prévias.
- ✓ Aula 2
 - Datashow e notebook.

- ✓ Aulas 3, 4, 5 e 6
 - Livro didático adotado;
 - Datashow e notebook;
 - Quadro branco e pincel;
 - Resumo impresso para distribuição individual.

- ✓ Aula 7
 - Situações-problemas impressas para distribuição nos grupos.

- ✓ Aula 10
 - Links do Google Formulário ou, em caso de falta de recursos digitais, cópias impressas para autoavaliação.
 - Notebook

6 ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática é proposta para ser realizada em seis etapas, conforme indicado no diagrama abaixo (Fig. 1). As etapas estão distribuídas em 10 aulas, descritas a seguir.

FIGURA 1 – ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA



ETAPA 1: Construção de uma nuvem de palavras

Aula 1: Levantamento de concepções prévias

1º Momento: Entregar aos alunos a pergunta norteadora para levantamento de concepções prévias (Quadro 1).

QUADRO 1 – PERGUNTA NORTEADORA

Levantamento de Concepções - Processos Energéticos Celulares

Olá, pessoal!

Neste primeiro momento, quero fazer um levantamento das ideias do grupo sobre os Processos Energéticos Celulares. Para isso responda brevemente e com suas palavras a questão abaixo.

Para você, quais são as características essenciais dos Processos Energéticos Celulares?



Professor (a), antes de entregar a pergunta norteadora é importante conversar com os alunos sobre os objetivos da proposta. As ações da aula 1 serão o ponto de partida para a roda de conversa, na aula 2.

2º Momento: Responder à pergunta

- Os estudantes devem ter um prazo – estipulado pelo professor – para responder.
- Os discentes devem ser orientados a responder de acordo com o que já sabem, ou seja, sem se preocuparem com respostas corretas.

3º Momento: Condensação das respostas

- As respostas devem ser lançadas no site WordClouds – ou outro de livre preferência – para construção de uma nuvem de palavras. *(Ação realizada pelo professor)*

ETAPA 2: Roda de conversa

Aula 2: Roda de conversa

1º Momento: Contextualização

- O início da aula deve ser conduzido a partir da nuvem de palavras (Fig. 2) e da tirinha “O Alface e a fotossíntese” do Humberto Pessoa (Fig. 3).

FIGURA 2 – NUVEM DE PALAVRAS

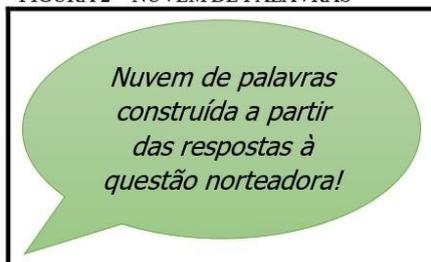


FIGURA 3 – TIRINHA “O ALFACE E A FOTOSÍNTESE”



FONTE: 50^o HQC: histórias em quadrinhos de ciências (2011)

- Os estudantes devem ser incentivados a apresentarem suas ideias em relação a temática.
- A partir da nuvem de palavras os discentes podem associar as palavras que mais apareceram como forma de explicar situações do cotidiano ou analisar o que os termos significam.
- Por meio da tirinha os alunos podem relacionar o significado da produção de alimento dos vegetais com a glicose e a sua função nos processos energéticos.



Professor (a), nesse momento seu papel será de moderador das interações, além de estimular a participação dos alunos.

2º Momento: Divisão dos grupos para resolução da situação-problema.

Deve ocorrer ao final das discussões da roda de conversa, pois poderá possibilitar o entrosamento dos discentes em seus respectivos grupos durante as aulas 3, 4, 5 e 6. Por isso a montagem dos grupos deve ser de forma livre, sem interferência do professor e de acordo com a quantidade de alunos participantes (sem exceder o número de 5 discentes por equipe).

ETAPA 3: Utilização de material complementar em aulas expositivas

1º Momento: Planejamento das aulas expositivas-dialogadas, produção e seleção de matérias

- Estabelecer métodos para apresentação da temática de acordo com os objetivos.
- Elaboração e/ou seleção dos materiais complementares – esquemas, textos e vídeos.



Professor (a), os materiais devem apresentar a visão geral dos processos energéticos celulares e das correlações com os seres vivos e a natureza.

2º Momento: Aulas expositivas-dialogadas

O cumprimento desse momento deve acontecer em quatro aulas (3, 4, 5 e 6), conforme as ações descritas no quadro 2.

QUADRO 2 – PLANEJAMENTO DAS AULAS EXPOSITIVAS-DIALOGADAS

Ações

- **Aula 3 – Fermentação**
 - ✓ Explicação baseada no livro didático e no esquema (Fig. 4)
 - ✓ Assistir ao vídeo “Fermentação – Brasil Escola”¹
- **Aula 4 – Respiração celular**
 - ✓ Explicação baseada no livro didático e no esquema (Fig. 5 e Fig. 6)
 - ✓ Assistir ao vídeo “Respiração celular – Brasil Escola”²
- **Aula 5 – Fotossíntese**
 - ✓ Explicação baseada no livro didático e no esquema (Fig. 7)
 - ✓ Assistir ao vídeo “Fotossíntese | Biologia | Mapa Mental | Quer Que Desenhe”³
- **Aula 6 – Feedback**
 - ✓ Leitura do texto de apoio (Fig. 8)
 - ✓ Explicação dos tópicos

¹ Disponível em <https://youtu.be/sGFkIpukbDY> Acesso: 10/03/2022

² Disponível em <https://youtu.be/olhzH6hFO0E> Acesso: 10/03/2022

³ Disponível em <https://youtu.be/ecxUJSD5Yfo> Acesso: 10/03/2022

FIGURA 4 – FERMENTAÇÃO

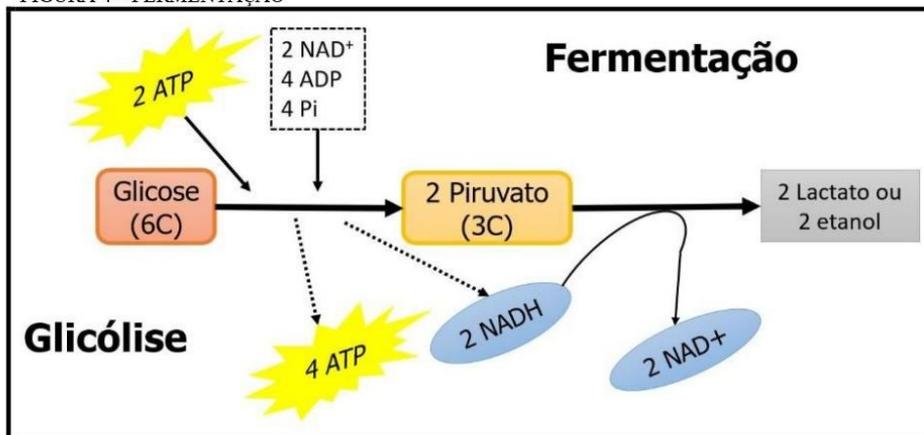


FIGURA 5 – CONVERSÃO DE GLICOSE A CITRATO

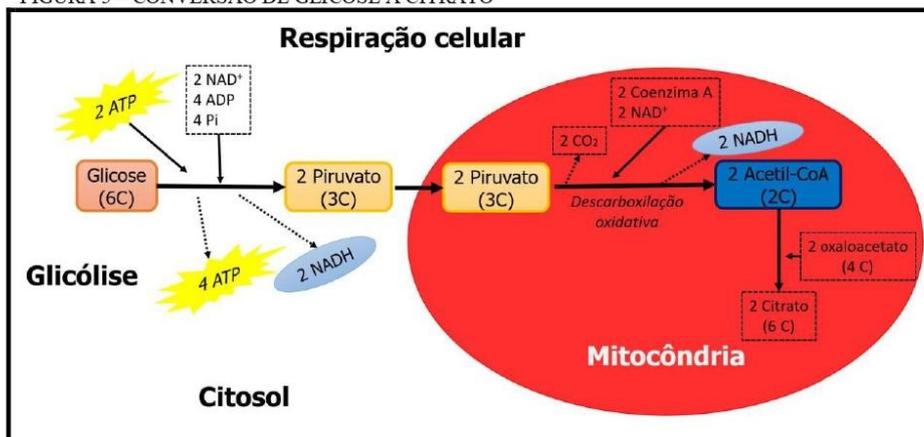


FIGURA 6 – CICLO DO ÁCIDO CÍTRICO E FOSFORILAÇÃO OXIDATIVA

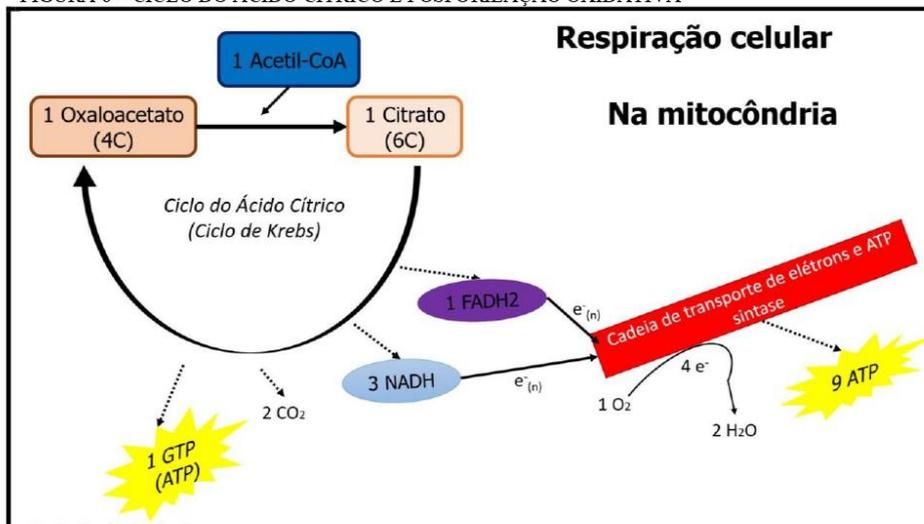


FIGURA 7 – FOTOSÍNTESE

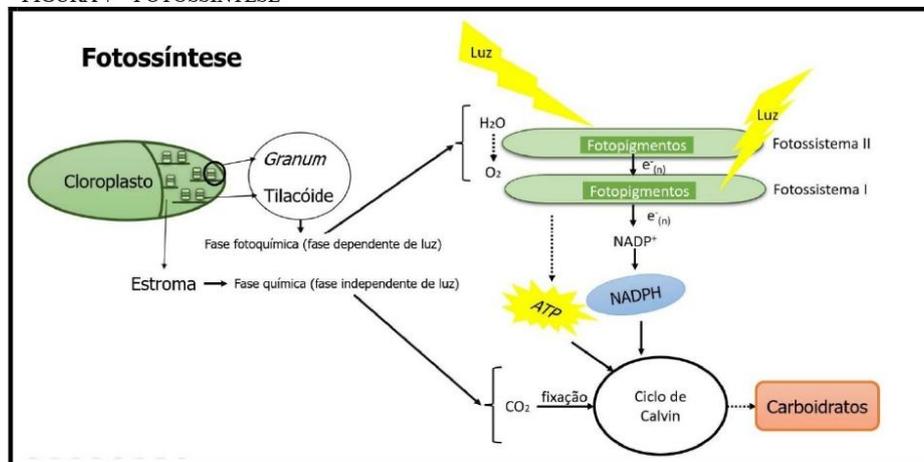


FIGURA 8 – RESUMO

Tema: Processos Energéticos Celulares

Introdução

Para realizar os trabalhos vitais todos os seres vivos precisam de energia. A luz solar é a fonte de energia mais importante para os seres vivos. Essa energia é captada pelos seres clorofilados e transformada em energia química, que fica armazenada em moléculas orgânicas como, por exemplo, a glicose. Assim, o conjunto de processos químicos realizados nas células, para transformação de energia, é chamado de metabolismo energético. As moléculas orgânicas podem liberar ou incorporar energia.

Glicólise

Definição: Processo de degradação parcial de monossacarídeos (açúcares como, por exemplo a glicose) em componentes mais simples (Fig.1). Essa reação ocorre na ausência de oxigênio.

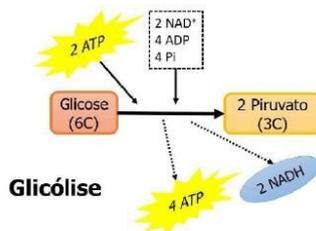


Figura 1

Ocorrência: No citoplasma

Fermentação

Definição: Conjunto de reações biológicas de degradação parcial da glicose para obtenção de energia

Ocorrência: Na ausência de oxigênio (O₂)

Tipos de fermentação: Láctica, Alcoólica (etílica) e Acética

Respiração celular

Definição: Processo de degradação total da glicose na presença de O₂. Durante esse processo a oxidação da molécula de glicose promove a produção de ATP (molécula usada nas necessidades energéticas dos seres vivos).

Ocorrência: No citoplasma (reações anaeróbicas) e na mitocôndria (reações aeróbicas), em três etapas

- ✓ **1ª etapa:** Ocorre no citoplasma – Glicólise
- ✓ **2ª etapa:** Ocorre na matriz mitocondrial dos eucariontes e na matriz celular dos procariontes – Ciclo do ácido cítrico (Ciclo de Krebs)
- ✓ **3ª etapa:** Ocorre na crista mitocondrial dos eucariontes e na face interna da membrana plasmática dos procariontes – Cadeia respiratória (Cadeia transportadora de elétrons)

Observação: A degradação aeróbia, 2ª e 3ª etapas, envolve a transformação dos produtos da glicólise e durante o processo acontece a formação de gás carbônico (CO₂), água (H₂O) e energia (ATP)

Fotossíntese

Definição: Síntese biológica dos carboidratos, sob a ação da energia luminosa, com a utilização de CO₂ e H₂O na presença de clorofila. Esse processo é realizado por todos os organismos clorofilados.

Etapas:

Fotoquímica (fase clara): nos eucariontes ocorre na grana dos cloroplastos e nos procariontes é realizada nas lamelas membranosas.

Acontecimentos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Produção de ATP ✓ Fotólise da água ✓ Liberação de O₂ ✓ Formação de molécula carregadora de elétrons
----------------	---

Química (fase escura): nos eucariontes ocorre no estroma e nos procariontes acontece nas lamelas membranosas.

Acontecimentos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fixação do CO₂ ✓ Utilização de ATP e das moléculas carregadoras de elétrons ✓ Liberação de H₂O ✓ Formação de carboidrato
----------------	---



Professor (a), após a execução das aulas expositivas-dialogadas é fundamental a realização de uma análise dos efeitos positivos e negativos da aplicação da metodologia, para possíveis correções de rota.

ETAPA 4: Proposição de questão-problema

Aula 7 – Resolução da situação-problema

1º Momento: Distribuição de questão-problema

- Divididos em grupos, os alunos devem receber uma situação-problema (Fig. 9 e Fig. 10)
- Nesse momento, deve ser repassada as orientações de como devem ser realizadas a contextualização dos resultados.

FIGURA 9 – SITUAÇÃO-PROBLEMA SOBRE CONSTRUÇÃO DE UM TERRÁRIO

Situação-problema – Construção de um terrário

Na última aula de biologia de Solange, aluna do Ensino Médio de uma Escola Estadual, o professor comentou, durante a explicação do conteúdo, sobre como os terrários eram ótimos para se compreender o funcionamento dos ecossistemas. Para auxiliar na abordagem da aula o professor usou o trecho a seguir.

O que é um terrário e quais são os seus benefícios?

A prática de fazer terrários proporciona o benefício de estarmos conectados com a natureza mesmo em ambientes fechados. Ao fazer um terrário fechado, você aprende de forma prática sobre o equilíbrio biológico e botânico da natureza e como esses conceitos estão presentes no terrário fechado de forma linda e natural, quando está em equilíbrio. Para ter esse equilíbrio, existem alguns elementos muito importantes como o tipo de vidro, as espécies de plantas para terrário, a decoração certa, a drenagem, a iluminação ideal e a quantidade de água certa. [...]

Trecho retirado: Moetà. O que é um terrário e quais são os seus benefícios. Disponível em: <https://www.moeta.eco.br/post/o-que-e-um-terrario-e-quais-beneficios#:~:text=0x20terr%C3%A1rio%20ou%20mini%20terr%C3%A1rio,como%20se%20fosse%20uma%20floresta.>> Acesso em 07/04/2022.

Após a leitura do trecho, o professor prosseguiu com a explicação, deixando o assunto sobre o terrário de lado. Essa situação deixou Solange curiosa em relação ao funcionamento dos terrários. Com isso, ela resolveu montar um terrário para poder observar mais de perto.

Para começar Solange assistiu ao vídeo "Experimentoteca – Como fazer um terrário fechado", disponível no canal do YouTube Experimentoteca (<https://youtu.be/9PbBJPdI-Tc>). Em seguida, separou os materiais indicados no vídeo e construiu o terrário de acordo com a descrição. No entanto, além das plantas também acrescentou minhocas ao terrário e, logo depois, colocou-o em um ambiente iluminado.

Solange observou a dinâmica do terrário durante quatro semanas e notou que as plantas e as minhocas não morreram, mesmo com o terrário fechado. Além disso, constatou que o interior do terrário ficou embasado durante os períodos de maior intensidade luminosa.

Agora é com vocês!

- 1) Como a planta conseguiu sobreviver no terrários? Justifique.
- 2) Como as minhocas conseguiram sobreviver no terrário? Justifique.

FIGURA 10 – SITUAÇÃO-PROBLEMA SOBRE PRODUÇÃO DE ALIMENTO

Situação-problema – Produção de alimento

Em uma Escola Estadual, durante a aula de biologia sobre fermentação, o professor usou um trecho retirado do site da Embrapa (representado a seguir) e o vídeo "Microorganismos e produção de alimentos", disponível no canal do YouTube Vídeos Educativos (<https://youtu.be/ZW5cdbQ5KJk>), para poder contextualizar a temática.

O processo básico de panificação constitui-se em: mistura, fermentação e assamento.

A mistura é a primeira fase do processamento do pão e outros produtos de panificação, e tem como objetivo a mistura de todos os ingredientes da formulação e o amassamento até um ponto considerado ideal.

A fermentação é uma etapa de descanso da massa, após os impactos mecânicos da(s) etapa(s) anterior(es). Seus objetivos são: a produção de gás (CO₂), o desenvolvimento do glúten e a produção de sabor e aroma do pão.

Rogério Germani. Adaptado do site da Embrapa. Acessado em 07/04/2022

Durante a explicação do professor uma aluna, afirmou que não sabia como esse conhecimento poderia estar relacionado ao seu dia a dia. Diante dessa questão o professor apresentou a seguinte situação aos alunos.

"Certo dia os moradores de uma cidade começaram a esquecer algumas informações, inclusive como ocorre a preparação de alguns alimentos. No supermercado, já não havia estoque disponível. Nesse cenário, coincidentemente, os alunos do 2º Ano do Ensino Médio, lembraram que aprenderam, na escola, sobre fermentação e que esse processo se associa a produção de alguns alimentos."

Logo após pediu para que os alunos refletissem sobre a situação apresentada e respondesse as seguintes questões.

Agora e com vocês!

- 1) Como explicariam para as pessoas a importância de tal processo (a fermentação) na produção de alimentos?
- 2) Quais as receitas seriam possíveis fazer valendo-se desse conhecimento? Vocês já fizeram algumas delas?

2º Momento: Trabalho em grupo

- Discussão, levantamento de hipóteses e busca de informações.
- Delineamento da apresentação. É importante que os grupos tenham liberdade para escolher a melhor forma de apresentação de seus resultados.



Professor (a), as discussões devem iniciar em sala de aula, mas é importante que os estudantes tenham liberdade para realizar mais levantamentos de informações no contraturno.

Aula 8 – Contextualização da situação-problema1º Momento: Apresentação das ideias dos grupos

- Cada grupo deve apresentar seus resultados – tendo em vista o fato de seres duas situações-problemas.

- Após a apresentação deve ocorrer um debate de ideias, momento no qual os alunos poderão fazer questionamentos e tirar dúvidas entre si.

2º Momento: Proposição da construção de uma paródia.

- Mantendo os grupos, os alunos devem construir uma paródia referente aos processos energéticos celulares, podendo relacioná-las as situações-problemas trabalhadas pelos grupos.



Professor (a), caso os alunos não tenham familiaridade com a proposta de construção de paródias é importante uma pequena introdução sobre a questão.

ETAPA 5: Verificação da transferência de aprendizagem

Aula 9 – Contextualização das produções das paródias

1º Momento: Apresentação da paródia

- Cada grupo deve entregar a letra da paródia.
- A apresentação da paródia deve ocorrer da maneira mais conveniente para o grupo – à capela, com auxílio de instrumentos, por meio de vídeos, entre outras possibilidades.



Professor (a), estimule os alunos a comentarem as produções dos seus colegas. Será interessante se cada um falar sobre suas dificuldades durante a construção das paródias.

2º Momento: Proposição da construção de um mapa conceitual

- Individualmente, os alunos devem integrar um – ou mais – dos assuntos abordados para fazer conexões entre os vários pontos do conteúdo selecionado.



Professor (a), oriente os alunos sobre a diferença entre mapa mental e mapa conceitual.

Aula 10 – Construção das questões do jogo e avaliação da sequência didática

1º Momento: Entrega dos mapas conceituais

- Os alunos devem disponibilizar os mapas conceituais para análise do (a) professor (a).



Professor (a), com a existência de diversos aplicativos para a construção de mapas conceituais e mapas mentais é importante que todas as produções sejam consideradas válidas. Pensando no uso de recursos digitais, será muito enriquecedor que os alunos possam explicar para seus colegas como funcionam.

2º Momento: Construção das questões para o jogo (*Quiz*)

- Como o *quiz* será composto por seis perguntas, os alunos devem formar seis grupos para construção das questões.
- As perguntas devem ter três alternativas das quais apenas uma seja correta.
- Os grupos podem associar qualquer parte da temática para o desenvolvimento da proposta.

3º Momento: Construção do *Quiz*

O professor deve reunir as questões em um Google Formulário, para posteriormente repassar aos alunos.



Professor (a), existindo mais de uma turma realizando a proposta, pode ser interessante que as questões geradas por uma turma sejam respondidas pela outra turma.

4º Momento: Aplicação do *Quiz*

- O link do *quiz* poderá ser disponibilizado via WhatsApp, por e-mail ou através de um QR Code.
- Os alunos devem ter um tempo máximo para concluir a proposta – a critério do professor.

ETAPA 6: Aplicação do questionário de avaliação

O questionário deve ser dividido em duas partes: a primeira para que os alunos avaliem a sequência didática e a segunda para que possam realizar uma autoavaliação. A aplicação do questionário de avaliação deve ocorrer ao final da aula 10.



Professor (a), ambas as partes devem ser compostas por questões objetivas e discursivas.

- O link pode ser disponibilizado via WhatsApp, por e-mail ou através de um QR Code.
- Em casos de indisponibilidade de recursos digitais, o professor poderá fornecer as questões em folhas impressas.



Professor (a), os alunos devem ter um tempo máximo – ao seu critério – para responder ao questionário.

7 REFERÊNCIAS

INSTITUTO EDUCACIONAL DE COMUNICAÇÃO E TECNOLOGIAS EM CIÊNCIAS E BIOLOGIA. **50' HQC: 50 histórias em quadrinhos de ciências**. – 1.ed. –, São Paulo: PerSe, 2011 p. 52

MIRANDA, S. de. **Estratégias didáticas para aulas criativas**. Campinas, São Paulo: Papirus, 2016.

POZO, J, I; CRESPO, M. A. G. Tradução FREITAS, N. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

ANEXOS

Anexo I – Parecer Consubstanciado do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: VERIFICAÇÃO DO IMPACTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE PROCESSOS ENERGÉTICOS CELULARES PARA POTENCIALIZAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DA APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Pesquisador: ERICH BIRELLI TAHARA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 53736121.0.0000.5149

Instituição Proponente: Departamento de Bioquímica e Imunologia da UFMG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.311.246

Apresentação do Projeto:

O desenho experimental da proposta será aplicada a 36 alunos do ensino médio Escola Estadual Doutor Odilon Loures, situada no município de Bocaiuva – MG, terá os seguintes passos e obedecerá a seguinte sequência: 1) Construção de uma nuvem de palavras; 2) Roda de conversa; 3) Utilização de material complementar em aulas expositivas; 4) Proposição de questão-problema; 5) Verificação da transferência de aprendizagem; 6) Aplicação de questionário; 7) Criação de paródia; 8) Confecção de mapa conceitual; 9) Aplicação de Jogo. A metodologia das aulas, para a aplicação do projeto, envolve a exposição dialogada dos temas, a interpretação de textos, análise de esquemas e vídeos, aplicação de atividades individuais e em grupo, o incentivo a realização de pesquisa e a promoção de discussões. A atividade de ensino se desenvolverá no momento da abordagem da temática Bioquímica e ocorrerá no período de novembro de 2021 a abril de 2022 em sala de aula, totalizando 10 horas-aula, a serem distribuídas da seguinte maneira: 1) Roda de conversa - 1 hora-aula; 2) Explicação - 3 horas-aula; 3) Debate em grupo sobre questão-problema: 1 hora-aula; 4) Discussão da problematização - 1 hora-aula; 5) Apresentação e discussão das paródias - 1 hora-aula; 6) Apresentação e discussão dos mapas conceituais - 1 hora-aula; 7) Aplicação do jogo - 1 hora-aula; 8) Avaliação da proposta da sequência didática - 1 hora-aula. Entre os produtos previstos estão a sequência didática, as paródias e mapas conceituais produzidos pelos alunos – os materiais serão disponibilizados em um e-book.

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Andar Sala 2005 Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS**

Continuação do Parecer: 5.311.246

O desenvolvimento desta proposta está fundamentado na (i) produção de sequência didática, que aborde de forma mais consistente o cotidiano do aluno, de acordo com as descrições das suas etapas; na (ii) abordagem da sequência didática de maneira a motivar, estimular e provocar reações nos alunos e, também, levá-los a realimentar, memorizar e transferir os conhecimentos durante as etapas; na (iii) qualificação do nível de transferência alcançado pelos alunos através da análise das paródias e mapas conceituais por eles gerados e, também, da aplicação de um jogo; na (iv) análise e interpretação dos dados coletados; e, finalmente, na (v) compilação dos materiais produzidos em um e-book. 1) Na primeira etapa os conhecimentos prévios dos alunos sobre processos energéticos no contexto vida e energia, serão identificados a partir da construção de uma nuvem de palavras pelo site WordClouds. A abordagem inicial, para construção da nuvem de palavras, acontecerá por meio do Google Formulário. 2) A apresentação da nuvem de palavras gerada na etapa anterior será conduzida em uma roda de conversa para identificar as principais ideias dos alunos, servindo como introdução à segunda etapa, na qual os alunos serão divididos em grupos para analisarem situações relacionadas a vida e energia dos seres vivos. A abordagem acontecerá inicialmente pela análise da nuvem de palavras e, em seguida, com a reflexão gerada a partir da situação apresentada na tirinha "O Alface e a fotossíntese" de Humberto Pessoa. 3) A terceira etapa será destinada ao aprofundamento dos processos energéticos celulares: para tal serão produzidos materiais de apoio – textos, vídeos e esquemas – complementares aos recursos didáticos utilizados regularmente em sala de aula. Assim, nesse momento, acontecerão aulas expositivas-dialogadas auxiliadas por textos, vídeos e esquemas previamente produzidos ou selecionados pelo professor-pesquisador. Durante essa etapa serão apresentadas uma visão geral dos processos energéticos celulares e das correlações entre os seres vivos e a natureza. Com isso, a partir das aulas, os alunos poderão reconhecer a riqueza de energia em moléculas orgânicas; compreender a importância das relações presentes entre os processos energéticos metabólicos; reconhecer a importância da respiração, fotossíntese e fermentação; e conhecer as etapas da respiração e fotossíntese. 4) Na quarta etapa, divididos em grupos, os alunos receberão diferentes situações-problema cuja solução demonstra a importância de cada um dos processos estudados para sua vida. Após a contextualização as equipes, em um outro encontro, compartilharão suas ideias em uma discussão e, ao final, será proposto aos grupos o desenvolvimento de uma paródia referente ao conteúdo relacionado a situação problema. Considerando a paródia como efeito de linguagem responsável pela releitura baseada na problematização e questionamento de uma situação, os alunos poderão associar o que foi aprendido com a sua realidade. 5) A quinta etapa terá início com a apresentação das paródias desenvolvidas pelos grupos e, em seguida, será

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar 2, Sala 2005 2, Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 5.311.246

proposta a construção, individual, de um mapa conceitual sobre um – ou mais – dos assuntos abordados, partindo da ideia de que a memória tem caráter dinâmico e construtivo, como afirmam Pozo e Crespo [1]. Nesse momento, será levada em conta a realidade do aluno, pois acreditamos que ele abordará o tema de uma maneira que seja o mais familiar possível a ele; assim, verificaremos se o aluno não somente apropriou-se do saber, mas como também se ele é capaz de expressá-lo. Após as apresentações dos mapas mentais será aplicado um jogo por meio do Google Formulário, no estilo quiz, sobre o assunto abordado pela sequência didática e, dessa forma, será analisada a extensão e a qualidade da transferência.

Crterios de incluso: Serem trabalhadores de empresas da economia compartilhada, selecionados com base na acessibilidade.

Hip6tese: Neste projeto, o desenvolvimento da sequn4ncia did4tica sobre processos energ4ticos celulares proporcionar4 a apropri4o de novos conhecimentos aos alunos, por meio da transfer4ncia. Em virtude desse novo processo de ensino-aprendizagem, hipotetizamos que o aluno estar4 mais preparado para responder tanto 4s avalia66es regulares, como processos seletivos tal como o ENEM. Al4m disso, tamb4m acreditamos que esse novo processo aumentar4 seu senso cr4tico, transformando-os em elementos que podem influenciar positivamente o meio social nos quais est4o inseridos. Finalmente, a produ66o e aplica66o sequn4ncia did4tica tamb4m promover4 um aumento na qualidade da capacita66o profissional do professor-pesquisador e, consequn4entemente, de seus colegas.

Objetivo da Pesquisa:

Potencializar a transfer4ncia de aprendizagem relacionada aos processos energ4ticos celulares presentes na tem4tica Bioqu4mica no Ensino M4dio por meio da produ66o de par6dias e mapas conceituais, atrav4s da promo66o do dinamismo e do protagonismo do aluno por meio da produ66o de par6dia e mapa conceitual; da potencializa66o da transfer4ncia de aprendizagem atrav4s da promo66o do pensamento cr4tico e reflexivo e do est4mulo da argumenta66o e do debate de ideias; da avalia66o do impacto do desenvolvimento das estrat4gias da sequn4ncia did4tica sobre a transfer4ncia de significados; da produ66o de um e-book a partir da sequn4ncia did4tica, visando 4 dissemina66o das estrat4gias presentes para comunidade escolar.

Avalia66o dos Riscos e Benef4cios:

•Riscos:

A participa66o na pesquisa 4 volunt4ria e ocorrer4 durante as aulas de Biologia, por meio de preenchimento de question4rios, al4m da participa66o e realiza66o da sequn4ncia did4tica descrita. Os riscos decorrentes da sua participa66o incluem um poss4vel desconforto ou constrangimento ao

Endere66o: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 4 26. Andar 4 Sala 2005 4 Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Munic4pio:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 5.311.246

responder o questionário, e/ou participar das rodas de conversa e, também, ter as conversas das aulas gravadas para posterior análise e divulgação dos dados observados. Porém, esclarecemos que qualquer um desses incômodos pode ser comunicado ao professor responsável para que, em comum acordo, procure a melhor medida para saná-los. Além disso, ressaltamos que a decisão individual do participante em relação à sua permanência na pesquisa será respeitada -- por isso, caso o voluntário opte por interromper sua participação em qualquer momento da pesquisa, poderá fazê-lo sem nenhum ônus -- ou seja, a desistência, em qualquer momento após o aceite, não acarretará em qualquer penalidade ou prejuízo. Os voluntários não terão nenhum custo para participar do estudo e tampouco receberão qualquer vantagem financeira. Finalmente, serão rigorosamente conduzidos os protocolos de segurança adotados em virtude da pandemia de COVID-19, como uso de máscaras e distanciamento físico entre os alunos.

•Benefícios:

Os benefícios advindos da participação na pesquisa, bem como o seu produto direto, são: (i) a promoção do dinamismo e do protagonismo do aluno por meio da produção de paródia e mapa conceitual; (ii) a potencialização a transferência de aprendizagem através da promoção do pensamento crítico e reflexivo e do estímulo da argumentação e do debate de ideias; (iii) a possibilidade da avaliação do impacto do desenvolvimento das estratégias da sequência didática sobre a transferência de significados pelos alunos; (iv) a produção de um e-book a partir da sequência didática construída, visando à disseminação das estratégias presentes para comunidade escolar.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

- . O projeto não possui coparticipante.
- . O projeto possui financiamento próprio não relevante.
- . Não há pedido de dispensa de TCLE.
- . Projeto aprovado pelo departamento correspondente.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- . Foram apresentados: comprovante de recepção; folha de rosto assinada; informações básicas; projeto detalhado (com questionário e roteiro de entrevista); parecer aprovado pela câmara departamental correspondente; TCLE e TALE; carta de anuência da escola.

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Andar, Sala 2005 - Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS**



Continuação do Parecer: 5.311.246

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Tendo em vista o atendimento satisfatório de todas as pendências anteriormente levantadas, somos, SMJ, pela aprovação do projeto.

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1786908.pdf	21/02/2022 09:27:21		Aceito
Declaração de concordância	declaracao_EEDOL.pdf	21/02/2022 09:26:36	ERICH BIRELLI TAHARA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO_TCLE_V2.pdf	21/02/2022 09:25:20	ERICH BIRELLI TAHARA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_ASSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO_V2.pdf	21/02/2022 09:24:26	ERICH BIRELLI TAHARA	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Carta_resposta_para_CEP.pdf	21/02/2022 09:24:04	ERICH BIRELLI TAHARA	Aceito
Parecer Anterior	Parecer_DBIq_HevertonSouza_ErichTahara_16jun2021_JSC.pdf	25/11/2021 13:11:59	ERICH BIRELLI TAHARA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoTCMHeverton.pdf	13/11/2021 22:04:28	ERICH BIRELLI TAHARA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_rosto.pdf	12/11/2021 23:02:30	ERICH BIRELLI TAHARA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar 2, Sala 2005 2 Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 5.311.246

Não

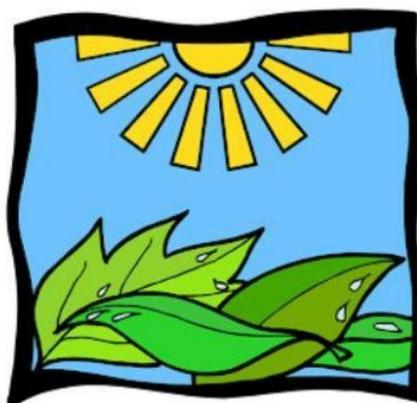
BELO HORIZONTE, 24 de Março de 2022

Assinado por:
Críssia Carem Paiva Fontainha
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Andar 205 Sala 2005 2 Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

Anexo II – Quiz com questões elaboradas pelos alunos**QUESTÕES ELABORADAS PELOS ALUNOS PARA CONSTRUÇÃO DO QUIZ****1ª QUESTÃO**

A luz solar é a fonte de energia mais importante para os seres vivos. No entanto, somente os seres vivos clorofilados são capazes de captar essa energia e transformá-la em energia química, que fica armazenada em moléculas orgânicas. Esse processo recebe o nome de: * 1 ponto



- Respiração celular
- Fermentação
- Fotossíntese

2ª QUESTÃO

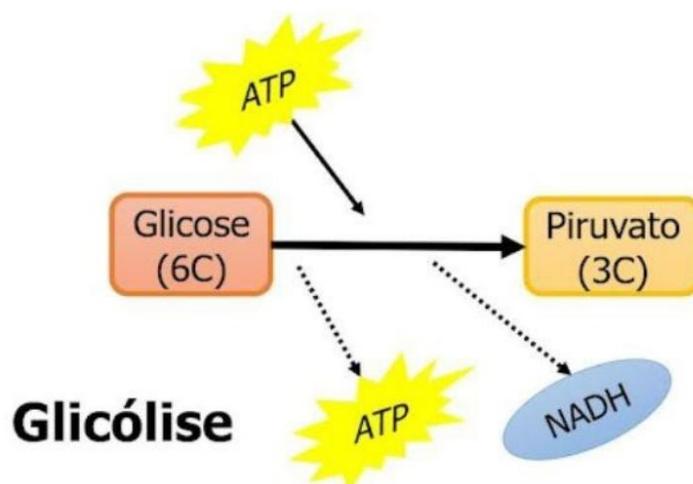
A fermentação: * 1 ponto

- ocorre na mitocôndria
- não necessita de oxigênio
- impede a glicólise

3ª QUESTÃO

A glicólise, representada simplificada no esquema a seguir, é um processo exotérmico, cuja energia liberada é utilizada em grande parte na síntese de moléculas de ATP. Partindo desse pressuposto qual o nome dos principais processos pelos quais ocorre liberação da energia armazenada nas ligações químicas dos compostos orgânicos?

* 1 ponto



- Fotossíntese e respiração celular
- Respiração celular e fermentação
- Fermentação e fotossíntese

4ª QUESTÃO

Um grupo de amigos querendo comer um pão caseiro procurou uma receita para poder produzir. Com a lista de ingredientes a seguir os alunos foram as compras. No supermercado da cidade encontraram quase todos os ingredientes, exceto o fermento biológico fresco. Ao analisar a quantidades dos demais ingredientes o grupo de amigos achou que o fermento biológico não era importante.

INGREDIENTES

1 kg de farinha de trigo aproximadamente
1 e 1/2 xícara de leite morno (aprox. 400 ml)
1/2 xícara de água morna
1/2 xícara de óleo (aprox. 100 ml)
4 colheres (sopa) de açúcar (aprox. 200 g)
1 colher (sopa) de sal
2 ovos
30 g de fermento biológico fresco

Considerando a importância do fermento biológico para a produção de pão, qual a situação esperada * 1 ponto

- O pão crescerá e ficará fofo, pois o gás carbônico será produzido normalmente.
- O pão não crescerá, apesar da produção de gás carbônico pela respiração.
- O pão não crescerá, pois o gás carbônico não será produzido na ausência das leveduras presentes no fermento biológico

5ª QUESTÃO

Os terrários podem conectar as pessoas com a natureza. Ao montar um terrário aprendemos de forma prática sobre o equilíbrio biológico e botânico da natureza e como esses conceitos estão presentes no terrário de forma linda e natural. Por que esse equilíbrio faz com que a planta consiga sobreviver mesmo em um espaço fechado? * 1 ponto

- Simula as condições ideais de um espaço na natureza, como se fosse uma floresta.
- O gás oxigênio está ausente.
- Em um ambiente fechado é impossível não manter o equilíbrio biológico botânico da natureza.

6ª QUESTÃO

Nas plantas verdes, a fotossíntese ocorre apenas durante o dia e a respiração ocorre: * 1 ponto



- apenas à noite
- apenas durante o dia
- permanentemente, ou seja, durante o dia e à noite