

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
MESTRADO EM ENSINO DE BIOLOGIA

ANA JACKELINE DE FRANÇA SANTOS

O USO DO *STOP MOTION* NO ENSINO DE BIOQUÍMICA PARA O NÍVEL MÉDIO

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2020

ANA JACKELINE DE FRANÇA SANTOS

O USO DO *STOP MOTION* NO ENSINO DE BIOQUÍMICA PARA O NÍVEL MÉDIO

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 de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Peter da Silva Falcão.

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2020

Catálogo na Fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Ana Lígia F. dos Santos, CRB4/2005

S237u Santos, Ana Jackeline de França
O uso do stop motion no ensino de bioquímica para o nível médio./ Ana Jackeline de França Santos. - Vitória de Santo Antão, 2020.
65 folhas; il., fig., tab., graf.

Orientador: Emerson Peter da Silva Falcão.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, 2020.
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Biologia. 2. Respiração Celular. 3. Cinema Educativo. I. Falcão, Emerson Peter da Silva (Orientador). II. Título.

574.07 CDD (23.ed.)

BIBCAV/UFPE-030/2020

ANA JACKELINE DE FRANÇA SANTOS

O USO DO *STOP MOTION* NO ENSINO DE BIOQUÍMICA PARA O NÍVEL MÉDIO

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Pernambuco, no Centro Acadêmico de Vitória - UFPE/CAV, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovada em: 14/08/2020.

BANCA EXAMINADORA

EMERSON PETER DA SILVA FALCÃO

Doutor em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS.

(Universidade Federal de Pernambuco-UFPE/Centro acadêmico de Vitória-CAV)

ERNANI NUNES RIBEIRO

Doutor em EDUCAÇÃO.

(Universidade Federal de Pernambuco-UFPE/Centro acadêmico de Vitória-CAV)

MAGADÃ MARINHO ROCHA DE LIRA

Doutora em EDUCAÇÃO.

(Universidade Federal de Pernambuco-UFPE/Centro acadêmico de Vitória-CAV)

Dedico primeiramente a Deus pela saúde e bem estar mental para a construção deste trabalho e em seguida a minha mãe, Edleuza de França Silva, por facilitar a minha permanência durante todo o curso, tanto com palavras de apoio, quanto cuidando do meu filho, Ian Vieira Santana de França. Enfim, a todos que contribuíram para esse momento de vitória, muitíssimo obrigada!

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Emerson Peter da Silva Falcão, pelo empenho, dedicação e por ter acreditado que juntos, poderíamos ser capazes de elaborar, desenvolver e finalizar esta pesquisa.

Em seguida, aos professores que de maneira especial valorosamente contribuíram com conhecimentos e experiências incríveis que certamente mudará, de maneira significativa, a nossa forma de ensinar.

À coordenação do curso ProfBio, atuante no polo da UFPE, pela eficiência de seus trabalhos favorecendo ao sucesso desta especialização.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) por ter oferecido esta oportunidade de aperfeiçoamento e inovação tanto em termos de conhecimento quanto em técnicas eficazes para o desenvolvimento da aprendizagem dos nossos estudantes.

Ao meu tio, Gerson de França Silva, que como um pai, custeou carinhosamente minha graduação para que fosse possível atingir esta jornada de vitórias.

Ao meu padrasto, Emerson da Silva Ferreira Lins, que calorosamente esteve com meu filho aos sábados para que fosse viável a minha frequência no Curso, auxiliando também nas impressões de artigos, documentação e em outras estruturas necessárias a este trabalho.

A todos que fazem a escola EREM – Dom Acácio Rodrigues Alves e em especial aos estudantes do 3º ano A pela disponibilidade e contribuição considerável para que esta pesquisa ocorresse.

Aos meus amigos da turma ProfBio 2018, que durante todo o mestrado, auxiliaram para que pudéssemos permanecer e chegar à conclusão de mais uma etapa acadêmica de nossas vidas.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Meu agradecimento especial é para a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil – código de financiamento 001, pela concessão da bolsa de estudos que, de maneira significativa, foi essencial para a permanência e conclusão deste curso favorecendo, com isso, a conquista do grau de Mestre em Ensino de Biologia.

Sou licenciada em Ciências Biológicas pela Faculdade de Formação de Professores da Mata Sul desde 2005 e trabalho como professora de Biologia há 13 anos numa Escola de

Referência no interior do estado de Pernambuco. Sou solteira e moro com meu filho de 6 anos.

A experiência com o PROFBIO foi desafiadora por trabalhar de segunda à sexta de 07:30 às 17:00 e à noite precisar organizar o tempo para as demandas do curso, o filho e a casa, além de ter que me deslocar 102km todos os sábados, de Palmares à Vitória de Santo Antão (UFPE-CAV), por uma estrada sem acostamento, com erosões e buracos. Apesar disso, foi gratificante por todos os ensinamentos e práticas incríveis trazidas pelos professores no decorrer do mestrado e que já fazem a diferença na minha vida profissional.

Durante esses dois anos, foi possível entender a importância da especialização e aperfeiçoamento para o aprimoramento da nossa didática. Trabalhos em equipes favoreciam a troca de experiências já que a nossa turma era constituída de profissionais da mesma área. Toda a metodologia científica aplicada pelos professores refletiam em uma maior habilidade de construção do conhecimento nos trabalhos que precisávamos desenvolver, nas avaliações e na minha profissão. A coordenação favoreceu a fluência de toda a elaboração dessa história pelas palavras de estímulo, paciência e organização com que fazia as exigências para a demanda.

No final do primeiro ano de curso fui contemplada com a bolsa de estudos pela CAPES o que ajudou bastante nos custos para o desenvolvimento das intervenções e todas as despesas das viagens até a Universidade.

O desenvolvimento do TCM foi cansativo porém inteiramente satisfatório a partir dos resultados obtidos referentes ao avanço na aprendizagem dos estudantes. Tive medo no início de desenvolver um trabalho com essa dimensão mas pude contar com a orientação de professores experientes nos requisitos exigidos, em especial do professor Emerson Peter que assiduamente conduziu essa pesquisa comigo. Houve uma grande preocupação em ter que gerar um produto replicável mas os resultados conduziram tranquilamente à conquista do mesmo.

O PROFBIO foi de grande relevância para a Renovação profissional por trazer conhecimento e ideias práticas capazes de nortear a mediação da aprendizagem impulsionando, no professor, a vontade de criar e pesquisar outras técnicas capazes de melhorar a compreensão dos conteúdos da Biologia.

RESUMO

Este trabalho descreve a análise de dados coletados durante a aplicação de uma produção de vídeo de animação usando a técnica de *stop motion* com o objetivo de operacionalizar os conhecimentos sobre respiração celular aeróbica. Os estudantes criaram, a partir de trabalhos artesanais, as reações do tema e fotografaram o passo a passo editando posteriormente com aplicativos em computadores ou celulares. Além de anotações das observações feitas desde o início desta pesquisa revelando um avanço no conhecimento do tema em questão, foram aplicados dois testes, um após a aula explanada e a leitura de livros, outro depois da produção do *stop motion*. Os resultados foram notadamente diferentes evidenciando, após a aplicação do segundo teste, um aumento significativo das notas, o que leva ao entendimento de que o processo de construção dos vídeos possibilitou um progresso na compreensão do tema. Desta forma, o método foi considerado eficaz como ferramenta didática.

Palavras-chave: *Stop Motion*. Ensino de Biologia. Respiração Celular. Animação. Ferramentas Didáticas. Bioquímica no Ensino Médio.

ABSTRACT

This work describes the analysis of data collected during the application of an animation video production using the stop motion technique in order to operationalize the knowledge about aerobic cellular respiration. The students created the reactions of the theme from handmade works and photographed the step-by-step editing later with applications on computers or cell phones. In addition to notes on the observations made since the beginning of this research, revealing an advance in the knowledge of the subject in question, two tests were applied, one after the explained lesson and the reading of books, another after the production of the stop motion. The results were notably different, showing, after the application of the second test, a significant increase in grades, which leads to the understanding that the process of building the videos made progress in understanding the theme possible. Thus, the method was considered effective as a teaching tool.

Keywords: Stop Motion. Biology Teaching. Cellular respiration. Animation. Teaching Tools. Biochemistry in High School.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Análise de fontes.....	20
Figura 2 - Aula sobre o tema	20
Figura 3 - Aplicação do questionário 1	21
Figura 4 - Produção de estruturas da respiração celular aeróbica	22
Figura 5 - Edição dos vídeos no laboratório de informática.	23
Figura 6 - Aplicação do questionário 2	24
Figura 7 - Detalhes do questionário 1 constituído de 14 questões.	26
Figura 8 - Contato constante do estudante com o conteúdo.	32
Figura 9 - Animação pronta.....	32
Figura 10 - Detalhes do questionário 2.....	35
Figura 11 - Análise de fontes (Sequência didática).....	51
Figura 12 - Adaptações para fotografar (mesa, piso, tripé e fone de ouvido)	54
Figura 13 - Aplicativo <i>Stop motion studio</i> (exemplo de câmera e opacidade).....	56
Fluxograma 1 - Descrição do tipo de metodologia utilizada	19
Gráfico 1 - Resultado do Questionário 1.	27
Gráfico 2 - Resultado do Questionário 2.	36
Gráfico 3 - Resultado total dos Questionários 1 e 2.	37
Quadro 1 - Aspectos alcançados com a aplicação do <i>stop motion</i>	32
Quadro 2 - Análise dos vídeos de <i>stop motion</i>	33
Quadro 3 - Registros de resultados durante toda a pesquisa.	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 A importância da prática para a bioquímica.....	12
1.2 A Relevância do tema e o problema da pesquisa.....	13
1.3 Hipótese	14
1.4 O conceito sobre <i>stop motion</i>	14
1.5 Do ato de raciocinar à produção	15
1.6 A testagem da hipótese	16
1.7 O produto desta pesquisa.....	17
2 OBJETIVO GERAL	18
2.2 Objetivos específicos.....	18
3 METODOLOGIA.....	19
3.1 Aspectos éticos	19
3.2 Tipo da pesquisa	19
3.3 Local e participantes da pesquisa.....	19
3.4 Desenvolvimento das etapas	19
<i>3.4.1 Análise de fontes.....</i>	<i>19</i>
<i>3.4.2 Aula sobre respiração celular aeróbica.....</i>	<i>20</i>
<i>3.4.3 Aplicação do questionário 1.....</i>	<i>20</i>
<i>3.4.4 Estruturação, montagem e fotografias</i>	<i>21</i>
<i>3.4.5 Aplicação do questionário 2.....</i>	<i>23</i>
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Dados apreendidos da análise de fontes e da aula	25
4.2 Detalhamento e análise do primeiro questionário	25
4.3 Análise dos dados referentes à aplicação do <i>stop motion</i>	30
4.4 Detalhamento e análise do segundo questionário	34
4.5 Inconsonância dos dados alcançados com os questionários 1 e 2.....	37

4.6	Conduas avaliadas durante toda a pesquisa	38
6	CONCLUSÕES.....	42
6.1	Os objetivos foram alcançados	42
6.2	Resposta ao problema da pesquisa	42
6.3	Este estudo permitiu a produção de uma sequência didática.....	43
6.4	O uso do <i>stop motion</i> no ensino de bioquímica para o nível médio	43
	REFERÊNCIAS	44
	APÊNDICE A – PRODUTO DA PESQUISA.....	47
1	APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	48
2	PROPRIEDADES.....	48
3	ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.	49
4	PROCEDIMENTO.....	49
5	SUGESTÕES	58
5.1	Elevado número de estudantes	58
5.2	Tempo reduzido.	59
5.3	A disponibilidade de computadores ou de <i>internet</i>	59
6	CONCLUSÃO.....	59
7	AGRADECIMENTO	60
	APÊNDICE B – MODELO DE QUESTIONÁRIO 1	61
	APÊNDICE C – MODELO DE QUESTIONÁRIO 2	62
	ANEXO –A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	63
	ANEXO – B – PARECER DE APROVAÇÃO	64

1 INTRODUÇÃO

Dadas as demandas e possibilidades pedagógicas, talvez seja insuficiente se aplicar aula de Biologia utilizando-se apenas a oralidade, especialmente ao se levar em conta a complexidade das construções mentais necessárias à compreensão de termos e figuras por demais abstratas.

Várias técnicas são pensadas por profissionais da educação na tentativa de facilitar a construção do conhecimento pelos estudantes e este trabalho foi produzido com esta perspectiva.

1.1 A importância da prática para a bioquímica

As aulas de bioquímica exigem que os estudantes memorizem termos associados à compreensão de reações químicas e fenômenos biológicos que acontecem durante um processo.

A apreensão destes conteúdos no ensino médio é algo desafiante, pois necessita de grande abstração por parte dos estudantes e elevado grau de criatividade e sensibilidade por parte do docente para empregar técnicas pedagógicas e ferramentas que possibilitem ao educando o aprendizado adequado.

Pensando nestes aspectos é que se deu a escolha do “O uso do *stop motion* no ensino de bioquímica para o nível médio”. Foi dada ênfase em respiração celular aeróbica por ser um conteúdo interdisciplinar, comum a duas disciplinas como química e biologia.

Os conceitos envolvidos neste tema, pela sua complexidade, escapam ao sentido comum, exigindo portanto, diversos conhecimentos e habilidades cognitivas para a adequada apreensão. Por estas e outras particularidades resolvemos pensar em um recurso em que o estudante pudesse visualizar aquilo que compreendeu e com isso “construir” novas formas de entendimento acerca do conteúdo vivenciado.

Refletindo o *stop motion* como prática auxiliar na compreensão da respiração celular aeróbica, a autora Nascimento (2016, p.10) reforça a importância do uso desses meios para estimular o interesse e dar sentido à teoria a partir da prática, materializando o abstrato e desenvolvendo o conhecimento.

A teoria aliada à prática estimula o aluno a aprender o conteúdo e além de dinamizar a aula desperta o interesse deste, dando-lhe uma nova forma de construir seu conhecimento; permite que o aluno veja, sinta, perceba o que a teoria menciona

como está relacionada e como o que está nos livros influencia diretamente na vida (NASCIMENTO, 2016, p.10).

1.2 A Relevância do tema e o problema da pesquisa

Nascimento (2016, p.10) reconhece a importância da utilização de outros recursos que possam auxiliar na compreensão de conteúdos abstratos ou que contenham estruturas microscópicas indagando: “Logo como explicar estruturas e mecanismos de funcionamento de moléculas sem que o aluno tenha uma representação gráfica destes?”, trazendo para o nosso contexto, como poderíamos enfatizar para os nossos estudantes a relação existente entre a respiração fisiológica que eles conhecem e sentem, e o processo mitocondrial de produção de energia, fundamental a vida, que necessita de oxigênio como um agente oxidante para o processo químico ocorrer?

Confirmando essa necessidade do uso de ferramentas que possam auxiliar em determinados conteúdos relacionados a ciências da natureza (biologia e química), é solicitado que durante o processo de ensino aprendizagem sejam utilizadas “[...] representações e simulações” (BNCC, 2018, p. 557).

Em concordância com o nosso tema e em defesa pela busca de alternativas criativas que priorizem facilitar o aprendizado de contextos que abrangem principalmente estruturas microscópicas, Nascimento (2016, p.10) justifica que “[...] torna-se quase impossível imaginar o que seria uma mitocôndria, já que sua estrutura não pode ser vista a olho nu”.

O estudante tenta, durante aulas como essas, buscar um modelo-chave em sua mente que desvendasse o detalhe óbvio que seria necessário para que algo fosse compreendido e o professor, seja por imagens do livro ou ilustrações feitas por ele mesmo no quadro, tenta favorecer a essa representação necessária.

Em discordância ao uso do “método tradicional”, chamado assim por Nascimento (2016, p.22) pelo qual o professor faz uso apenas da oratória para emitir seu conhecimento aos estudantes, admite que “impedimos muitas vezes que o aluno construa essas representações, dificultando assim a aprendizagem”.

A representação que o professor faz, dessas estruturas, talvez possa levar a uma compreensão equivocada, como o fato de expor a imagem, em Datashow ou até mesmo no livro. Um exemplo seria a ilustração das proteínas transportadoras de prótons e elétrons, na qual o estudante pode achar que elas seriam um conjunto único não existindo assim, outras sequências em diferentes locais da crista mitocondrial ou até mesmo o desenho de uma

mitocôndria que poderia simbolizar, para ele, uma célula como foi mencionado por um estudante durante o trabalho.

1.3 Hipótese

Em razão disso, este trabalho partiu da hipótese de que o *stop motion* seria uma ferramenta de construção do conhecimento acerca de conteúdos que necessitem mostrar de forma macroscópica, estruturas microscópicas tentando buscar, com isso, uma melhor apropriação e compreensão dos mesmos pelos estudantes.

A utilização do *stop motion* em aulas de bioquímica facilitaria a compreensão de estruturas e processos não verificáveis a olho nu. Seria um complemento adequado às ilustrações presentes nos livros didáticos.

Apesar de ter surgido como técnica cinematográfica, artística, por que não a utilizar para representar conteúdos científicos pouco atrativos por exigir que os estudantes busquem a abstração adequada? De acordo com esse pensamento, Oliveira (2010, p.52) faz menção, em sua pesquisa, relacionando que essa técnica facilita representar cenas inexistentes na vida real (no nosso caso, microscópico) dizendo que “Seria impossível imaginar o cinema de ficção sem o uso da técnica de *stop motion* como apoio para a produção dos efeitos”.

1.4 O conceito sobre *stop motion*

A expressão *stop motion* significa “movimento parado”. Trata-se de uma técnica em que um processo é fotografado em suas etapas e em seguida colocado em ordem com o auxílio de um software de edição de vídeos, para que desse modo, as fotografias ao serem passadas em sequência por um tempo determinado pelo editor, aparentem estar se movimentando. Referente ao significado da técnica de *stop motion* a autora Nascimento (2016, p.13) especifica:

Ela utiliza um sequencial de fotografias de posições diferentes de um mesmo objeto simulando assim um movimento (pois nada mais é do que uma ilusão de ótica). O fotógrafo deve tirar as fotos sempre na mesma posição e deve sofrer uma leve mudança de lugar do objeto a ser fotografado, pois é isso que ao final da montagem dá a ideia de movimento.

Shaw (2012, p.1) intitula a introdução de seu livro como “Brincando de Deus” pela técnica de *stop motion* fazer estruturas inanimadas se moverem como se estivessem vivas.

Oliveira (2010, p. 51) apresenta quando houve a utilização da técnica de Stop Motion pela primeira vez:

Durante uma filmagem, a câmera de Méliès parou por alguns instantes e voltou a gravar, posteriormente. O artista descobriu que podia utilizar este recurso para produzir vários efeitos e deu o nome de *stop-action* a essa técnica. Esse é o princípio básico para a produção de animações em *stop motion*.

Barbosa *et al.* (2012, p.25) explica a técnica como sendo o “... processo artístico manual ou computacional de criar ilusão de movimento contínuo através de imagens que, isoladamente são estáticas, mas quando sequenciadas de forma veloz proporcionam essa sensação de movimento ao observador”.

1.5 Do ato de raciocinar à produção

Existem vários materiais e formas de trabalhar com a técnica em questão, usando o conhecimento do conteúdo, os detalhes das cenas e a criatividade. Santaella (2007, p.3) distingue a diferença entre imagens ou vídeos prontos (como os que utilizamos em sala de aula) e a técnica de *stop motion* trazendo a importância da construção da informação a partir do pensar para produzir.

Enquanto na foto e no filme, uma vez registrada, a informação é irreversível, nada pode ser mudado, a informação digital representa exatamente o oposto. Tudo nela é variável e adaptável. Não apenas pode ser controlada e manipulada em sua inteireza, mas também em cada um de seus pontos individuais (Oliveira, 2010, p.51).

Associe ainda o fato de que este trabalho é acessível a todos os estudantes, em termo financeiro, tendo em vista que todos ou pelo menos um dos alunos da equipe provavelmente possui um celular com câmera. Os outros materiais são de baixo custo e uma mesa do próprio espaço da sala de aula pode servir como apoio para a técnica. Relacionado ao aspecto de ser uma atividade que não exige esforços financeiros, Oliveira (2010, p.53) menciona que

Ainda é possível animar fragmentos de desenhos feitos em recortes de papel e movimentá-los sobre uma mesa e, com essas imagens, gerar animações com o deslocamento de objetos sobre uma superfície, com padrões de materiais diferentes se deslocando. Enfim as possibilidades deste tipo de produção são limitadas apenas pela criatividade do animador.

Ao ter o contato tátil e visual o estudante desenvolve sinergias (ato de sistemas biológicos serem ativados ao executar uma dada função) acerca de um determinado conteúdo de modo que este permaneça por mais tempo em sua memória.

Bossler e Caldeira (2013, p. 474) em consonância com a importância da utilização de alternativas que possam reproduzir de forma concreta conteúdos com aspectos microscópicos afirmam que “Quando o aprendiz busca dar materialidade à teoria organizada em substrato abstrato emergem equívocos conceituais e *gaps* cognitivos e ele então tem a oportunidade de reconstruir ou reorganizar o seu conhecimento”.

Enquanto elaboram a história, confeccionam bonecos e cenários e imaginam o movimento em cena, os alunos expressam-se quanto aos conceitos e representações da realidade, podendo revelar sem traumas equívocos, incertezas e enganos relacionados aos conteúdos. (Bossler e Caldeira, 2013, p.478)

Extraordinariamente o estudante consegue mostrar, de forma espontânea, dúvidas sobre o conteúdo a partir da produção das animações, de tal maneira, que antes não eram reveladas “... reconhecemos que recursos alternativos como o *stop motion*, análogo ao acontecimento real dos fenômenos biológicos com imagens e mídia tecnológica, do tipo animação, colabora para aproximarmos o conhecimento científico ao entendimento do aluno” (LIMA *et al.*, 2015, p. 06).

E finalizando com a explicação de como os vídeos em *stop motion* devem ser concluídos, Oliveira (2010, p.50) diz “que são fotografados movimento após movimento. Em seguida, essas imagens são levadas a uma ilha de edição, onde são convertidas em vídeo”.

1.6 A testagem da hipótese

Para garantir o teste da hipótese realizou-se uma investigação qualitativa a partir de momentos sequenciados com uma turma de 3º ano, dentre eles uma busca por fontes sobre o conteúdo, uma aula dada pela professora pesquisadora e um questionário visando a análise desses primeiros passos.

Em seguida fizeram a confecção de vídeos de animação com *stop motion* e por fim foram submetidos a outro questionário para comparar com o anterior e verificar o nível de compreensão antes e depois da aplicação da técnica.

Delizoicov (2004, p. 457) atesta que “a produção do conhecimento se dá com a identificação e formulação de problemas, colocados pelo coletivo dos pesquisadores de uma determinada época, e que a sua produção não é individual nem linear”.

Portanto, este trabalho também teve o caráter bibliográfico descritivo por pesquisar e citar autores com a mesma perspectiva que pudessem confirmar as afirmações obtidas com os resultados e por fim, configurou-se como uma pesquisa aplicada porque a conclusão da experimentação permitiu desenvolver um produto que possa ser usado por outros profissionais da área ou afins.

1.7 O produto desta pesquisa

A interpretação dos dados possibilitou a criação de um produto final em forma de sequência didática para que outras pessoas possam seguir o passo a passo da produção de vídeos de animação em *stop motion* podendo empregar tanto para conteúdos de bioquímica do ensino médio como para readaptar a outras temáticas e séries.

Os dados colhidos sobre o uso de tais princípios no contexto em que conduzimos nosso estudo poderão ser transformados em evidências transferíveis para outros contextos, numa generalização teórica e situada, caso outros professores percebam semelhança com suas situações de ensino, em termos de variáveis contextuais compartilhadas (SARMENTO, 2013, p. 10).

Espera-se que esta sequência didática possa auxiliar também outros professores que busquem melhores índices de aprendizagem em conteúdos que exigem abstração para serem compreendidos.

2 OBJETIVO GERAL

Produção de animações a partir da técnica do *Stop Motion* usando materiais simples, como massa de modelar e papéis coloridos, com a finalidade de materializar estruturas e reações na perspectiva de ampliar a capacidade de abstração requerida pelo conteúdo para que haja um aumento no nível de compreensão do mesmo.

2.2 Objetivos específicos

- Produzir animações com finalidade pedagógica;
- Socializar e corrigir os equívocos registrados nas animações;
- Compartilhar com outros professores, a partir de uma sequência didática, o detalhamento desta atividade integrada e a forma de como confeccionar essas produções em animações, de modo que estas possam ser refletidas enquanto aprendizagem significativa.

3 METODOLOGIA

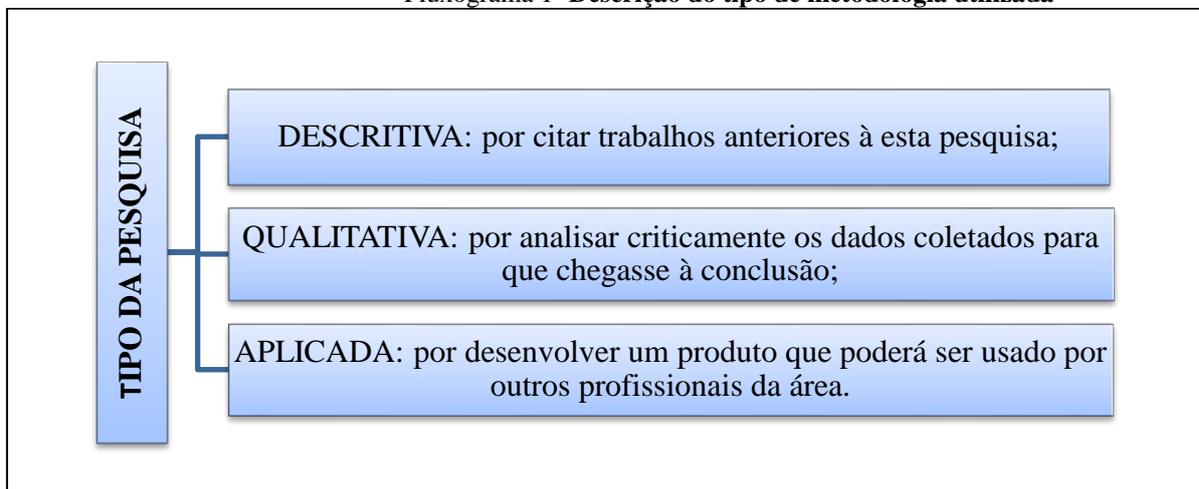
Para o presente estudo foi necessário seguir uma sequência de etapas para que pudesse ser feito o registro dos dados permitindo assim, a efetivação da pesquisa.

3.1 Aspectos éticos

A pesquisa só foi iniciada após a aprovação do projeto, através do parecer de número 3.716.276 do Comitê de ética da UFPE (ANEXO A), de acordo com o CAAE: 21956719.9.0000.9430, respeitando as normas éticas da Resolução 466/2012.

3.2 Tipo da pesquisa

Fluxograma 1- Descrição do tipo de metodologia utilizada



Fonte: A autora, 2019.

3.3 Local e participantes da pesquisa

O terceiro ano A, da escola de Referência Dom Acácio Rodrigues Alves, situada na cidade de Palmares-PE, foi escolhida por ser uma turma com disponibilidade de horários de estudo dirigido com a professora pesquisadora e por conter 36 estudantes (menor número em relação aos outros terceiros), matriculados e assíduos que, para a finalidade desta pesquisa, foram divididos em cinco equipes para a construção das animações.

3.4 Desenvolvimento das etapas

3.4.1 Análise de fontes

Foi solicitado que os estudantes trouxessem materiais como livros e pesquisas impressas (Figura 1) contendo o conteúdo “respiração celular aeróbica”.

No dia especificado para análise das fontes (1 horário de 50 minutos), separados em suas respectivas equipes, eles tiveram que ler e extrair o máximo de informações produzindo, com isto, um resumo por equipe.

Figura 1 - Análise de fontes



Fonte: A autora, 2019.

3.4.2 Aula sobre respiração celular aeróbica

Uma explanação sobre o tema foi feita a partir de cartazes confeccionados pela professora de forma simples usando apenas canetas coloridas (Figura 2), os quais continham as etapas de glicólise, ciclo de Krebs e fosforilação oxidativa.

Utilizamos para a conclusão da aula dois horários contendo cinquenta minutos cada um.

Figura 2 - Aula sobre o tema



Fonte: A autora, 2019.

3.4.3 Aplicação do questionário 1

Os estudantes foram submetidos a questionário impresso com duração de cinquenta minutos não podendo fazer uso de qualquer fonte para consulta durante a resolução.

O objetivo foi avaliar o nível de aprendizado nestas duas etapas anteriores (a análise das fontes e a aula sobre respiração celular aeróbica).

Figura 3 - Aplicação do questionário 1



Fonte: A autora, 2019.

3.4.4 Estruturação, montagem e fotografias

Em dois horários de cinquenta minutos cada, os estudantes receberam materiais como, caixas de massa de modelar, cartolinas, papéis cartão e folhas de emborrachado de cores variadas, canetas hidrográficas (conhecidas, popularmente, como hidrocor), lápis de cores diversas, cola branca tradicional, cola bastão, pistola para cola quente, tripé suporte para celular e tesoura.

Na sequência, foi explanado o modo que os estudantes deveriam proceder com as animações a partir de várias problematizações do conteúdo feitas pela professora para que, a partir da pesquisa e da discussão entre eles, pudessem confeccionar as estruturas presentes no processo de respiração celular aeróbica e representar, com isto, suas etapas.

Cada equipe conjugou as mesas, fizeram uma análise das fontes que levaram, dos escritos que fizeram na aula dada anteriormente e pesquisaram vídeos da internet dos próprios aparelhos celulares com a intenção de revisitar o conteúdo para tentar chegar, corretamente, o mais próximo possível do processo.

Em seguida recortaram de papéis coloridos ou fizeram moldes das várias estruturas participantes do processo como moléculas e componentes celulares com massas de modelar (Figura 4), das várias estruturas estudadas, participantes do processo da cadeia transportadora de elétrons, como moléculas e componentes celulares.

À medida que as figuras representativas ficavam prontas, eram fotografadas em uma sequência ordenada de acontecimentos. Por exemplo, uma equipe fez uma introdução em sua animação de um personagem que comia uma fatia de pizza para ilustrar a ingestão da glicose pelo organismo, para isso, foram retiradas 10 fotografias partindo desde uma foto do personagem e da pizza desenhados, recortados e colocados a uma distância uma da outra sobre uma cartolina e, depois seguiram aproximando o alimento da boca do personagem de modo que, cada aproximação que era feita, uma foto era tirada.

Deste mesmo modo as outras equipes também fizeram em suas produções. “A indústria cinematográfica utiliza um padrão de 1/24 s como suficiente para simulação de movimento” (RODRIGUES; LAVINO, 2020, p. 4).

Mas em contrapartida, a captura se torna um processo demorado, o que pode ser algo negativo, se pensarmos em sua utilização em uma sala de aula. No aparato que estamos propondo neste trabalho, utilizamos como padrão uma taxa de 10 fps, ou seja, a cada 10 imagens capturadas os estudantes terão produzido 1 s de vídeo (RODRIGUES; LAVINO, 2020, p. 4).

É importante salientar que os estudantes tiveram que colocar o celular em um tripé para que não mexessem a câmera perdendo assim, a qualidade das imagens e algumas equipes, inclusive, conectaram o fone de ouvido para usar o botão de aumento de volume como dispositivo de captura de imagem para não tocar na tela e fazer o celular estremecer.

Figura 4 - Produção de estruturas da respiração celular aeróbica



Fonte: A autora, 2019.

Depois que as fotos estavam prontas em relação a todo o processo de respiração celular aeróbica de cada equipe, seguimos para o laboratório de informática da própria escola, onde os estudantes, em dois horários de 50 minutos cada, descarregaram as fotos (Figura 5)

numa subpasta com o nome de um integrante do grupo que se encontrava dentro da pasta “Minhas imagens” do computador (foi disponibilizado um computador por equipe).

Foi solicitado na sequência que abrissem o *Windows movie maker*[®] localizado na área de trabalho e clicassem no ícone “Adicionar vídeos e fotos”, através do qual foi direcionado à pasta “Minhas imagens” e demarcando a pasta da equipe, clicaram em abrir, selecionaram as imagens e pressionaram *enter*.

Posteriormente, iniciaram as edições nas quais fizeram alterações na velocidade do vídeo, gravaram explicações e adicionaram músicas e textos. Ao final foi solicitado que salvassem e enviassem para a professora pelo *whatsapp*[®] (aplicativo que permite o envio de vários vídeos e a sua visualização).

Figura 5 - Edição dos vídeos no laboratório de informática.



Fonte: A autora, 2019.

3.4.5 Aplicação do questionário 2

Os estudantes foram submetidos à nova avaliação feita através de questionário impresso não podendo fazer uso de qualquer fonte para consulta durante a resolução. O questionário continha quatorze questões e o tempo de duração para a resolução foi de 50 minutos (Figura 6).

Ao final, o teste foi recolhido e o *score* de acertos foi utilizado para se avaliar a eficácia da abordagem usando a produção de *stop motion* para a apreensão dos conteúdos.

Figura 6 - Aplicação do questionário 2



Fonte: A autora, 2019.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A coleta dos dados foi realizada a partir de anotações feitas durante todo o processo verificando comentários, mesmo que esporádicos, ou seja, sem que o estudante percebesse que estava sendo analisado no momento do trabalho com *stop motion*, além das perguntas e comentários feitos de forma direta com o professor.

Foram levados em conta ainda, a propriedade no uso de palavras, de conceitos e o conhecimento de estruturas e etapas que acontecem na respiração celular aeróbica. Isto nos levou aos indicativos de confirmação de aprendizagem do conteúdo.

4.1 Dados apreendidos da análise de fontes e da aula

Iniciando com a análise de fontes (leitura do tema no livro didático e em folhas impressas de site) pretendeu-se fazer com que os estudantes pesquisassem e elaborassem um texto resumo para que dessa maneira, pudessem assimilar o conteúdo visando aprimorar o protagonismo de cada um. Para tanto deveríamos “modificar as atitudes e habilidades do estudante de forma que este fosse capaz de buscar, por si só, o conhecimento em sua fonte” (VIEIRA, 2001, p. 02).

Foi verificada a apropriação de termos científicos referentes ao conteúdo trabalhado a partir da análise de perguntas e comentários dos estudantes sobre o que achavam mais interessante ou da curiosidade em saber, por exemplo, o porquê de algumas fontes se referirem à cadeia transportadora de elétrons como fosforilação oxidativa e outras como cadeia respiratória.

Ao longo da aula foi registrado que a maioria prestava atenção, estando 07 estudantes digitando no celular, 02 de cabeça baixa e 04 fazendo anotações, não confirmando estes últimos, de fato, se estava havendo aprendizagem apenas com a explanação (O Quadro 3 referente a estes aspectos se encontra no final desta seção).

4.2 Detalhamento e análise do primeiro questionário

Com a aplicação do “Questionário 1”, contendo quatorze perguntas abertas exigindo do estudante uma frase ou um texto elaborado com suas próprias palavras (Figura 7). A cada quesito correto, eram atribuídos 0,71 pontos, se estivesse incompleta, 0,5 pontos e se errasse, seria atribuído zero. O somatório total de todos os pontos possíveis seria 10.0.

Figura 7 - Detalhes do questionário 1 constituído de 14 questões.



Fonte: A autora, 2019.

O questionário possuía perguntas de todas as etapas do processo, coerente com o que se é exigido para o ensino médio, referente à respiração celular aeróbica. De quatorze questões, duas foram de conhecimentos gerais relacionadas sobre onde acontecem os três processos da respiração celular aeróbica e a função do ATP e por fim, para cada etapa do processo foram feitas quatro perguntas.

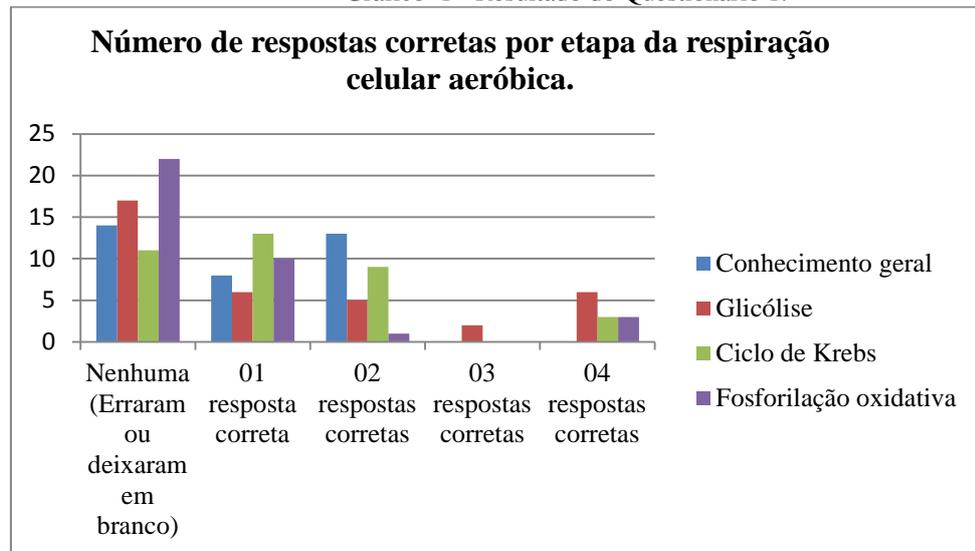
Sobre glicólise foram questionados em relação a qual seria o produto resultante desta etapa, o saldo final de ATP e o porquê, assim também por qual motivo essa fase glicolítica é chamada, por alguns livros didáticos, de anaeróbica e qual a função do NAD^+ .

Do ciclo de Krebs precisamos registrar se o estudante saberia sobre a função da coenzima A, quais os outros nomes que o ciclo de Krebs recebe e por que, a diferença entre GTP e ATP e se ele era capaz de relacionar o ciclo de Krebs com a produção do gás carbônico que expiramos.

Por fim, o local onde ocorre a fosforilação oxidativa, a função dos prótons e elétrons nesta etapa do processo, o conhecimento sobre as proteínas participantes e em última análise foi solicitado que fizessem uma breve síntese da produção de ATP pela cadeia transportadora de elétrons.

Foi catalogado também que, após algum tempo do recebimento dos questionários, 02 estudantes tentaram passar respostas e 01 baixou a cabeça deixando o teste em branco sugerindo desinteresse e não aprendizagem do conteúdo (Quadro 3).

Gráfico 1 - Resultado do Questionário 1.



Fonte: A autora, 2020.

É observado, a partir do Gráfico 1, que as colunas se concentram em sua maioria entre 0 e 2 acertos, em relação a cada etapa questionada do processo, verificando um baixo nível de conhecimento acerca do conteúdo antes da criação de animações *stop motion*.

Dos 36 questionários, 14 estudantes acertaram as duas questões referentes aos conhecimentos gerais, as quais já foram especificadas anteriormente sobre o conteúdo como um todo, 8 acertaram apenas uma e 14 erraram as duas ou deixaram em branco. Era perceptível que, à medida que as perguntas começavam a ter estruturas, moléculas e processos específicos, reduzia-se ainda mais o número de acertos.

Sobre a etapa de glicólise em 17 questionários verificou-se que os estudantes ou erraram as quatro questões ou deixaram todas em branco, 6 acertaram uma, 5 acertaram duas, 2 acertaram três e 6 conseguiram responder corretamente as quatro.

No caso do ciclo de Krebs, 11 estudantes ou erraram as quatro questões ou deixaram todas em branco, 13 acertaram apenas uma, 9 acertaram duas e 3 estudantes acertaram as quatro.

A respeito da fosforilação oxidativa, 22 estudantes ou deixaram em branco ou erraram as quatro questões, em contrapartida, 10 responderam corretamente uma questão apenas, 1 acertou duas e 3 acertaram as quatro.

O número de acertos cai à medida que as questões tornam-se mais complexas. A partir disso foi confirmado que há uma relação com o grau de complexidade do processo e a necessidade de uma maior capacidade de percepção e abstração necessárias à compreensão do

tema. Isso conduz os estudantes a perderem o foco e o interesse pelo conteúdo levando a aprendizagem, decorrente da aula, a níveis indesejados.

Esses dados revelaram que os estudantes não apreenderam muito bem um conteúdo complexo que une química e biologia em uma mesma perspectiva e que possui estruturas moleculares variadas e imperceptíveis a olho nu.

A “Bioquímica exige do aluno uma capacidade de abstração além de conhecimentos prévios de outras ciências para um bom desenvolvimento da disciplina” (BECKHAUSER, 2006, p. B4). Assim também como os

Fenômenos que regem os processos biológicos são ensinados sem vínculos com a realidade dos alunos. Desta forma, o conteúdo referente à Biologia é visto pelos estudantes como abstrato, fictício, sem envolvimento com o seu cotidiano e pouca aplicabilidade (PINHEIRO; POMPILHO, 2011, p. A2).

As respostas se concentraram principalmente na primeira coluna do gráfico. Nela se observa que um maior de números de estudantes deixava em branco ou errava todas as questões referentes a uma determinada etapa do processo, mais especificamente, a respeito da glicólise e fosforilação oxidativa.

Foi notável que, conforme as perguntas se aprofundavam os estudantes não conseguiam lembrar termos referentes a conceitos, estruturas e reações. “Um modelo desprovido de reflexões, sem um olhar crítico sobre a ciência, é um saber científico adquirido de forma equivocada, sem produzir ganhos para a sociedade” (CANGA; GONÇALVES; BUZA, 2010, p. 29).

A Biologia que deveria ser uma disciplina empolgante e dinâmica, transformou-se meramente em um amontoado de classificações, estruturas, processos fisiológicos etc., desta forma, desviando o interesse dos alunos devido a um aprendizado maçante e monótono, levando-os a memorizar os temas da disciplina, objetivando as avaliações. Depois de avaliado o conhecimento é descartado, constituindo, assim, uma aprendizagem mecânica em detrimento de uma aprendizagem significativa (PINHEIRO; POMPILHO, 2011, p. A2).

“Alguns temas das Ciências Biológicas, ministrados durante o ensino médio, requerem uma capacidade de abstração dos alunos e, por esse motivo, às vezes, não são compreendidos” (PINHEIRO; POMPILHO, 2011, p. A5) como os “Conceitos que envolvem o universo do metabolismo macroscópico” (JÓFILI, 2010, p. 444) e “[...] assuntos que demandam mobilização de conceitos em mais de um campo de conhecimento, como é o caso do metabolismo energético” (SARMENTO, 2013, p. 02) que exigem a apresentação de modelos que possam demonstrar uma forma mais aproximada do real fazendo conhecer assim, o incógnito e para isso é necessário que o estudante tenha uma base, apresentada pelo professor, fundamentada nos principais aspectos do que se queira ensinar.

Alves *et al.* (2016, p. 107) admitem “o uso de modelos tridimensionais, ilustrações e jogos como responsáveis pela melhora na capacidade de adquirir e guardar informações em comparação com métodos de ensino tradicionais”.

Scatigno e Torres (2016, p. 31) relembram que “[...] boa parte das dificuldades de aprendizado derivam da falta de integração dos níveis representacionais dos fenômenos químicos e bioquímicos: macroscópico, microscópico ou submicroscópico e simbólico, necessária para o aprendizado significativo”.

No ensino médio, os estudantes provenientes de escolas variadas também constituem um agravante por possuírem saberes diferentes relacionados às ciências da natureza pelo fato de que, no 9º ano, os professores tendem a se aprofundar em conteúdos mais relacionados à área de sua graduação: química, biologia ou física.

Em consequência, Beckhauser (2006, p. B1) classifica esses estudantes como grupo “heterogêneo” fazendo com que o professor tenha que refletir recursos didáticos para a aplicação da prática relacionada ao conteúdo que está sendo abordado, em razão de que, “no Ensino Médio, diversificam-se as situações-problema, referidas nas competências específicas e nas habilidades, incluindo-se aquelas que permitem a aplicação de modelos com maior nível de abstração” (BNCC, p. 549, 2018).

A aula explanada antes do questionário foi organizada a partir de cartazes constituindo as reações com as estruturas moleculares participantes do processo, mas mesmo assim, foi perceptível a necessidade da criação própria, do tocar e do imaginar destas estruturas porque “os alunos possuem dificuldade em aprender sobre estruturas, dada a capacidade que precisam ter, relativa à percepção visual” (GOMES, 2014, p. 75).

Referente à uma explicação simples do conteúdo a partir de quadro e ilustrações no livro, Ribeiro, Silva e Koscianski (2012, p. 168) asseguram que

Essas representações podem trazer dois problemas aos estudantes. Primeiro, elas exigem um esforço de abstração e a capacidade de manter o foco de atenção em algo não palpável. Em segundo lugar, há, em geral, uma dificuldade dos estudantes para fazer a relação entre, por exemplo, um termo de uma equação e um elemento concreto de um fenômeno físico.

“Os estudantes geralmente memorizam a terminologia e os conceitos para fazer as provas e esquecem logo depois de um tempo” (GLASER; PIERRE; FIOREZE, 2017, p. 65). Alves *et al.* (2016, p. 108), respectivo a isto, expõe que “podemos refletir sobre os métodos de ensino utilizados na educação que são restritos a um modelo onde os alunos apenas decoram os conteúdos sem ter a percepção total do contexto”.

O ensino de Ciências tem por objetivo estimular a construção de um aprendizado significativo que supere apenas a memorização de nomes, regras e leis, porém, para

que isso ocorra é fundamental que o estudante identifique no mínimo a nomenclatura utilizada na disciplina (ALVES *et al.*, 2016, p. 101).

Jófilo (2010, p. 443) também registrou que “Outro elemento observado foi a dificuldade que os alunos apresentaram em questões que envolvem abstrações, não conseguindo estabelecer relações entre o universo microscópico e as funções orgânicas macroscópicas”.

Glaser, Pierre e Fioreze (2017, p. 53) confirmam que “Há uma dificuldade no entendimento desse tópico por parte dos educandos devido à complexidade dos fenômenos que ocorrem em nível celular”.

No estudo do metabolismo energético, as vias (rotas) metabólicas, o detalhamento de sua regulação, o balanço energético em termos de número de ATP gastos e sintetizados a partir de cada molécula de glicose metabolizada se sobressaem, sendo principalmente explorados nos livros didáticos (JÓFILI, 2010, p. 436).

“Esquemas encontrados em livros didáticos nem sempre são suficientes para o esclarecimento de relações conceituais e frequentemente os conceitos são construídos de forma distorcida” (GLASER; PIERRE; FIOREZE, 2017, p. 53).

Portanto é preciso mais que o livro e as imagens criadas pelo professor neste contexto. É relevante que os estudantes façam sua própria representação, quanto a isso Jófilo (2010, p. 436) especifica que “[...] a aprendizagem é um processo de construção interna e não ocorre, exclusivamente, através da transmissão de conhecimentos feita pelo professor”.

A elaboração de uma sequência de aulas a partir de um contexto significativo e variedade de recursos/atividades didáticos para os estudantes pode se configurar como excelente alternativa a aprendizagem de conteúdos de difícil compreensão, principalmente conteúdos que discutem conceitos abstratos e representativos da matéria (JÚNIOR; SANTOS, 2017, p. 4098).

4.3 Análise dos dados referentes à aplicação do *stop motion*

Pensando nesta perspectiva juntamente com a global utilização de tecnologias de informação e comunicação (TIC), usamos o *stop motion* como recurso promotor de aprendizagem.

As TIC contribuem por traçarem novos caminhos no processo de ensino-aprendizagem, já que a internet na atualidade disponibiliza para a vida das pessoas autonomia para criar, desenvolver e aperfeiçoar mecanismos que contribuem para a construção de variados conhecimentos (LIMA *et al.* 2015, p.3).

O *stop motion* consegue traduzir a linguagem usada nos livros que pela sua complexidade não faria sentido para os estudantes, seriam apenas símbolos a serem

memorizados. “Sua utilização tem como principal objetivo facilitar o entendimento do conteúdo ministrado” (NASCIMENTO, 2016, p. 9).

O trabalho com as animações constitui ferramenta singular no que diz respeito a termos acesso ao arranjo que os alunos fazem do conhecimento que lhes é apresentado, para além daquilo que é possível conferir com as avaliações alicerçadas exclusivamente no universo das palavras (BOSSLER E CALDEIRA, 2013, p. 478).

Considerando que a produção de vídeos de animação possa fazer uma analogia a partir do momento que tenta assemelhar as figuras confeccionadas àquelas presentes nos processos microscópicos, Barbosa *et al.* (2012, p. 196) considera este método importante para a aprendizagem.

Convictos da importância e cientes da consagrada presença de analogias na educação científica [...] as analogias podem ser instrumentos importantes na construção do conhecimento, pois atuam no processo de associações ente o estranho e o familiar, levando o sujeito a reestruturar informações prévias ou formar novos esquemas cognitivos.

Durante a prática de aplicação da técnica do *stop motion* registros foram construídos a partir do que ia sendo observado. Comentários como “Professora, qual termo devemos usar, cadeia respiratória ou fosforilação oxidativa? O que significa acceptor final de elétrons? O GTP conta no saldo junto com o ATP? Por que somente o ciclo de Krebs e cadeia respiratória acontecem dentro da mitocôndria? Temos que colocar a quantidade exata de ATP’s (Tabela 3)?”.

Dúvidas tão detalhistas como estas, não foram feitas após a aula dada no início deste trabalho, no máximo o que pediam era que se repetissem as etapas, numa tentativa de memorizar o conteúdo, classificado por eles como “grande e difícil”, tendo a partir dessa classificação, a certeza da necessidade de trabalhar a respiração celular aeróbica com alguma ferramenta que pudesse reduzir a abstração, como no caso do *stop motion*.

À medida que as perguntas surgiam, eles saíam de suas equipes a procura da professora que estava transitando pela sala para apreender os registros, porém a dúvida era repetida e respondida em um tom para que todos pudessem compreender.

Com isto, podemos perceber que também, se trata de uma aula, mas que provoca sentidos diferenciados quando o estudante fica mais próximo do conteúdo, revisitando-o através das fontes e criando suas próprias imagens (Figura 8) para tentar alcançar o máximo de acertos na produção do vídeo.

Figura 8 - Contato constante do estudante com o conteúdo.



Fonte: A autora, 2019.

A animação pronta (Figura 9) também serviu como aferidor de aprendizagem. Eles receberam as informações de como iniciar a produção do *stop motion* e algumas problematizações para que a partir de pesquisas e da socialização entre a equipe eles pudessem representar o passo a passo da respiração celular aeróbica de maneira completa e correta decorrente de um saber adquirido por suas próprias idealizações.

Figura 9 - Animação pronta.



Fonte: A autora, 2019.

O Quadro 1 informa os aspectos desejáveis que foram alcançados com a aplicação do *stop motion*. Utilizamos como classificação os seguintes adjetivos: Bom para quando a equipe estiver de acordo com o aspecto desejável, Regular quando muito resumido e Não satisfatório para a equipe que não tivesse desenvolvido o aspecto desejável.

Quadro 1 - Aspectos alcançados com a aplicação do *stop motion*

Aspectos desejáveis com a produção de <i>stop</i>	Equipe	Equipe N	Equipe	Equipe	Equipe
---	--------	----------	--------	--------	--------

<i>motion.</i>	F		C	H	R
Local onde ocorre cada etapa.	Bom	Não satisfatório	Bom	Bom	Bom
Conhecimento básico das estruturas participantes.	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Detalhamento de cada etapa.	Bom	Regular	Bom	Bom	Bom
Criação própria de acordo com o entendimento.	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Organização para que a animação fosse compreendida.	Bom	Regular	Bom	Bom	Bom
Ordem correta das etapas.	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Compreensão básica de cada etapa.	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom

Fonte: A autora, 2019.

Nota: A equipe está representada pela letra inicial do nome do representante de cada uma delas.

Ao assistir as animações criadas por eles foi solicitado que as equipes pudessem opinar dando sugestões e principalmente fazendo correções sobre o que não estivesse de acordo com as etapas da respiração celular aeróbica. Na proporção que os vídeos eram reproduzidos foi pedido que fizessem anotações para que ao final houvesse a socialização destas.

A observação de erros e equívocos presentes nas animações (Quadro 2) serviram para detectar as dúvidas que os estudantes possuíam acerca do conteúdo de modo que estas pudessem ser posteriormente, esclarecidas pela professora.

Quadro 2 - Análise dos vídeos de *stop motion*

Nome do representante de cada equipe	Equívocos sobre o conteúdo observados no vídeo.
Equipe F	-A enzima desidrogenase piruvato “dissolve” o piruvato; -A cadeia transportadora de elétrons pára; -Os H ⁺ saltam junto com os elétrons pelas proteínas.
Equipe N	-O CO ₂ entra no processo para buscar o Carbono.
Equipe C	-Sem equívocos.
Equipe H	-O acetilCoa se forma no citosol; -O Nad ⁺ é que retira o carbono e reage formando CO ₂ .
Equipe R	-Os prótons H ⁺ saltam pelas proteínas, ao invés dos elétrons.

Fonte: A autora, 2019.

A maioria destes detalhes não constava nas fontes que os estudantes haviam trazido, porém o conhecimento básico e necessário sobre respiração celular aeróbica, a nível médio, foi alcançado.

Bossler e Caldeira (2013, p. 477) defendem que “Os aprendizes, no momento em que buscam dar materialidade ao conhecimento organizado abstratamente, revelam aquilo que conhecem e também o que desconhecem sobre o assunto, ao deixar de representar estruturas ou etapas”. Como exemplo disto, temos os equívocos que aparecem nas animações prontas mencionados no Quadro 2.

Estes equívocos foram posteriormente socializados e corrigidos servindo assim, como percalço para que fossem reveladas dúvidas acerca do conteúdo partindo de inferências feitas pela professora para que houvesse a discussão e a reflexão baseada nas problematizações.

Muitos questionamentos e comentários só surgiram, neste momento, ou seja, após a aplicação da técnica de *stop motion*. “Os vídeos educacionais são ferramentas de grande importância para o aluno do tipo visual, mas que pode atrair o aluno verbal” (COELHO *et al.*, 2017, p. 215).

De modo intrínseco, os estudantes a partir do contato com o real do conteúdo, produzidos por eles, fazem emergir o que Jófili (2010) chama, em todo o seu texto, de “lacunas conceituais”, se referindo a dúvidas que surgem durante o estudo de um determinado tema e que sem o esclarecimento destas, a compreensão do processo não é efetivada.

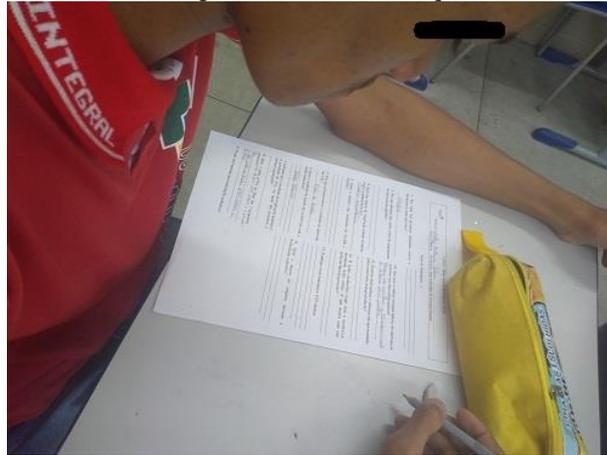
4.4 Detalhamento e análise do segundo questionário

O segundo Questionário foi aplicado após a execução da prática de *stop motion* com o objetivo de comparar o índice de acertos e erros com os resultados precedentes.

Como foi observado no primeiro questionário, a maior dificuldade dos estudantes estava relacionada às duas últimas etapas do processo, ciclo de Krebs e fosforilação oxidativa. Devido a isso, o “Questionário 2” (Figura 10) foi elaborado aumentando-se o número de perguntas acerca destes tópicos visando a análise do desenvolvimento cognitivo acerca de todas as etapas do processo.

Foram feitas duas perguntas para a glicólise, seis para o ciclo de Krebs e seis também para a fosforilação oxidativa, somando-se em sua totalidade, quatorze questões como no “Questionário 1”.

Figura 10- Detalhes do questionário 2



Fonte: A autora, 2019.

Algumas atitudes foram observadas e registradas como dados relevantes de mensuração desta pesquisa.

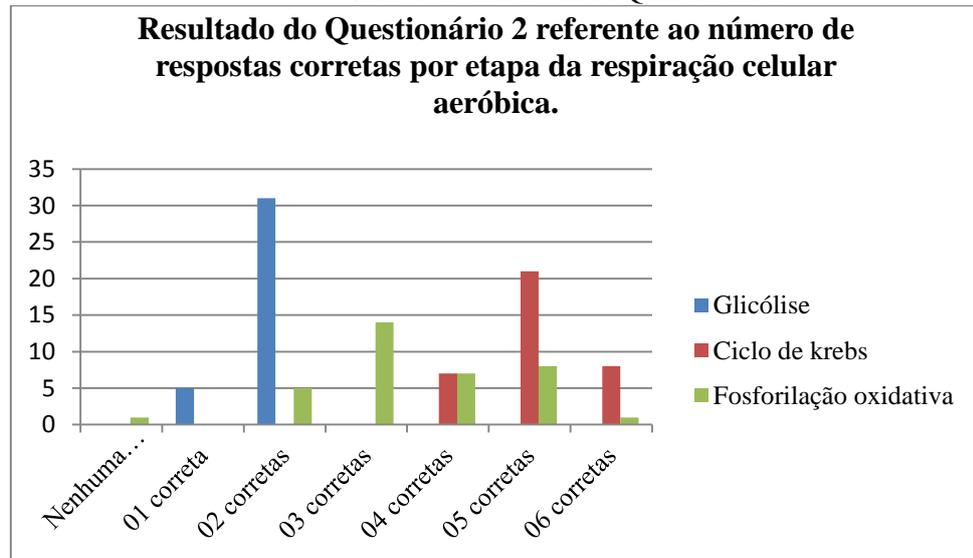
Durante a aplicação do segundo questionário, ao contrário do primeiro, foi visto que todos os estudantes se mantiveram concentrados, 02 entregaram antes de 20 minutos contados a partir do seu início, não houve tentativa de passagem de respostas entre eles e foram registradas também, perguntas consideradas satisfatórias como demonstrativo do grau de apropriação do conteúdo pelos estudantes (Quadro 3).

Sobre o processo de glicólise, 31 estudantes conseguiram acertar as duas questões enquanto que 5 acertaram apenas uma das duas e nenhum errou ou deixou em branco, como antes.

No caso do ciclo de Krebs, 7 estudantes acertaram quatro das seis questões, 21 acertaram cinco e 8 acertaram as seis.

Em relação à fosforilação oxidativa, apenas 1 estudante deixou de responder as seis questões entregando em branco, enquanto que 5 estudantes acertaram duas das seis, 14 acertaram três, 7 acertaram quatro, 8 acertaram 5 e 1 estudante acertou as seis. O Gráfico 2 abaixo demonstra esse resultado.

Gráfico 2 - Resultado do Questionário 2.



Fonte: A autora, 2019.

Analisando o Gráfico 2, as colunas simbolizando o conhecimento consolidado acerca do conteúdo glicólise, em azul, se concentrou principalmente onde se tem 02 corretas, ou seja, a maioria conseguiu acertar as duas perguntas feitas sobre a etapa representando assim, um resultado positivo.

Sobre o ciclo de Krebs foi atingido o maior de número de acertos visto que as colunas em vermelho se concentram a partir de 04 respostas corretas.

Para a compreensão sobre a fosforilação oxidativa houve um desenvolvimento bom em comparação com os resultados obtidos antes da aplicação da técnica do *stop motion* em que a coluna se concentrou, praticamente, em “Nenhuma das respostas corretas” no Gráfico 1, enfatizando que os estudantes não conseguiam assimilar, de forma satisfatória, o conteúdo desta etapa apenas com leituras próprias e explanação feita pela professora.

Poderia até mesmo, ter tido certa compreensão no momento da explicação, porém não estava sendo efetivada a sua memorização.

Foi perceptível a diferença de comportamento, interesse e segurança nas respostas em relação à fase anterior dos trabalhos feitos com animação. Isso reflete ainda mais “a necessidade de buscar alternativas metodológicas que estimulem a problematização e a contextualização para o ensino de conceitos básicos e que contribuam para a construção do conhecimento” (ALVES *et al*, 2016, p. 101).

Os educadores devem buscar métodos diferenciados e alternativos para o ensino deste tema, tornando-o mais atrativo e de fácil compreensão por parte dos estudantes e ao mesmo tempo constituindo ao educador métodos facilitadores do processo de ensino-aprendizagem, permitindo a participação mais ativa dos estudantes, uma maior relação entre a teoria e a prática, além da compreensão por parte dos

educandos sobre a importância do que têm a aprender (GLASER; PIERRE; FIOREZE, 2017, p. 51).

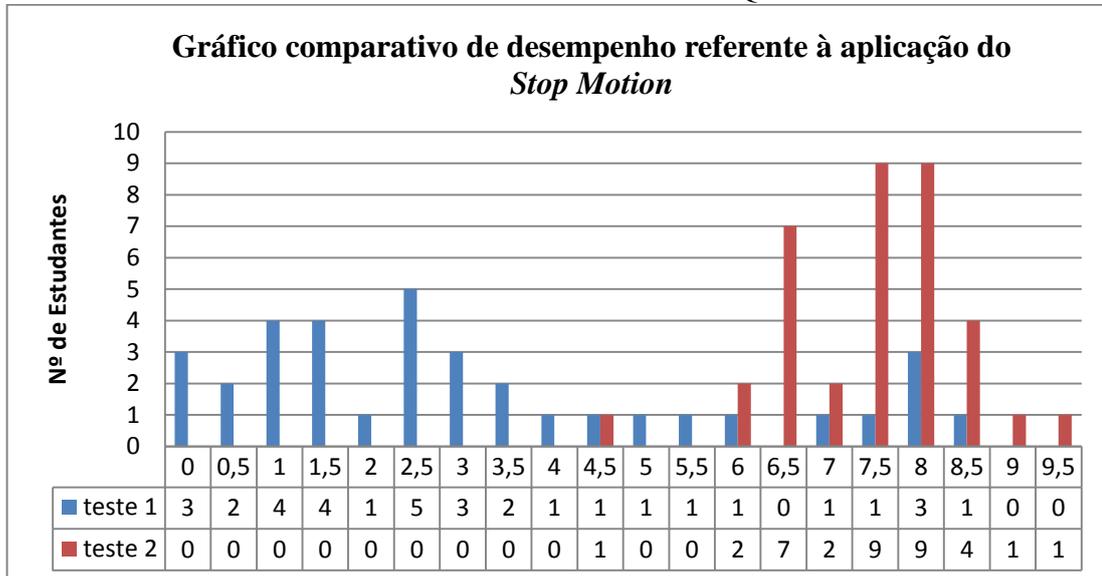
Em concordância com a utilização do *stop motion* para a finalidade de ampliar os níveis de aprendizagem de determinado conteúdo, Barbosa *et al.* (2012, p. 24) certifica que “é nítida a constatação de que, de forma natural, haverá uma absorção destes assuntos, o que implicará em uma aprendizagem agradável e eficiente”.

Assegura ainda que, “o uso da proposta e estratégias do Educando com Design de Animação tem grande potencial para melhoria do atual panorama da educação na escola, tornando o conhecimento mais estimulante, acessível e compreensível para os alunos” (BARBOSA *et al.*, 2012, p. 31).

4.5 Inconsonância dos dados alcançados com os questionários 1 e 2

O Gráfico 3 reflete o comparativo entre o teste aplicado antes da produção de *stop motion* (Questionário 1) e o teste aplicado após a sua execução (Questionário 2), porém com a nota total de cada.

Gráfico 3 - Resultado total dos Questionários 1 e 2.



Fonte: A autora, 2019.

No eixo das abscissas estão presentes as notas tiradas nos dois testes aplicados em uma escala de zero a dez, representando apenas àquelas que foram alcançadas, como nenhum estudante tirou a nota 10,0, esta não aparece no gráfico.

Abaixo dela, simbolizados em azul e vermelho, respectivamente, o questionário 1 e o questionário 2, indicam o quantitativo exato de estudantes de acordo com cada nota. O eixo das ordenadas também traz o número de estudantes coerente com cada nota atingida.

4.6 Condutas avaliadas durante toda a pesquisa

Abaixo, o Quadro 3 evidencia alguns questionamentos, comentários e comportamentos documentados durante a pesquisa feitos a partir de registros escritos que foram analisados relacionando-os com o tema central deste trabalho e denotam exatamente em quais momentos, de todo o trabalho, houve maior segurança e interesse no conteúdo.

Foi colocada neste Quadro a relação da forma de coleta de dados com os indicativos de aprendizagem e o suposto significado representando os objetivos alcançados.

Quadro 3 - Registros de resultados durante toda a pesquisa.

Momento de Coleta de dados	Evidência no desenvolvimento do trabalho	Significado referente à evidência
Leitura do tema no livro didático ou folhas impressas de site.	-Fala dos estudantes: Em uma fonte encontramos cadeia respiratória e em outra fosforilação oxidativa.	-Início de apropriação dos termos.
Explicação do conteúdo.	- A maioria prestava atenção e de 3 a 4 estudantes faziam inferências durante a aula. Um estudante solicitou que repetisse o processo a partir do CoA porque fazia anotações neste momento.	- Não se sabe ao certo se estava havendo assimilação por todos apenas pela explicação.
	-7 estudantes permaneceram no celular.	- Pouca atração pelo conteúdo talvez pela abstração do mesmo.
Questionário 1	- A maioria começou a escrever assim que recebeu a folha de teste.	- Apesar de parecer que sabiam o que estavam fazendo as notas não foram coerentes com a efetivação de aprendizagem deste conteúdo em questão.
	- 2 estudantes tentaram passar respostas e 1 baixou a cabeça por cima da folha.	- Demonstração de não compreensão do que havia sido exposto na aula.
Produção de vídeos de Stop Motion	- Todos posicionados em suas equipes auxiliando de alguma forma	- Interesse do aluno por inovações.
	- Cada equipe lia e relia o conteúdo a fim de estruturar de maneira correta.	- Ao revisar o conteúdo, os estudantes compreendem e memorizam.
	- Recortes, montagens e fotografias de cada etapa do processo sobre respiração celular aeróbica.	- Estímulo da memória fotográfica de estruturas e reações.
	- Alguns estudantes não tiveram facilidade com os aplicativos e se dispersaram um pouco.	- Compreensão razoável do processo completo a partir da união das fotografias e adição de textos criados por eles.

Questionário 2	-Todos ficaram concentrados até 30 minutos do início da aplicação do teste.	-Ao contrário do teste 1, a concentração e atividade escrita no teste 2 foram maiores, coerentes com as notas obtidas.
	- 2 estudantes entregaram o teste após 20 minutos de seu início e conseguiram atingir uma nota satisfatória.	- Ambos coordenaram suas equipes e talvez isso tenha feito com que se apropriassem melhor do conteúdo.
	- Um estudante perguntou que saldo de produtos estava sendo exigido? Do processo inteiro ou das etapas separadas?	- Confirmação de compreensão dos produtos resultantes de cada etapa do processo.
	- Após entregar o teste uma estudante falou que somou também o “GTP” no saldo final.	- Afirmação do conhecimento acerca da função das estruturas presentes nas reações.
	- Não houve, nesta aplicação, estudantes tentando passar ou pegar respostas do outro.	- Segurança na resolução.

Fonte: A autora, 2019.

Durante a aula, antes da aplicação da técnica, tivemos registros de estudantes que pediram para repetir várias vezes as etapas do processo, baixaram a cabeça, ficaram mexendo com o celular e tentaram passar respostas pra os colegas durante a resolução do questionário, “é naturalmente difícil para os alunos compreender conceitos que se referem ao invisível e ao intocável” (GLASER; PIERRE; FIOREZE, 2017, p. 65).

Aspectos como estes nos remetem a atitudes de desinteresse por parte dos estudantes frente a um conteúdo complexo e abstrato: “Uma abordagem de caráter apenas teórico pode ocasionar desinteresse e apatia ao longo do processo de formação destes alunos” (PINHEIRO; POMPILHO, 2011, p. A2).

Para tal, vale salientar que “a atividade prática torna a apreensão do conhecimento mais agradável e interessante, e alunos receptivos e motivados são elementos importantes no processo de ensino/aprendizagem” (PINHEIRO; POMPILHO, 2011, p. A4).

Uma alternativa pertinente para a solução desta problemática se resume na elaboração de estratégias que incentivem a construção de uma conexão palpável entre estas tecnologias e os conteúdos vivenciados no dia a dia escolar. Desta forma, crê-se que o Design de Animação é capaz de atender a estas expectativas, dando possibilidades concretas de inserção das novas tecnologias na escola (BARBOSA *et al.* 2012, p. 22).

O que está exposto no Quadro 3 acerca do Questionário 2, diferentemente ao que foi observado no Questionário 1, relata que os estudantes tiveram maior propriedade na compreensão do conteúdo, levando em conta o tempo de resolução, comentários e perguntas feitas durante o teste, além do resultado obtido após a sua correção.

A respeito da segurança na resolução das questões após a produção das animações, Moreira (2007, p. D13) complementa que “O pânico, geralmente observado durante as

avaliações também foi reduzido, o que se justifica pela confiança através do aprendizado dos conceitos mediante aplicação da metodologia”.

Ainda relativo à mudança de dinâmica visando uma melhor abordagem de ensino que desperte o entusiasmo dos estudantes por um conteúdo, Pinheiro e Pompilho (2011, p. A7) garantem também que

[...] a mudança na metodologia de um ensino puramente teórico para uma metodologia que favoreça a participação ativa dos alunos pode contribuir em envolvimento e entusiasmo, aguçando a criatividade e interesse, bem como tornando o aprendizado dinâmico e atrativo aos alunos.

“A ausência de atributos perceptíveis à aprendizagem, relaciona-se, no meio escolar, a dificuldades típicas do ensino de conceitos abstratos” (JÓFILI, 2010, p. 438).

Glaser, Pierre e Fioreze (2017, p. 65) ratificam também que “Tais dificuldades podem ser atribuídas principalmente aos termos que são utilizados e ao nível abstrato dos conceitos” e fazem menção ao uso de estratégias para melhorar a compreensão dos mesmos.

A utilização de estratégias que envolvam atividades práticas e experimentação auxiliam para uma melhor compreensão de conceitos e processos celulares que são considerados temas abstratos e difíceis de serem compreendidos por parte dos educandos (GLASER; PIERRE; FIOREZE, 2017, p. 51).

Os estudantes se mostraram curiosos e ativos se aproximando, em massa, para ouvir a explicação da técnica e com isto, deixa claro o entusiasmo deles por inovações. Vieira (2001, p. 02) também reconhece que durante as atividades práticas conseguimos a atenção e participação em massa dos estudantes “Se no início os estudantes se mostram mais passivos e até mesmo paralisados diante do problema proposto, aos poucos iniciativas são tomadas e novas ideias são propostas, tornando-os parte ativa no processo”.

“Estes recursos audiovisuais interativos também são incluídos como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem, pois são excelentes alternativas para despertar o interesse por parte dos estudantes” (GLASER; PIERRE; FIOREZE, 2017, p. 69). “[...] além de estimular a reflexão sobre a lógica dos sistemas, favorecendo uma compreensão mais efetiva do tema em estudo” (BARBOSA *et al.*, 2012, p. 197).

O autor também especifica que

O Desing de animação apresenta-se como uma alternativa para alterar esta realidade, funcionando como um recurso mediador que interliga os equipamentos tecnológicos à aprendizagem dos alunos, conferindo, a estes, motivação pela busca da assimilação dos conteúdos trabalhados em aula (BARBOSA *et al.* 2012, p. 24).

De acordo com Bossler e Caldeira (2013, p. 478) “A aprendizagem acontece no fazer e re-fazer os modelos após reflexão e reconstrução de conhecimento” assim também quando revisitam o conteúdo por várias vezes.

Neste processo, o estudante tende a se apropriar dos termos havendo assim, sua memorização, enquanto que a produção das estruturas e formas, pensadas por eles para representar o processo de respiração celular aeróbica, estimula a memória fotográfica dos mesmos.

Nóbrega (2016, p. 226) adverte que o ato de criar é uma sequência própria favorecendo a construção do conhecimento porque “a percepção de detalhes, de causa e consequência, da lógica dos acontecimentos está sob o poder de criação dela” referente à pessoa que executa a técnica.

Nascimento (2016, p. 21) confirma estas considerações dizendo que “A possibilidade de ouvir, tocar ou ver materiais relacionados ao tema abordado em sala de aula facilita a construção do saber seja na sua transmissão e/ou na sua recepção”. “Além da emoção da nova descoberta por seus próprios meios, este tipo de aula prática confere à disciplina Bioquímica Celular, normalmente uma disciplina abstrata, um senso de realidade e palpabilidade” (VIEIRA, 2001, p. 06).

Satisfatoriamente a produção de vídeos de animação permitiu que os estudantes criassem e realizassem pesquisas usando o método investigativo e a partir disto, desenvolvessem habilidades cognitivas que antes dessas práticas não eram tão satisfatórias. O método se mostrou eficaz para o desenvolvimento da aprendizagem de bioquímica para o nível médio em razão de ter atendido aos objetivos deste trabalho.

6 CONCLUSÕES

6.1 Os objetivos foram alcançados

Quando este trabalho de pesquisa foi iniciado foram comprovadas dificuldades encontradas na aprendizagem de estudantes do ensino médio, a partir da análise dos primeiros dados obtidos, acerca de conteúdos que exigem esforço para abstratamente compreender um complexo constituído de reações químicas, moléculas e estruturas celulares, como no caso da Bioquímica.

Constata-se que o objetivo geral desta pesquisa foi alcançado porque efetivamente o trabalho conseguiu atestar que foi exitoso o uso de animações *Stop Motion* utilizando materiais simples com a finalidade de facilitar a abstração requerida pelo conteúdo e causar uma aprendizagem significativa a respeito da respiração celular aeróbica.

A produção de animações com finalidade pedagógica, enquanto primeiro objetivo específico trouxe contribuições importantes, durante toda a apreensão de dados, cumprindo-se com o que havia sido proposto.

O segundo objetivo específico foi alcançado, de forma satisfatória, a partir da socialização e correção dos equívocos encontrados nas animações o que ocasionou um aporte na aprendizagem desejada.

O desenvolvimento da sequência didática fundamentada nos resultados deste trabalho cumpre o terceiro objetivo específico e servirá como subsídio para que outros profissionais possam utilizar com a perspectiva de contribuição educacional e social.

6.2 Resposta ao problema da pesquisa

A pesquisa partiu da pergunta para saber se o *stop motion* seria uma opção viável para melhorar a compreensão e memorização das moléculas participantes das reações e processos relacionados ao conteúdo de Bioquímica da respiração celular aeróbica e foi testada com estudantes do ensino médio onde os mesmos executaram a técnica e com base em resolução de questionários e registros, feitos pela pesquisadora em forma de anotações, foram obtidos resultados satisfatórios que confirmaram a hipótese.

Conteúdos de bioquímica exigem, do estudante, múltiplos saberes de forma unificada, ou seja, que todos eles sejam complementares para que possa ser compreendido constituindo assim, o problema desta pesquisa. A resposta para este problema é que sejam utilizadas

ferramentas para poder simular imagens acerca de um conteúdo que sejam mais próximas do real, como o *stop motion*, ampliando estruturas e processos microscópicos com a perspectiva de redução da abstração.

6.3 Este estudo permitiu a produção de uma sequência didática

Espera-se que o produto final, construído com esta pesquisa, possa contribuir de forma efetiva para que outros profissionais de educação consigam utilizar para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

6.4 O uso do *stop motion* no ensino de bioquímica para o nível médio

A ferramenta é eficaz no processo de ensino-aprendizagem ao trazer uma dinâmica prática para um conteúdo que exige abstração dos estudantes. A construção dos vídeos desperta não só o interesse e a participação de todos, como também desenvolve a capacidade cognitiva autônoma acerca de vários saberes envolvidos nas reações bioquímicas.

Os estudantes atingiram níveis desejáveis de compreensão sobre o processo de respiração celular aeróbica após a aplicação da técnica confirmando o efeito da produção das animações, que embora tenha formalizado um conhecimento básico em termo de conteúdo, é suficiente para o ensino de nível médio.

REFERÊNCIAS

- ALVES, T. de A. *et al.* Fisio card game: um jogo didático para o ensino da fisiologia na educação básica. **Journal of biochemistry education: Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, v. 14, n. 01, p. 99-120, 2016.
- BARBOSA, Márcio *et al.* Educando com design de animação: uma metodologia de ensino e aprendizagem. **Revista brasileira de Design da Informação: Brazilian journal of information design**, São Paulo, v. 09, n. 1, p. 21-32, 2012.
- BARBOSA, J. U. *et al.* Analogias para o ensino de bioquímica no nível médio. **Revista ensaio**, Belo Horizonte, v. 14, n. 01, p. 195-208, jan./abr. 2012.
- BECKHAUSER, P. F.; ALMEIDA, E. M.; ZENI, A. L. B. O universo discente e o ensino de bioquímica. **Journal of biochemistry education: Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, n. 2, p. B1-B7, 2006.
- BOSSLER, A. P.; CALDEIRA, P. Z. **Evidências das aprendizagens em ciências e biologia em atividades de produção de animação com massa de modelar usando a técnica stop motion**. Girona: Comunicacion, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. Brasília: MEC, 2017.
- CANGA, J. L.; GONÇALVES, T. V. O.; BUZA, R. G. C. Ciência e ensino de ciências: ideias e práticas de professores de ciências no ensino médio em cabinda/angola. **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Amazõnia, v. 6, n. 12, p. 23-31, jan./dez. 2010.
- COELHO, A. A. *et al.* Vídeos educacionais de curta duração para o ensino de Bioquímica. **Journal of biochemistry education: Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, v. 15, n. esp., p. 2212-221, 2017.
- DELIZOICOV, N. C.; CARNEIRO, M. H. da S.; DELIZOICOV, D. O movimento do sangue no corpo humano: do contexto da produção do conhecimento para o do seu ensino. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 443-460, 2004.
- GLASER, V.; PIERRE, P. M. O.; FIOREZE, A. C. da C. L. Estratégias didático-pedagógicas como alternativas para o ensino de Biologia Celular: curso aos professores de escolas públicas de Ensino Médio de Curitiba-SC. **Journal of Biochemistry Education: Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 49-74, 2017.
- GOMES, A. L. Tecnologia em sala de aula: a inovação do ensino através da aprendizagem 3D. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 25, p. 60-84, 2014.
- JÓFILI, Z. M. S.; SÁ, R. G. B. de.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. dos A. A via glicolítica: investigando a formação de conceitos abstratos no ensino de biologia. **Revista da SBEnBio**,

Florianópolis, n. 3, p. 435-445, out. 2010. V Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales.

JÚNIOR, C. N. da S.; SANTOS, V. S. dos. O açaí como contexto para uma aula de bioquímica na educação de jovens e adultos da amazônia. **Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación e experiências didáticas**, Sevilla, p. 5-8, set. 2017.

LIMA, K. E. C.; RIBEIRO, E. N. **Caminhos ressignificantes frente ao horizonte de conhecimentos e de atitudes na Educação**. Recife: Liceu, 2019.

LIMA, G. H. de; LIMA, K. E. C. **Que tal usar Stop Motion em suas aulas?** Recife: Liceu, 2019.

LIMA, G. H. *et al.* Animações stop motion no estudo contextualizado do sistema digestivo para o ENEM. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]** Águas de Lindóia-SP: ABRAPEC, 2015.

MOREIRA, L. M. O uso do corpo como ferramenta pedagógica: um modelo alternativo que desconsidera a ausência de recursos específicos para o ensino de bioquímica e biologia molecular no ensino fundamental. **Journal of Biochemistry Education: Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, n. 01, p. D10-D14, 2007.

NASCIMENTO, J. M. **Stop Motion como estratégia metodológica aplicada ao ensino de Biologia**: Relato de experiência didática no âmbito do PIBID. 2016. 28f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

NÓBREGA, A. R. da. Criando storyboard e animando com stop motion: o ensino de surdos com recursos visuais. **Revista Espaço**, Rio de Janeiro, n. 46, p. 225-231, jul./dez. 2016.

PINHEIRO, W. de A.; POMPILHO, W. M. O ensino de enzimas: uma abordagem experimental de baixo custo. **Journal of Biochemistry Education: Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, n. 1, p. A1-A8, 2011.

OLIVEIRA, H.; LIMA, G. H.; HENRIQUES, J. A. P. **O uso do stop motion como recurso pedagógico para tornar mais lúdico o ensino de bioquímica no ensino médio**. [Recife]: [UFPE], [2014]. Disponível em: <https://www3.ufpe.br/pibid/images>. Acesso em: 22 out. 2018.

OLIVEIRA, F. G. **Panorama e proposições da animação em stop motion**. 2010. 217 f. Dissertação (Mestrado em Processos e Sistemas Visuais, Educação e Visualidade) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

RIBEIRO, R. J.; SILVA, S. de C. S. da; KOSCIANSKI, A. Organizadores prévios para aprendizagem significativa em Física: o formato curta de animação. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 167-183, set./dez. 2012.

RODRIGUES, E. V.; LAVINO, D. Modelagem no ensino de Física via produção de stop motion, com o computador Raspberry Pi. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 42, p. e20190012, 2020.

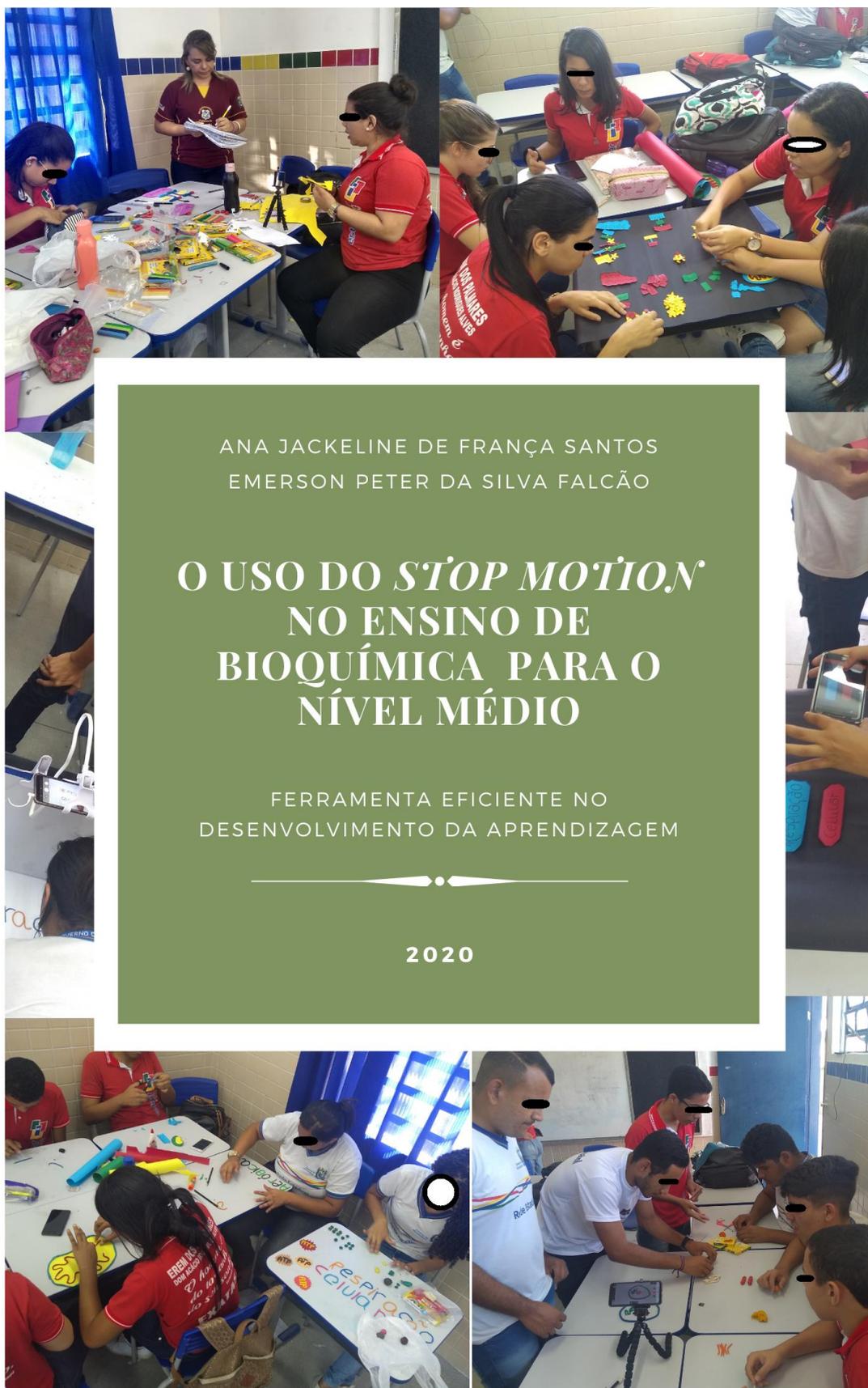
SARMENTO, A. C. *et al.* Investigando princípios de *design* de uma sequência didática sobre metabolismo energético. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 19, n. 3, p. 573-598, 2013.

SCATIGNO, A. C.; TORRES, B. B. Diagnósticos e intervenções no ensino de bioquímica. **Journal of Biochemistry Education: Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 19-51, 2016.

SHAW, Susannah. Stop Motion: **Técnicas manuais para animação com modelos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

VIEIRA, Q. L. *et al.* Abordagem Prática Para o Ensino de Bioquímica. **Journal of Biochemistry Education: Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, n. 1, p. 1-7, 2001.

APÊNDICE A – PRODUTO DA PESQUISA



SEQUÊNCIA DIDÁTICA: O USO DO *STOP MOTION* NO ENSINO DE BIOQUÍMICA PARA O NÍVEL MÉDIO

1 APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Tendo em vista a dificuldade dos estudantes em conteúdos que requerem abstração para entendê-los, foi testado o uso do *stop motion* no ensino de bioquímica em uma turma de nível médio para investigar a eficácia dessa ferramenta no desenvolvimento da aprendizagem.

O *stop motion* é um recurso usado para ilusionar movimentos a partir de imagens estáticas e se revelou proveitoso na representação do processo de respiração celular aeróbica quando a partir da construção, feita pelos próprios estudantes, das reações e estruturas moleculares e celulares, eles conseguiram captar o sentido de cada etapa e formalizar uma memória de longo prazo.

A partir dos resultados significativos alcançados foi criado o produto da pesquisa na forma de sequência didática visando auxiliar outros professores que também estejam com dificuldades em atingir níveis mais elevados de compreensão em conteúdos que envolvem estruturas microscópicas e várias reações fazendo com que o estudante perca o interesse e não consiga chegar ao entendimento dos mesmos.

A sequência contém as propriedades referentes às turmas nas quais o procedimento poderá ser utilizado, ao tempo de duração, habilidades a serem alcançadas e materiais que deverão ser usados.

Sua organização é dividida por momentos, os quais separam cada estratégia. Por fim, é descrito o passo a passo para melhor aplicação da técnica e apreensão dos resultados.

2 PROPRIEDADES

- **Disciplina:** Biologia.
- **Turma/série:** 1º, 2º ou 3º ano do ensino médio.
- **Tema:** O uso do *stop motion* no ensino de bioquímica para o nível médio.
- **Conteúdo:** Como exemplo desta sequência será respiração celular aeróbica mas o professor poderá repensar a técnica para outros conteúdos.
- **Habilidades a serem desenvolvidas (BNCC):**
 - ✓ Reconhecer códigos e nomenclatura da química utilizando-os para caracterizar materiais, substâncias e transformações químicas e biológicas;

- ✓ Reconhecer os componentes celulares e relacioná-los às funções vitais da célula;
- ✓ Comparar processos celulares em que há liberação de energia, como a respiração celular.
- **Tempo total de sequência didática:** 11 aulas de 50 minutos cada uma.
- **Materiais necessários:** Câmera fotográfica, podendo ser usada a do celular, caixas de massa de modelar, cartolinas, papéis cartão e folhas de emborrachado de cores variadas, canetas hidrográficas (conhecidas, popularmente, como hidrocor), lápis de cores diversas, cola branca tradicional, cola bastão, pistola para cola quente, tripé suporte para celular e tesoura.

3 ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA:

O desenvolvimento desta sequência didática se processa em 5 momentos:

- ✓ **Momento 1:** Apresentação da proposta;
- ✓ **Momento 2:** Estudo de fontes e produção de resumos feitos pelos estudantes;
- ✓ **Momento 3:** Aula dada pelo professor, acerca do conteúdo, com aplicação de questionário ao final;
- ✓ **Momento 4:** Produção de vídeos de animação em *stop motion* com aplicação de questionário ao final;
- ✓ **Momento 5:** Socialização das produções.

4 PROCEDIMENTO

Momento 1

- **Organização da turma:** Sentados em suas respectivas cadeiras, seja em fileiras ou em “U” seguindo a organização diária, em particular, de cada escola.
- **Duração:** 1 aula de 50 minutos.
- **Apresentação:** Iniciação com instrução da proposta.
- **Observação:** A proposição de algo novo gera expectativas no estudante e é importante que o professor, neste momento da sequência, trabalhe em prol da aceitação da turma com a finalidade de estimular a participação de todos em função da aprendizagem.
- **Metodologia:** Apresente o trabalho que será desenvolvido mostrando alguns vídeos de animações com *stop motion* em Datashow ou no caso de não dispor do mesmo, poderá

também ser mostrado no próprio celular para que eles tenham a noção básica do que será construído.

Escolha, juntamente com a turma, um conteúdo no qual tiveram dificuldade de aprendizagem ou neste caso, o próprio professor poderá sugerir, uma vez que já que possui resultados referentes a cada um deles. Porém, esta sequência será destinada a aprendizagem do conteúdo sobre respiração celular aeróbica.

Peça que os estudantes se dividam em, no máximo, 05 equipes (isso irá favorecer a redução da necessidade de um número maior de recursos tecnológicos que muitas vezes as escolas não dispõem), dependendo da quantidade da turma, certifique-se de que as equipes ficaram com números aproximados e anote-as em um caderno reservado para os registros.

Solicite que tragam na próxima aula fontes como livros ou impressões retiradas de internet contendo o respectivo conteúdo a ser trabalhado, em consequência disso, o estudante estará fazendo buscas a partir de leituras breves para selecionar o material que achar pertinente para o trabalho.

É necessário que durante cada etapa o professor estimule a pesquisa a partir da problematização do conteúdo.

Também devem ser registrados comentários, questionamentos e atitudes que possam servir como indicativo de aprendizagem fazendo anotações em um material que seja reservado, exclusivamente, para descrever os principais pontos positivos e negativos durante a condução da prática, para que ao final, os resultados possam ser comparados.

Momento 2

- **Organização da turma:** Os estudantes deverão se reunir formando círculos sentados em suas cadeiras nas respectivas equipes formadas na aula 1.
- **Duração:** 1 aula de 50 minutos.
- **Apresentação:** A análise das fontes servirá como primeiro contato do conteúdo. Este estudo de fontes sobre respiração celular aeróbica servirá como primeiro momento para analisar o quanto os estudantes conseguem apreender um conteúdo a partir do próprio esforço cognitivo.
- **Metodologia:** Peça que os estudantes leiam os materiais (Figura 11) e elaborem um resumo por equipe do que entenderam. O resultado obtido com a análise destas fontes

mostrará dificuldades que muitos estudantes possuem em protagonizar seu próprio estudo.

Verifique quantas fontes existem em cada equipe observando e anotando, quanto a isso, o interesse e a responsabilidade frente à atividade solicitada.

Figura 11 - Análise de fontes.



Fonte: A autora, 2019.

A correção de resumos que foram feitos em equipe, a partir da leitura de fontes sugeridas pelos próprios estudantes, somada à forma como eles se manifestam, diante desta prática, também servirá como fator avaliativo e deve ser registrado.

Momento 3

- **Organização da turma:** Dispostos de maneira aleatória, ou seja, em seus respectivos assentos diários, conforme a organização de cada escola, podendo estar em fileiras ou em “U”. Porém, para aplicação do questionário, deverão estar dispostas em fileiras.
- **Observação quanto à organização:** Talvez a disposição em “U” favoreça a captação de dados, dependendo do número de estudantes no qual está sendo direcionada a aula.
- **Duração:** 3 aulas de 50 minutos cada uma.
- **Apresentação:** Esta aula será uma explanação sobre respiração celular aeróbica, de forma completa, com o objetivo de promover o conhecimento acerca do tema escolhido. Ao final deste momento, um questionário composto de questões abertas acerca do conteúdo explanado irá possibilitar a análise do que foi apreendido na aula pelos estudantes.
- **Metodologia:** Em uma aula de um conteúdo composto de estruturas não visíveis a olho nu, como a respiração celular aeróbica se torna difícil conseguir alcançar a atenção de todos, então é sugerido que utilizem para isto, um Datashow ou, em caso

da escola não possuir, outro material pode ser utilizado para ilustrar, como cartazes confeccionados pelo próprio professor contendo as etapas presentes no processo.

Então se faz necessário que o professor registre todas as evidências de aprendizagem, interesse ou desinteresse, atitudes ou dúvidas que possam surgir durante esta aula.

Este momento da sequência servirá como aferidor para informar quantos estudantes conseguirão atingir uma aprendizagem satisfatória sem que haja uma atividade prática que auxilie na apreensão de determinados conteúdos complexos que exigem abstração por parte deles.

Os registros colhidos deverão ser analisados e listados em uma tabela e nesta, serão classificados como positivos ou negativos em relação ao interesse pelo conteúdo, a partir do comportamento.

Deverá ser aplicado também um questionário contendo 10 questões sobre respiração celular aeróbica dividindo-o em etapas, de modo que este possa nos dar uma pontuação acerca do número de acertos.

O questionário pode conter três questões sobre glicólise, três sobre ciclo de Krebs e quatro a respeito de fosforilação oxidativa, podendo também ficar a critério do professor, a sua elaboração.

Se forem de fato 10 questões, atribua a nota 10 e após a correção de todos os questionários, construa um gráfico que possa demonstrar o número de acertos em cada etapa, como por exemplo, o número “x” de estudantes responderam em branco ou erraram todas as questões sobre glicólise, “y” estudante(s) acertou apenas uma, “n” estudante(s) acertaram duas e “z” estudantes acertaram as três. Isto se o professor optar pela organização do questionário proposto nesta sequência.

Momento 4

- **Organização da turma:** Os estudantes deverão, em suas equipes formadas no início do desenvolvimento dessa sequência, se organizar em círculos ou retângulos com suas bancas inserindo uma mesa, ou algo plano, entre os assentos para servir como apoio dos materiais que irão confeccionar podendo também usar, inclusive, o piso da sala de aula e para a aplicação do questionário, retorne a organização das bancas dos estudantes no modo em fileiras.
- **Duração:** 5 aulas de 50 minutos cada.

- **Observação quanto à duração:** Essa duração pode ser dividida em 2 aulas conjugadas destinadas à produção das animações, 2 aulas também conjugadas para as edições, podendo ocorrer no mesmo dia ou não, e 1 aula para a resolução do questionário que também pode ocorrer em um dia distinto das fases anteriores.
- **Apresentação:** Nesta etapa, os estudantes produzirão vídeos de animação em *stop motion*, através do qual, terão contato com o conteúdo, revisitando-o constantemente para que possam simular, através de figuras confeccionadas por eles, as estruturas participantes da respiração celular aeróbica.

Assim como a produção de fotografias também terá sua contribuição para que haja essa revisão e o estudante seja capaz de compreender, memorizar e expor dúvidas que não foram manifestadas antes.

Neste momento da sequência, o estudante estará em constante aperfeiçoamento da técnica por ter que investigar continuamente qual a imagem que deverá se adequar melhor ao texto-resumo da equipe, como deverão simbolizar as reações de modo que elas simulem estar em movimento segundo as leituras e buscar, a partir de pesquisas, esclarecimentos acerca de dúvidas surgidas durante esse trabalho.

- **Metodologia:** O professor deverá informar que os estudantes terão de, criativamente, montar as etapas da respiração celular aeróbica, causando discussão para que possam refletir o conteúdo fazendo pesquisas coerentes e criando sinergias em cada descoberta e estrutura confeccionada com os materiais disponibilizados de forma equiparada para todas as equipes.

Devem ser entregues caixas de massa de modelar, cartolinas, papéis cartão e folhas de emborrachado de cores variadas, canetas hidrográficas (conhecidas, popularmente, como hidrocor), lápis de cores diversas, cola branca tradicional, cola bastão, pistola para cola quente e tesoura. Eles poderão também fazer uso do celular, das fontes trazidas e do livro didático para consulta do conteúdo de forma a vontade.

Mencione em sua explicação, podendo até exemplificar com o próprio celular, que cada cena estruturalmente montada seja fotografada e, se houver a necessidade de movimentá-la, devem-se fazer várias fotos dos detalhes desse movimento de modo que, ao final, as imagens sejam unidas dando a impressão da mobilidade requerida.

É necessário que o professor saiba que se caso escolher que as edições sejam feitas num computador, as fotos podem ser tiradas em seu modo habitual, através dos celulares dos estudantes, porém se resolver escolher editá-las no celular, o próprio

aplicativo sugerido nesta sequência didática já fotografa de forma sequenciada formalizando o vídeo.

As fotos devem ser tiradas a partir de um celular que esteja preso por um tripé ou por algum suporte improvisado que possa dar estabilidade ao aparelho (Figura 12).

Conecte um fone de ouvido para que o botão de volume (+) do fone (como demonstrado na imagem do lado esquerdo da Figura 12) seja usado como dispositivo de captura de imagens (não são todos os fones que farão essa função, pois alguns possuem apenas um botão para ligar e desligar), com isso o estudante não terá que tocar na tela do celular fazendo-o mexer e obtendo fotos com pouca qualidade.

Figura 12 - Adaptações para fotografar (mesa, piso, tripé e fone de ouvido)



Fonte: A autora, 2019.

Um exemplo desse movimento, que devam criar, seria a entrada do ATP durante o processo de glicólise. Em uma cartolina, na mesa ou até mesmo no chão, estará a molécula de glicose no seu formato estrutural, isso dependendo do pensamento do estudante, lembre-se que ele irá investigar qual estrutura melhor se encaixa naquele dado processo, da maneira que pensam que são, a partir dos seus estudos e da criatividade.

A molécula de ATP confeccionada pelos estudantes deve estar em um local um pouco distante da molécula de glicose e deste modo ser fotografada, empurre-a mais um pouco para frente e fotografe mais uma vez repetindo esse processo até que o ATP chegue à glicose e, seguindo desta mesma forma, devem fazer com todas as etapas da respiração. Este procedimento não é demorado e nem cansativo por existir aplicativos específicos e que facilitam a produção da animação.

Para a criação do vídeo de animação pelo computador, depois que todas as fotos estiverem prontas no celular do estudante, o professor deve solicitar que eles confirmem que o computador possua o aplicativo *Windows movie maker*[®] especializado para a produção e edição de vídeos, geralmente ele já faz parte do pacote de programas, caso contrário, peça que algum profissional o instale.

Em seguida, oriente que descarreguem as fotos tiradas do celular no computador e criem uma pasta nomeando-a como, por exemplo, projeto *stop motion*. Peça que abram o aplicativo e cliquem no ícone “Adicionar vídeos e fotos” através do qual irá abrir o diretório de imagens do computador onde lá eles terão que selecionar a pasta projeto *stop motion*, clicar em abrir, selecionar as imagens e pressionar *enter*.

Depois das imagens importadas, clique em editar numa aba azul superior que aparecerá em negrito, “Duração: 7”, apague o 7 e coloque 0,30 ou outros valores, isto irá alterar o tempo de que cada foto deva permanecer em tela, considerando 7 muito lento para o objetivo em questão, que é a produção de um vídeo. Feito isto, automaticamente a sequência de fotos já pode ser vista no formato de vídeo apertando o botão de “play”, abaixo da primeira imagem selecionada, que fica em uma aba maior no canto direito.

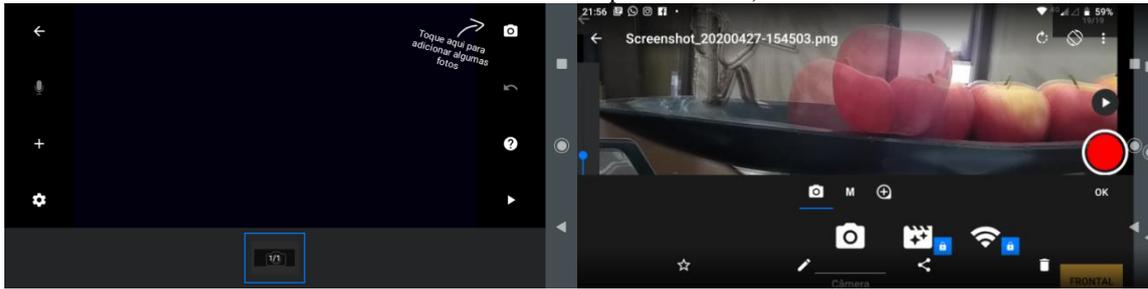
Os estudantes também poderão fazer edições básicas como gravar narração, adicionar uma música, remover a imagem, cortar, adicionar vídeo de webcam e etc, clicando no ícone “Início”.

Para a produção e edição de vídeos de *stop motion* em celular deve ser baixado o aplicativo *Stop Motion Studio*[®] disponível no *play store*[®] de aparelhos celulares. Com ele é possível fazer as fotos.

Determine que abram o aplicativo e cliquem em “Novo Filme” a partir do qual será aberta uma aba que no lado superior esquerdo terá o desenho de uma câmera que deverá ser acionada para tirar as fotografias.

Depois de prontas, no lado direito da tela, tem uma barra de rolamento em que os estudantes podem ajustar a opacidade (Figura 13) de modo que ela possibilita a visualização de como a estrutura estava antes de ser mexida e isto facilitará o próximo movimento, ou seja, elas ficam quase que sobrepostas e o estudante poderá obter movimentos muito mais precisos e próximos do real.

Figura 13 - Aplicativo *Stop motion studio* (exemplo de câmera e opacidade, respectivamente).



Fonte: A autora, 2019.

Quando os estudantes já tiverem tirado todas as fotografias do processo de respiração celular aeróbica, peça que selecionem uma seta no canto superior direito para que seja aberta uma aba mostrando todas as fotos tiradas em sequência (Figura 13).

A partir de uma tecla triangular de “Play” no canto inferior esquerdo será possível visualizar as fotos sendo reproduzidas já em formato de vídeo e sua edição poderá ser feita ainda nesta mesma aba.

No lado direito, possui abaixo da seta, três imagens, um microfone através do qual poderá ser gravada a voz do estudante explicando o processo, logo em seguida tem um sinal de mais (+) que, ao ser acionado, é aberta uma caixa com ícones para adicionar imagens, títulos e créditos, áudio e clipe de vídeo e por fim, o terceiro ícone que é uma engrenagem através da qual será apresentada uma barra abaixo do vídeo para mais edições como, por exemplo, a velocidade que as fotografias devem ser passadas, mexendo para isso, a barra de rolamento que fica na parte inferior e assim, é possível colocar no número correspondente à quantidade de fotos por segundo.

Outros ícones de edição também estarão disponíveis nesta engrenagem, porém para este trabalho, o que está sendo detalhado é o básico e necessário para uma produção de um vídeo simples pelos estudantes.

Ao tocarmos em uma das fotografias será aberta uma caixa de edição, em específico, da imagem clicada. Ela tem símbolos onde o estudante poderá “inserir câmera” caso queira incluir outra fotografia, estipular o tempo de “duração” daquela imagem na animação, adicionar “áudio” já disponibilizado pelo próprio aplicativo, cortar, espelhar, copiar e excluir, além de outros.

Depois da animação pronta, os estudantes precisarão clicar na seta do canto superior direito e observar que o vídeo estará automaticamente salvo como “Meu primeiro filme”.

Em seguida, deverão pressioná-lo para que, a partir daí, seja acionada uma aba azul acima e, no ícone de compartilhamento, seja enviado para o e-mail ou outro aplicativo disponibilizado pelo professor, como o *whatsapp*[®], através do qual ele possa visualizar e avaliar.

Após a produção dos vídeos de animação, aplique o questionário contendo 10 questões (a elaboração fica a critério do professor podendo ser menos ou mais questões) da mesma forma de elaboração utilizada ao que foi aplicado após a explanação da aula, porém com questões mais estruturadas visando não obter resultados tendenciosos.

Se forem de fato 10 questões, atribua a nota 10 e após a correção de todos os questionários construa um gráfico que possa demonstrar o número de acertos em cada etapa, como por exemplo, O número “x” de estudantes responderam em branco ou erraram todas as questões sobre glicólise, “y” estudante(s) acertou apenas uma, “n” estudante(s) acertaram duas e “z” estudantes acertaram as três. Isto se o professor optar pela organização do questionário proposto nesta sequência.

Nesta aula o professor terá uma taxa maior de indícios de aprendizagem e interesse do que na explanação da aula, mediante o contato pleno dos estudantes com o conteúdo que forçadamente leem e releem as fontes.

Este momento também irá promover que eles procurem o professor constantemente fazendo perguntas acerca de tudo que faça parte do contexto, investigando os detalhes do tema estudado, o que mostra a eficiência de uma prática para uma teoria. Este tipo de comportamento não é tão comum em aulas dadas apenas a partir da explanação do professor.

As anotações documentadas em um caderno acerca de dúvidas levantadas, comportamentos relacionados ao interesse ou desinteresse na prática, criatividade e o conhecimento a partir da propriedade na fala sobre as estruturas constituintes do processo servirão como dados para análise da eficiência da produção dos vídeos de animação frente à aprendizagem e deverão ser colocadas em uma tabela para poder evidenciar melhor os pontos relevantes mencionados anteriormente e a frequência com que eles ocorram.

Os dados adquiridos com o questionário também devem ser exibidos em um gráfico para uma melhor visualização e análise desses resultados.

Momento 5

- **Organização da turma:** Sentados em suas respectivas cadeiras, seja em fileiras ou em “U” de acordo com a organização de cada escola.
- **Duração:** 1 aula de 50 minutos cada uma.
- **Apresentação:** Neste momento os estudantes serão avaliados tanto pela visão deles em relação à aplicação desta sequência didática, quanto pelos vídeos de animação produzidos.
- **Metodologia:** A partir de um Datashow, um computador ou até mesmo pelo celular do professor, os estudantes deverão assistir a todos os vídeos prontos e comentar, por equipe, os pontos positivos e negativos em relação ao aprendizado do conteúdo e a experiência que vivenciaram.

Devem ser feitas anotações acerca dos argumentos ditos pelos estudantes durante todo o processo, desde a leitura das fontes até a produção das animações, assim como, devem ser registrados os equívocos encontrados nos vídeos para que estes, ao final, possam ser elucidados.

A interpretação dos vídeos, feitas pelos estudantes e pelo professor, poderá servir como medidor se esta prática é efetiva, de fato, para ampliar a aprendizagem.

Registros de argumentos dos estudantes referentes a tudo que foi vivenciado devem ser levados em consideração como dado valorativo desta sequência didática.

Assim também como os equívocos presentes nos vídeos servirão como pontos de aferição para saber exatamente em quais detalhes do conteúdo os estudantes estão tendo mais dificuldades.

5 SUGESTÕES

Seguem algumas recomendações, para serem aplicadas em situações diferentes visando a obtenção de um melhor acompanhamento e aproveitamento na produção de animações em *stop motion*.

5.1 Elevado número de estudantes:

Fazer parceria com outras pessoas como professores da área, coordenadores ou outro pesquisador que possa se fazer presente durante alguns momentos que seja necessário o professor-pesquisador atuar (explanação da aula e da técnica de como fazer a produção dos vídeos). Isso facilitaria a anotação de registros decorrentes das observações feitas acerca dos fatores determinantes de dados relevantes em turmas numerosas.

5.2 Tempo reduzido:

A respeito do tempo oportunizado para o desenvolvimento desta técnica e que seria destinado a conteúdos correspondente ao planejamento anual, seria significativo que pudessem, em conformidade com a gestão e coordenação da escola, colocar estas pesquisas em horários destinados a, por exemplo, eletivas ou no caso de escolas que não tenham tempo integral, utilizar os projetos de complementação de carga horária assim, as metodologias e resultados podem ser feitos de forma minuciosa, obtendo-se um maior número de dados para os resultados.

5.3 A disponibilidade de computadores ou de *internet*:

Sabendo que a maioria dos estudantes possui o aparelho telefônico e dispõe de internet em suas residências, a solução a partir daí seria permitir que os mesmos fizessem as edições fora da sala de aula.

Existem aplicativos para celular que satisfazem as necessidades de produção de vídeos de animação e talvez, se no momento da edição, o grupo em determinado horário combinado com o professor-pesquisador, a partir de outro aparelho, pudesse fazer uma videoconferência por aplicativos como o *zoom*[®] e o *teamlink*[®] de modo que os estudantes possam expor a experiência e permitir que as observações sejam anotadas.

Outra sugestão para isto seria a gravação de vídeo como uma espécie de *making of* que pode ser traduzido como “fazer fora” e, trazendo para a nossa perspectiva, seria “fazer fora” do horário de sala de aula apenas a edição do *stop motion* por ter a limitação de computadores ou de internet em algumas escolas que pretendam aderir a esta técnica.

6 CONCLUSÃO

A aplicação desta técnica demonstra que temos alternativas efetivas para estimularmos a construção da aprendizagem, dependendo apenas da disposição e dedicação do professor em incentivar os seus estudantes para este trabalho e com isso conquistar níveis de resultados satisfatórios.

Espera-se que esta sequência possa ter auxiliado no processo de ensino aprendizagem a partir de método hipotético-dedutivo com a perspectiva do desenvolvimento da capacidade de produção intelectual autônoma por parte dos estudantes.

7 AGRADECIMENTO

A autora deste produto agradece o aporte financeiro na forma de bolsa concedido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil – código de financiamento 001.

APÊNDICE B – MODELO DE QUESTIONÁRIO 1



EREM – Dom Acácio Rodrigues Alves

Aluno(a): _____

Série: 3º ano A Mestranda: Ana Jackeline de França Santos

Teste de Sondagem - 1

- | | |
|---|--|
| <p>1. Quais os locais em que acontece cada fenômeno: glicólise, ciclo de Krebs e fosforilação oxidativa?</p> <p>_____</p> | <p>8. Especifique a diferença entre GTP e ATP e a função das mesmas:</p> <p>_____</p> |
| <p>2. Qual a substância resultante do processo de glicólise?</p> <p>_____</p> | <p>9. Em que local da célula acontece o ciclo do Krebs?</p> <p>_____</p> |
| <p>3. Por que ao final do processo de glicose consideramos um saldo energético de duas moléculas de ATP?</p> <p>_____</p> | <p>10. Em qual dos três processos ocorre a formação de CO₂ (Gás Carbônico)?</p> <p>_____</p> |
| <p>4. Explique o real motivo do processo de glicólise ser classificado como anaeróbico?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> | <p>11. Em que local da célula acontece a fosforilação oxidativa?</p> <p>_____</p> |
| <p>5. Qual a função da CoA (coenzima A)?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> | <p>12. Para que serve a cadeia transportadora de elétrons e a diferença na concentração de prótons?</p> <p>_____</p> |
| <p>6. O ciclo de Krebs também recebe outro nome, diga qual e por quê?</p> <p>_____</p> | <p>13. Quais as proteínas participantes do processo de fosforilação oxidativa?</p> <p>_____</p> |
| <p>7. Quais as funções das moléculas de NAD⁺ e FADH?</p> <p>_____</p> | <p>14. Explique a formação do ATP pelo processo da cadeia respiratória:</p> <p>_____</p> |

APÊNDICE C – MODELO DE QUESTIONÁRIO 2



EREM – Dom Acácio Rodrigues Alves

Aluno(a): _____

Série: 3º ano A Mestranda: Ana Jackeline de França Santos

Teste de Sondagem - 2

- | | |
|---|--|
| <p>1. Em qual dos processos estudados ocorre a formação de ácido pirúvico?</p> <p>_____</p> | <p>11. Quantos hidrogênios e elétrons são apreendidos pelas moléculas transportadoras?</p> <p>_____</p> |
| <p>2. Por que dizemos que existe a fase de pagamento no processo de glicólise?</p> <p>_____</p> | <p>12. O ácido oxalacético reage com a acetil-CoA formando ácido cítrico. O que ocorre com este ácido no final do processo?</p> <p>_____</p> |
| <p>3. Qual das etapas de respiração celular aeróbica ocorre a utilização do O₂?</p> <p>_____</p> | <p>13. Explique como funciona a ATP-sintase:</p> <p>_____</p> |
| <p>4. Qual o objetivo das moléculas de NADH e FADH₂?</p> <p>_____</p> | <p>14. Qual a função do oxigênio durante a fosforilação oxidativa?</p> <p>_____</p> |
| <p>5. Em que processo ocorre a oxidação de piruvato em CO₂?</p> <p>_____</p> | |
| <p>6. Qual o resultado da junção da Acetil-CoA com o ácido oxalacético?</p> <p>_____</p> | |
| <p>7. Sabemos que o resultado da respiração também é a produção de CO₂, em quais dos processos o mesmo é produzido?</p> <p>_____</p> | |
| <p>8. Qual o solde ATP's no final dos 2 primeiros processos?</p> <p>_____</p> | |
| <p>9. O que você entende por fosforilação oxidativa?</p> <p>_____</p> | |
| <p>10. Por que a cadeia transportadora de elétrons só acontece na crista mitocondrial?</p> <p>_____</p> | |

ANEXO –A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UFPE - CENTRO ACADÊMICO
DE VITÓRIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PERNAMBUCO - CAV/UFPE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O USO DO STOP MOTION NO ENSINO DE BIOQUÍMICA PARA O NÍVEL MÉDIO.

Pesquisador: Ana Jackeline de França Santos

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 21956719.9.0000.9430

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.716.276

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia da UFPE/CAV, tendo como orientador o Prof.º Drº Emerson Peter da Silva Falcão e Ana Jackeline de França Santos como mestranda. O referido projeto é intitulado como: O uso do stop motion no ensino de bioquímica para o nível médio.

Sobre a metodologia:

1º MOMENTO (2 aulas): Os estudantes serão divididos em 6 equipes de 6 integrantes cada, tendo cada grupo que estudar sobre Respiração Celular Aeróbica e para isso foi sugerido que levassem no mínimo 2 livros didáticos que tivessem o conteúdo sugerido e duas pesquisas impressas retiradas da internet. Após a análise das fontes eles têm que elaborar um texto, o mais completo possível, sobre todo o processo bioquímico requerido.

2º MOMENTO (1 aula): Com a utilização de mídias, como data-show, o professor pesquisador fará a explanação do conteúdo.

3º MOMENTO (2 aulas): Os alunos receberão um teste sem aviso prévio e sem consulta para que possamos medir o nível do aprendizado adquirido decorrente desses dois primeiros momentos.

4º MOMENTO (4 aulas): Produção de Stop Motion pelos estudantes a partir de fontes analisadas no 1º momento e materiais como massa de modelar, papéis, canetas coloridas, tripe

Endereço: Rua Dr. João Moura, 92 Bela Vista

Bairro: Matriz

CEP: 55.612-440

UF: PE

Município: VITORIA DE SANTO ANTAO

Telefone: (81)3114-4152

E-mail: comitedeeticacav@gmail.com

ANEXO – B – PARECER DE APROVAÇÃO

Parecer Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) – PROFBIO UFPE

IES: Universidade Federal de Pernambuco (CAV/UFPE)

Mestrando(a): ANA JACKELINE DE FRANÇA SANTOS

Orientador(a): Prof. Dr. Emerson Peter da Silva Falcão

Título do TCM: O USO DO STOP MOTION NO ENSINO DE BIOQUÍMICA PARA O NÍVEL MÉDIO.

Macroprojeto: **(Preenchimento da Coordenação Local)**

1. Adequação do título com a construção do TCM (Produto e pesquisa).

() Totalmente () Parcialmente () Não adequado.

Comentários: _____

2. Embasamento teórico (bibliografia/ revisão da literatura pertinente “atualizada, em qualidade e quantidade compatível para um trabalho de mestrado) e justificativa.

() Pertinentes () Parcialmente () Não adequados.

Comentários: _____

3. Respondeu a hipótese e/ ou a questão norteadora no processo de construção do produto ?

() Totalmente () Parcialmente () Não respondeu.

Comentários: _____

4. Executou com coerência e pertinência os objetivos propostos para o TCM ?

() Totalmente () Parcialmente () Não executou.

Comentários: _____

5. O cronograma está sendo cumprido de forma pertinente, em condições de concluir o TCM no prazo limite (julho de 2020 – **Dat até o momento ainda a Oficial**) ? (Considere o cronograma complementar para os TCM em fase de conclusão, com possibilidade de adiamento oficial pela Coordenação Nacional por conta do COVID-19).

() Pertinente () Parcialmente () Não Pertinente.

Comentários: _____

6. Pertinência e clareza nos procedimentos metodológicos (percursos e instrumentos avaliativos) utilizados para a construção dos resultados e validação do Produto.

() Pertinente () Parcialmente () Não Pertinente

Comentários: _____

7. Qualidade na escrita do TCM (Considerar estrutura linguística).

() Pertinente () Parcialmente () Não Pertinente

Comentários: Revivisar a ABNT e as questões linguísticas.

8. Os resultados e discussão apresentam embasamento científico para a construção das Considerações Finais e/ ou Conclusão ?
 Totalmente Parcialmente Não Coerente

Comentários: _____

9. Os resultados expressam a pertinência do produto construído no TCM ?
 Totalmente Parcialmente Não Coerente

Comentários: _____

10. O TCM apresenta em seus apêndices um Produto claro e definido, aplicável à Educação Básica e ao Ensino de Biologia ?
 Totalmente Parcialmente Não Apresenta

Comentários: _____

11. O produto construído no TCM foi aplicado, testado e avaliado pelo pesquisador ?
 Obs.: De acordo com os documentos e orientações do PROFBIO Nacional, o produto pode não ser aplicado/ validado (a orientação da validação do produto é uma demanda do nosso colegiado). Assim, considere esta etapa como algo a mais que não desqualifica a pesquisa e nem a construção do produto do TCM.

Totalmente Aplicado Parcialmente Aplicado Não Aplicado

Comentários: _____

12. O produto tem potencial para ser replicável e aplicável por outros professores de Biologia, tomando como referência as escolas públicas ?
 Totalmente Parcialmente Não Apresenta

Comentários: _____

- 13 Há indicativo na metodologia do trabalho de aprovação pelo comitê de ética com comprovante em anexo

Sim Não

Observações complementares e comentários gerais:

Comentários: O trabalho apresenta pertinência à educação e ao ensino de biologia. Atente aos critérios propostos pelo programa apresentando um produto no TCM. Todavia, a pesquisa necessita de revisão linguística e na apresentação do texto no que consiste as regras da ABNT.

PARECER FINAL.

Aprovado Aprovado com restrições Exige atenção e acompanhamento

Vitória de Santo Antão, 06 de maio de 2020
 Ernani Nunes Ribeiro
 SIAPE 2147781