

Nelber Roberto Sena

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
CONSTRUTIVISTAS NO ENSINO DE BIOLOGIA**

Passo Fundo

2023

Nelber Roberto Sena

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
CONSTRUTIVISTAS NO ENSINO DE BIOLOGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Passo Fundo, dentro do Projeto de Cooperação entre Instituições (PCI) entre a Universidade de Passo Fundo e a Faculdade Católica de Rondônia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação do professor Prof. Dr. Luiz Marcelo Darroz.

Passo Fundo

2023

CIP – Catalogação na Publicação

S474a Sena, Nelber Roberto
Atividades experimentais construtivistas no ensino de biologia
[recurso eletrônico] / Nelber Roberto Sena.
– 2023.
1.2 MB ; PDF.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Marcelo Darroz. Dissertação (Mestrado
em Ensino de Ciências e
Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2023.

1. Biologia (Ensino médio) - Estudo e ensino.
2. Construtivismo (educação). 3. Aprendizagem significativa. I.
Darroz, Luiz Marcelo, orientador.
II. Título.

CDU: 372.857

Catalogação: Bibliotecária Juliana Langaro Silveira - CRB 10/2427

Nelber Roberto Sena

Atividades experimentais construtivistas no ensino de Biologia

A banca examinadora abaixo, APROVA em 14 de dezembro de 2023, a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Práticas educativas em ensino de Ciências e Matemática.

Dr. Luiz Marcelo Darroz - Orientador
Universidade de Passo Fundo - UPF

Dr. Patrick Alves Vizzotto
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA

Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa
Universidade de Passo Fundo - UPF

RESUMO

O presente texto se refere à dissertação de mestrado, alocado à linha de pesquisa Práticas Educativa em Ensino de Ciências e Matemática e explora a experimentação e suas expectativas. O estudo parte da necessidade de propor um modelo de atividades experimentais para o ensino de Biologia na Educação Básica, partindo de uma concepção construtivista. A urgência pela referida por este estudo, aponta que, geralmente, a atividade experimental ensinada nas escolas segue o modelo presente nos anos de 1960-1970; no entanto, o atual momento exige propostas de ensino que primem a construção do conhecimento e não apenas pela realização de um conjunto de procedimentos. Aspectos esses, que direcionam ao questionamento central da pesquisa assim expresso: De que forma as atividades experimentais construtivistas podem auxiliar no processo ensino-aprendizagem de Biologia? Buscando respondê-la, o presente estudo tem como objetivo geral desenvolver e aplicar um conjunto de atividades experimentais estruturadas a partir das concepções construtivistas para o ensino de Biologia, sendo organizada em seis encontros e aplicada em uma escola pública na capital do estado de Rondônia no ano de 2023. Para alcance desse propósito o conjunto de atividades experimentais foi estruturada com base no proposto por Rosa (2011) e cujos fundamentos estão pautados na concepção construtivista. Além desse embasamento, o conjunto de atividades experimentais está norteado pela utilização de diferentes estratégias de ensino, tendo como suporte as orientações da BNCC. Metodologicamente, a pesquisa proposta neste estudo se caracteriza como de abordagem qualitativa e pesquisa participante. Como instrumento para coleta de dados, utilizou-se os seguintes materiais: diário de registro produzido pelo professor-pesquisador, e materiais produzidos pelos estudantes, como relatório e questionário. A análise dos dados produzidos se limita aos episódios de ensino, investigando em cada um deles evidências de indícios de aprendizagem. Os resultados indicam que as atividades experimentais construtivistas são importantes para o estudante construir seu conhecimento científico, formular hipóteses na tentativa de solucionar problemas, valorizar a cooperação e o trabalho em equipe. O Produto Educacional associado a essa dissertação refere-se a um texto de apoio ao professor de Biologia da primeira série do Ensino Médio envolvendo um Conjunto de Atividades Experimentais de concepção construtivista. O referido Produto Educacional está disponível para acesso livre no Portal EduCapes <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/741427>, assim como na página do programa www.upf.br/ppgecm e na página dos produtos educacionais do PPGECM www.upf.br/produtoseducacionais.

Palavras-chave: Atividades experimentais. Construtivismo. Biologia.

ABSTRACT

This text refers to the master's thesis, allocated to the line of research Educational Practices in Science and Mathematics Teaching and explores experimentation and its expectations. The study starts from the need to propose a model of experimental activities for teaching Biology in Basic Education, based on a constructivist conception. The urgency referred to in this study points out that, generally, the experimental activity taught in schools follows the model present in the years 1960-1970; however, the current moment requires teaching proposals that focus on the construction of knowledge and not just by carrying out a set of procedures. These aspects lead to the central research question expressed as follows: How can constructivist experimental activities help in the teaching-learning process of Biology? Seeking to answer it, the present study has the general objective of developing and applying a set of experimental activities structured based on constructivist concepts for the teaching of Biology, being organized in six meetings and applied in a public school in the capital of the state of Rondônia in year 2023. To achieve this purpose, the set of experimental activities was structured based on what was proposed by Rosa (2011) and whose foundations are based on the constructivist conception. In addition to this basis, the set of experimental activities is guided by the use of different teaching strategies, supported by BNCC guidelines. Methodologically, the research proposed in this study is characterized as a qualitative approach and participatory research. As an instrument for data collection, the following materials were used: diary from register produced by the teacher-researcher, and materials produced by students, such as reports and questionnaires. The analysis of the data produced is limited to the teaching episodes, investigating evidence of signs of learning in each one. The results indicate that constructivist experimental activities are important for students to build their scientific knowledge, formulate hypotheses in an attempt to solve problems, and value cooperation and teamwork. The Educational Product associated with this dissertation refers to a text to support Biology teachers in the first year of high school involving a Set of Experimental Activities with a constructivist conception. The aforementioned Educational Product is available for free access on the EduCapes Portal <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/741427>, as well as on the program page www.upf.br/ppgecm and on the PPGECM educational products page www.upf.br/produtoseducacionais.

Keywords: Experimental activities. Constructivism. Biology.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estudos relacionados	35
Quadro 2 - Descrição dos encontros realizados para aplicação das atividades experimentais	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Instrumentos de coleta de dados	47
Figura 2 - Apresentação da proposta de trabalho aos alunos	62
Figura 3 - “Amostra epidérmica da cebola”	64
Figura 4 - Resposta da questão aplicada sobre a atividade experimental.....	67
Figura 5 - “Densidade das latas de refrigerantes”	70
Figura 6 - “Produção de espuma em refrigerante”	73
Figura 7 - Resposta da questão aplicada sobre a atividade experimental.....	73
Figura 8 - “Ação da enzima catalase”	76
Figura 9 - Resposta da questão aplicada sobre a atividade experimental.....	80
Figura 10 - “Jogo lúdico do DNA”.....	83
Figura 11 - “Extração do DNA da banana”	83
Figura 12 - Resposta da questão aplicada sobre a atividade experimental.....	86
Figura 13 - “Detecção de amido nos alimentos”	89
Figura 14 - Resposta da questão aplicada sobre a atividade experimental.....	92
Figura 15 - Capa do PE Atividades experimentais construtivistas no ensino de Biologia.....	94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEU/AM	Casa do Estudante Universitário do Amazonas
EEEMTI	Escola Estadual de Ensino Médio em Tempo Integral
FCR	Faculdade Católica de Rondônia
PCI	Projeto de Cooperação entre Instituições
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino médio
PPGECM	Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
RCRO	Referencial Curricular para o Ensino Médio do Estado de Rondônia
SEDUC	Secretaria de Educação do Estado
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UPF	Universidade de Passo Fundo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	CONTEXTUALIZANDO O ENSINO E AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA.....	16
2.1	Reflexão sobre o ensino de Biologia	16
2.2	Experimentação no Ensino de Biologia	20
2.3	Laboratório didático no ensino de Biologia	23
2.4	Atividades experimentais construtivistas	25
2.4.1	<i>Modelo Rosa: Conjunto de Atividades Experimentais Construtivistas.....</i>	<i>27</i>
2.4.1.1	Pré-experimental	28
2.4.1.2	Experimental	30
2.4.1.3	Pós-experimental	32
3	ESTUDOS RELACIONADOS.....	35
4	A PESQUISA	42
4.1	Aspectos metodológicos.....	42
4.2	Instrumentos	46
4.3	Procedimentos de análise	47
5	A PROPOSTA E O PRODUTO EDUCACIONAL	49
5.1	Discussões iniciais do Produto Educacional.....	49
5.2	Propostas de atividades experimentais construtivistas.....	50
5.2.1	<i>Microscopia da célula da cebola</i>	<i>51</i>
5.2.2	<i>Densidade da glicose em refrigerante.....</i>	<i>52</i>
5.2.3	<i>A ação da enzima catalase</i>	<i>54</i>
5.2.4	<i>Extração do DNA da banana</i>	<i>55</i>
5.2.5	<i>Detecção do amido nos alimentos.....</i>	<i>57</i>
5.3	A implementação	58
5.3.1	<i>O local.....</i>	<i>58</i>
5.3.2	<i>Os participantes</i>	<i>59</i>
5.3.3	<i>O cronograma</i>	<i>60</i>
5.4	Descrição das atividades	61
5.4.1	<i>Primeira atividade: apresentação da proposta de trabalho aos estudantes</i>	<i>61</i>
5.4.2	<i>Segunda Atividade: microscopia da célula da cebola</i>	<i>62</i>
5.4.2.1	<i>Reflexões da segunda atividade</i>	<i>67</i>

5.4.3	<i>Terceira atividade: densidade da glicose em refrigerantes</i>	69
5.4.3.1	Reflexões da terceira atividade.....	74
5.4.4	<i>Quarta atividade: a ação da enzima catalase</i>	75
5.4.4.1	Reflexões da quarta atividade.....	80
5.4.5	<i>Quinta atividade: extração do DNA da banana</i>	81
5.4.5.1	Reflexões referentes à quinta atividade.....	87
5.4.6	<i>Sexta Atividade: detecção do amido no alimento</i>	88
5.4.6.1	Reflexões referentes à sexta atividade.....	92
5.5	O Produto Educacional	93
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
	REFERÊNCIAS	99
	APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	107
	APÊNDICE B - Autorização da Escola	108

1 INTRODUÇÃO

A Biologia é uma ciência que se destina a estudar as diferentes formas de vida, em seus mais variados aspectos; preocupa-se em compreender e aprofundar as explicações atualizadas de processos e de conceitos biológicos, a importância da ciência e da tecnologia na vida moderna (KRASILCHIK, 2008). Nessa perspectiva, o estudo da Biologia pode contribuir significativamente com o desenvolvimento da indústria, da saúde, do meio ambiente e da população humana. Dessa forma, a disciplina de Biologia tem como finalidade levar o estudante a conhecer e entender os fenômenos naturais, a compreender sua importância na qualidade de vida do homem e desenvolver a capacidade de pensar lógica e criticamente (LEITE et al., 2017).

O ensino de Biologia está inserido nos currículos escolares de forma a desenvolver também o pensamento crítico dos estudantes; desse modo, há necessidade de formação e atualização dos profissionais, a fim de oportunizar a qualidade de ensino na escola. Nesse sentido, há várias razões pelos os quais os professores de Biologia precisam de formação e atualização contínua, como adquirir novos conhecimentos científicos, novas tecnologias, mudanças no currículo e nas diretrizes educacionais, diversidade dos estudantes e desenvolvimento profissional. Nesse sentido, a atualização garante que esses profissionais estejam equipados com o conhecimento e as habilidades necessárias para oferecer uma educação de qualidade e acompanhar as mudanças na área de Biologia. Por sua vez, as atividades experimentais são alternativas viáveis e eficazes para a atualização dos professores e proporcionar aos estudantes uma atividade experimental e concreta de aprendizagem. De acordo com Leite et al. (2017) o ensino de Biologia, como previsto nos currículos escolares tem a finalidade de desenvolver no estudante a capacidade de pensar coerente e criticamente. Segundo Paulino (2000, apud SOUZA; NUNES, 2023, p. 1), o objetivo do estudo da Biologia “é contribuir no desenvolvimento de um pensamento crítico em relação ao respeito da vida e uma integração entre os elementos que compõem a biosfera”. Nessa esteira, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) recomenda que o ensino de Biologia se comprometa na formação dos jovens e que torne possível o enfrentamento de novos desafios, na direção da educação integral e da formação cidadã (BRASIL, 2017).

Por meio do Decreto Lei nº 13.415/17, foi criado o Referencial Curricular para o Ensino Médio do Estado de Rondônia (RCRO), atendendo à BNCC e às Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM). O RCRO, portanto, é um documento que norteia a educação em Rondônia, no sentido de desenvolver melhorias no ensino e contribuir na aprendizagem dos estudantes. Nesse contexto, faz-se necessário que o ensino de Biologia seja

desenvolvido cuidadosamente e planejado com base nas competências e habilidades que os estudantes precisam desenvolver, enquanto protagonistas. Nesse sentido, a disciplina deve ser capaz de envolver o processo coletivo, de forma a contemplar a sociedade e não o individualismo; ser capaz de provocar a conexão entre ciência e tecnologia, de forma a corroborar no processo de conhecimento científico (RCRO, 2021).

Dado o exposto, peço licença ao leitor para evidenciar os motivos pessoais que me levaram à escolha da profissão docente e a trajetória percorrida até o curso do mestrado¹. O gosto pela disciplina de Biologia me acompanha desde os anos iniciais, motivado pelo simples prazer de compreender a origem do universo, dos seres vivos e das reações químicas que ocorrem no interior das células. Essa inquietação é que nos faz investigar respostas para um determinado fenômeno observado, procurar descrevê-lo e apontar os fatores que podem influenciar essa observação. Dessa forma, propomos a(s) hipótese(s), com o objetivo de explicar o fenômeno. Esse encantamento me motivou a buscar cada vez mais conhecimento a respeito da pesquisa e me direcionou à escolha do curso de graduação em Ciências Biológicas, bem como a pleitear o curso de mestrado, no intuito de adquirir novos conhecimentos e aprofundamentos dos estudos na área pretendida.

Durante meu período escolar, no antigo segundo grau, as aulas das disciplinas de Biologia, Química e Física eram exclusivamente teóricas, seguindo o modelo tradicional de ensino, de forma que apenas ocorria a transmissão de conteúdo. Segundo Pinho-Alves (2000, p. 66) o “laboratório tradicional tem como principais características uma organização e estrutura rígida; supervisão do professor; reduzida liberdade de ação do estudante sobre o experimento e ênfase no relatório”. Em raros momentos ocorriam aulas de atividades experimentais; em suas falas, os professores alegavam vários motivos, dentre eles a falta de material químico ou biológico. Outro ponto questionado era a ausência do espaço físico da sala de laboratório. Porém, esse obstáculo foi superado no período da minha graduação, pois a aprendizagem se tornou mais consistente, com uso de atividades experimentais desenvolvidas nos laboratórios e salas de aula de citologia, Ecologia, Botânica, Zoologia e Genética.

Minha caminhada acadêmica teve início com a aprovação no curso de Ciências Biológicas, na Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Durante esse período acadêmico, fui selecionado para morar na Casa do Estudante Universitário do Amazonas (CEU/AM); no segundo semestre de 1997, concluí o curso. Esse período foi muito relevante para meu aprendizado, tanto para a vida pessoal como profissional. Ainda nesse período, como professor

¹ Por se tratar de narrativa de cunho pessoal, nesta parte utilizo a primeira pessoa do singular; ao longo do texto, utilizamos a primeira pessoa do plural.

emergencial, passei a ministrar as primeiras aulas, nas disciplinas de Biologia e Química, em escolas privadas e públicas.

No ano de 2000, retornei ao estado de Rondônia, por motivos familiares; no ano seguinte, participei do concurso para a Secretaria de Educação do Estado (SEDUC), tendo sido aprovado e efetivado como docente. Então, fui lotado no município de Guajará-Mirim, localizado a alguns quilômetros distantes da capital, para ministrar aulas nas disciplinas de Biologia e Ciências. Como educador, o ensino me exigiu mais conhecimento, envolvimento e comprometimento com o estudante. Nesse seguimento, passei a cursar uma especialização na área de Docência em Educação Ambiental, que muito contribui para o conhecimento e aplicação de novas metodologias, práticas, recursos didáticos e pedagógicos.

Ao ministrar as aulas de Biologia nas escolas públicas do estado de Rondônia, inicialmente, percebi que pouco havia mudado no que refere às atividades experimentais das disciplinas de Ciências da Natureza, isto é, ainda era pouco o material de laboratório, o que provocava o desestímulo dos professores para elaborar atividades mais dinâmicas. Porém, alguns buscavam alternativas que viabilizassem suas atividades, como materiais recicláveis. Atualmente, as escolas apresentam salas ou laboratório móvel de ciências, com material químico, físico, biológico e matemático, permitindo que os professores possam realizar um trabalho mais compactado junto ao estudante, de forma a orientá-los nas aulas experimentais de Biologia. No entanto, minhas inquietações continuaram em relação à aplicação das atividades experimentais: era necessário desenvolver um meio que fizesse com que o estudante passasse a discorrer sobre tais atividades e não apenas continuar a seguir o modelo tradicional de aplicação; era necessário que o estudante saísse da passividade, tornando-se ativo na experimentação.

No ano de 2021, foram abertas as inscrições para o mestrado, oferecido pela Universidade de Passo Fundo (UPF) em parceria com a Faculdade Católica de Rondônia (FCR), destinado à formação de professores da Educação Básica e Ensino Superior do Estado de Rondônia, nas áreas pedagógicas de Ciências, Biologia, Matemática, Física e Química. Decidi participar. Após a inscrição, todas as etapas foram seguidas conforme o processo de seleção e, como resultado final, obtive a aprovação.

Minha expectativa, no início das aulas, era aprender novas propostas pedagógicas, com a obtenção de conhecimento mais aprofundado no campo da educação, proporcionando o fortalecimento do meu aprendizado na área de atuação profissional. Ao término das disciplinas que fazem parte do currículo da UPF, meus estudos se intensificaram, realizando leitura de

alguns referenciais bibliográficos, com objetivo de auxiliar o embasamento de minha pesquisa, contribuir na estruturação do trabalho e na definição do tema a ser desenvolvido na dissertação.

As inquietações enquanto professor me direcionaram à escolha do tema da dissertação, com base no contexto do uso da atividade experimental em Biologia, com vistas ao ensino-aprendizado do estudante, de forma a promover o estímulo, a curiosidade e o interesse pela experimentação. Desse modo, a proposta que defendo possibilita uma nova visão de aplicação da atividade experimental, com o uso do construtivismo, de maneira que o estudante seja responsável por construir seus conhecimentos.

Pinho-Alves (2000) explica que a concepção construtivista proporciona a participação ativa do estudante no desenvolvimento da atividade experimental, acompanhada de proposta desenvolvida em forma de desafio; isso o estimulará a buscar resposta(s) correta(s), contribuindo na formulação de hipótese teórica para resolução de um problema científico. No entanto, alguns professores seguem o modelo tradicional de aplicação, com o propósito de mostrar ao estudante um conjunto de procedimentos. Portanto, para ocorrer a concretização da proposta aqui apresentada, será necessário rever a metodologia a ser aplicada e, aos poucos, substituir aquela(s) utilizada(s) pelos professores. Nessa visão, a proposta parte do ponto de vista de que o estudante de Biologia precisa perceber a importância da atividade experimental na estruturação do seu conhecimento. Assim, é fundamental o aprofundamento, a aplicação e a participação ativa do estudante.

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública, localizada em uma região periférica do município de Porto Velho-RO, com a participação de um grupo de estudantes da primeira série do Ensino Médio, de modo que a atividade experimental se configurasse como estratégia no ensino de Biologia, com vistas a facilitar a compreensão dos conceitos e desenvolver o interesse e a habilidade do estudante. Nesse sentido, o uso desse recurso metodológico na escola teve como finalidade estimular o estudante a pensar, pesquisar e relacionar o conteúdo teórico com a atividade experimental, de maneira a influenciar seu aprendizado.

Preocupada com a aplicação do conjunto de atividade experimental, Rosa (2011) propõe uma estruturação didático-pedagógica, objetivando contribuir na construção do aprendizado do estudante. O conjunto de atividades experimentais construtivistas é estruturado em três momentos: etapa pré-experimental, experimental e pós-experimental. A etapa pré-experimental é definida como o momento de formular as perguntas a respeito do assunto a ser debatido com o estudante, submetê-lo a uma situação-problema e apresentar a parte histórica do tema. Em seguida, a etapa intermediária, que corresponde à experimental, envolve o desenvolvimento e

a execução do experimento. A última etapa corresponde ao pós-experimental, caracterizando o fechamento da atividade e a discussão dos resultados obtidos.

A partir desse contexto, no desenvolvimento desta pesquisa, buscou-se responder à seguinte questão norteadora: De que forma as atividades experimentais construtivistas podem auxiliar no processo ensino-aprendizagem de Biologia?

Ribeiro (2020) define o termo ‘ensino-aprendizagem’ como um processo pedagógico, contínuo e recíproco, levando o indivíduo a adquirir, entender e colocar em prática aquilo que é ensinado. Nesse sentido, o objetivo geral deste estudo consiste em desenvolver e aplicar um conjunto de atividades experimentais estruturadas a partir das concepções construtivistas para o ensino de Biologia. De forma mais específica, pretendemos:

- elaborar e implementar um conjunto de atividades experimentais construtivistas no ensino de Biologia.
- promover a experimentação no ensino de Biologia.
- desenvolver um produto educacional que possa auxiliar o professor, de forma a incentivar a aprendizagem e estimular a participação do aluno nas atividades experimentais.

Para Creswell (2014), a pesquisa desenvolvida segue a abordagem qualitativa, caracterizada como a pesquisa narrativa, fenomenologia, teoria fundamentada, etnografia e os estudos de casos, buscando estudar aspectos relacionados aos fenômenos sociais e comportamentais humano. Flick (2009, p. 9), afirma que a pesquisa qualitativa parte da ideia de que “os métodos e a teoria devem ser adequados àquilo que se estuda. Se os meios existentes não se juntam a uma determinada questão ou a um campo concreto, eles serão adaptados ou novos meios e novas abordagens serão desenvolvidos”. Nesse sentido, não aborda temas que são quantificados e sim com universo de significados no campo da pesquisa, incluindo os estudos da Educação e Ciências. Para que haja estudo qualitativo, o pesquisador deve estar comprometido em estudar um determinado problema, ter tempo para coleta, análise de dados, escrever e participar de uma linha de pesquisa (CRESWELL, 2014).

A outra abordagem utilizada é a pesquisa participante, envolvendo a interação pesquisador/comunidade a ser analisada (GIL, 2002). Sendo selecionado alguns instrumentos que possibilitam a análise e que podem gerar dados para possíveis discussões, dentre os quais está o diário de registro, confeccionado pelo professor-pesquisador, com função de registrar informações pertinentes à pesquisa e reflexões a respeito da atividade experimental desenvolvida. Outro instrumento importante como fonte de dados a respeito da pesquisa

qualitativa é o uso dos materiais produzidos pelos estudantes durante a realização das atividades experimentais.

Para tal, a organização desse texto está estruturado em capítulos. O primeiro corresponde esta introdução. Na sequência, no capítulo dois abordamos o ensino de Biologia no contexto reflexivo ao longo dos anos, de forma a compreender as características e motivos do uso da Biologia como fonte inspiradora para elucidar perguntas e dúvidas; discorreremos, ainda, sobre a importância do uso da experimentação, do laboratório didático, das atividades experimentais construtivistas, do Modelo Rosa: conjunto de atividades experimentais construtivistas e a estrutura pré e pós-experimental no ensino de Biologia. No capítulo três tratamos acerca dos estudos relacionados, com a finalidade de analisar a forma pela qual que o tema está sendo abordado no mundo acadêmico. Após, no quarto capítulo apresentamos a metodologia da pesquisa, bem como os instrumentos de coleta e os procedimentos de análise de dados. O quinto capítulo é destinado para descrever a implantação da proposta, baseada no conjunto de atividades experimentais construtivista, sua realização e a forma desenvolvida nas atividades realizadas pelos estudantes; apresentamos, também, os resultados obtidos na investigação e o produto educacional originado. Por fim, no último capítulo tecemos as considerações finais acerca do trabalho.

2 CONTEXTUALIZANDO O ENSINO E AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA

O presente capítulo apresenta discussões sobre o ensino de Biologia e as atividades experimentais, contextualizando as diferentes conjunturas do ensino dessa disciplina no país, considerando-se a importância das atividades experimentais como forma de proporcionar melhor compreensão dos conceitos e teorias desenvolvidas nas aulas teóricas. Desse modo, busca-se contribuir no processo de construção da aprendizagem do estudante, como também, ampliar seus conhecimentos e entendimento dos termos usados no estudo de Biologia.

2.1 Reflexão sobre o ensino de Biologia

O ensino de Biologia no Brasil tem sido objeto de ampla reflexão, considerando-se seu desenvolvimento em vários contextos ao longo de sua história. Para Pedrancini et al. (2007), as ciências se fazem presentes em todos os setores da vida recente, muitas vezes causando profundas transformações econômicas, sociais e culturais. Nesse cenário, a Biologia vem ocupando uma posição de destaque sem precedente na história da ciência. Segundo Krasilchik (2004), o ensino de Biologia variou bastante: na década de 1950, a disciplina era associada à Geologia, Paleontologia e Mineralogia, que, juntas, formavam a disciplina de História Natural. O ensino de Biologia apresentava alguns objetivos que incluíam: valor formativo; valor educativo ou formativo; valor cultural, abrangendo a contribuição para os grupos sociais de que o estudante fazia parte; e valor prático, ou seja, aplicação de conhecimento e objetivos utilitários. A estruturação da disciplina sofria grande influência do ensino europeu e suas atividades experimentais eram usadas apenas para ilustrar as aulas teóricas.

Na década seguinte, o contexto do ensino de Biologia sofreu novas alterações, motivadas por ação de três grupos de fatores: o progresso da Biologia; a constatação internacional e nacional da importância do ensino de ciências como fator de desenvolvimento; a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 20 de dezembro de 1961, distanciando as decisões curriculares de responsabilidade da administração federal (KRASILCHIK, 2004).

No período de 1970 a 2010, o ensino de Biologia passou por diferentes contextos. Segundo Nascimento et al. (2010), na década de 1970, as recomendações para o ensino de Biologia se respaldavam nas teorias comportamentalista de ensino-aprendizagem, gerando grande impacto na educação brasileira. Esse período ficou marcado pelo uso da experimentação no ensino de ciências, de forma que o estudante participasse por meio da redescoberta, cujo

propósito era fazer com que as aulas experimentais estimulassem seu aprendizado, de maneira a interpretar dados obtidos pela experimentação.

Na década de 1980, o ensino passou a ser qualificado pela vivência de investigação científica e a formação de habilidades cognitivas e sociais. Nesse período, foi criada uma expectativa crítica, na qual o ensino de ciências poderia contribuir para a manutenção da situação vigente no país ou para a transformação da sociedade brasileira, dependendo de como fosse abordado (NASCIMENTO et al., 2010, apud SANTOS, 2014).

Santos et al. (2014) descrevem que as propostas para o ensino das ciências passaram a reconhecer que as explicações científicas eram impregnadas de ideologias, valores e crenças produzidas a partir de pensamento e da ação dos cientistas durante o processo de estudo. Na metade dos anos 1980 e início dos anos 1990, as metodologias ativas passaram a ser discutidas, agregando-se a fala da formação do cidadão crítico, consciente e participativo. Nessa época, foi acrescentado ao currículo do estudo das ciências mais um objetivo: permitir que os alunos discutissem as implicações sociais do desenvolvimento científico.

Na década de 1990, mais especificamente em dezembro de 1996, foi promulgada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9394/96, organizando-se em Educação Básica (que abarca Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio) e Ensino Superior. Então, com base na LDB, o ensino de Biologia passou a ter uma nova visão, por meio da nova proposta aprovada para o Ensino Médio, voltada à educação, ao meio ambiente e à profissão. Em decorrência, o professor passa a trabalhar os conteúdos de formação e busca aprimorar seus conhecimentos e novas informações - veiculadas pelos meios de comunicação a respeito da disciplina - para que o estudante possa ter uma visão mais abrangente e crítica.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2006) fazem referência explícita às disciplinas vinculadas às três áreas do conhecimento, sugerindo uma visão integradora, de modo a se conhecer entre aquelas de uma mesma área e entre áreas diversas. Quanto ao estudo da Biologia, a proposta se volta mais para as atividades em sala de aula, apresentando um 'texto pronto', de maneira que possa haver um avanço (ou uma estagnação) em relação ao aprendizado do estudante. Posteriormente, foi criado um sistema de Orientações Complementares aos PCNEM, por meio do PCN+, que proporcionou ao professor mais autonomia no gerenciamento de pensamento e conteúdo, articulando suas competências gerais com os conhecimentos disciplinares. Observe-se o seguinte trecho:

[...] o PCN+ representou um avanço, pois propõe sugestões de organização de cursos e de aulas, além de múltiplas abordagens sobre o tema da disciplina. O documento apresenta aos professores exemplos de aplicação das propostas previstas nos Parâmetros, além de permitir a criação de novas possibilidades segundo o perfil do aluno, a realidade de cada escola e de seus projetos político-pedagógicos (BRASIL, 2006, p. 17).

O atual sistema de ensino de Biologia permite ao estudante participar das atividades voltadas ao seu conhecimento, como debates, de forma a levá-lo a uma visão crítica do assunto sobre o qual se argumenta; tal ensino é também voltado para a formação acadêmica do estudante, o qual deve desenvolver conhecimentos à base da pesquisa, principalmente na alfabetização científica, adquirindo conhecimento desde o início de sua formação escolar. Para tanto, segundo o referido documento,

É fundamental que o professor seja capacitado, recebendo as orientações e condições necessárias a uma mudança na forma de ensinar Biologia, de maneira a organizar suas práticas pedagógicas de acordo com as concepções para o ensino da Biologia, tendo como referência os PCN. Essa capacitação deverá possibilitar ao professor reconhecer que a mudança de sua ação depende de uma educação contínua, por meios de simpósios, encontros, cursos de aperfeiçoamento que possibilitem a construção coletiva de novas alternativas educativas e permita que o professor se aproprie da cultura científica (BRASIL, 2006, p. 18).

A formulação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio possibilitou que o ensino básico pudesse desenvolver uma aprendizagem com maior significância, igualitária, favorecendo todos os estudantes em diferentes posições sociais, econômicas, intelectuais e de difícil acesso à escola. A BNCC (BRASIL, 2017) se estrutura de modo a explicitar as competências que devem ser desenvolvidas ao longo de toda a Educação Básica, em cada etapa da escolaridade, como expressão dos direitos da aprendizagem e desenvolvimento de todos os estudantes. A reforma possibilitou visualizar melhor o professor, por meio de uma política de valorização que envolve cursos de aperfeiçoamentos, palestras, estruturações das escolas, laboratórios de informática e de ciências.

Para o Ensino Médio, em conformidade com a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a BNCC/2017 propõe que:

Os estudantes aprofundem e ampliem suas reflexões a respeito das tecnologias, tanto no que concerne aos seus meios de produção e seu papel na sociedade atual como também em relação às perspectivas futuras de desenvolvimento tecnológico. Desse modo, propõe continuidade ao tratamento dado no Ensino Fundamental, etapa na qual as tecnologias foram abordadas sob uma perspectiva de aplicação de conhecimentos e análise de seus efeitos sobre a saúde e a qualidade de vida das pessoas (BRASIL, 2017, p. 537).

Em 2021, foi criado o Referencial Curricular para o Ensino Médio de Rondônia (RCEM/RO), a fim de subsidiar todas as escolas e professores nas suas atividades pedagógicas, desenvolvidas conjuntamente com todos profissionais na área de educação, em conformidade com as recomendações de alterações da BNCC, por meio da Lei nº 13.415/17. O RCEM/RO tem por objetivos a melhoria significativa na educação do Estado de Rondônia, a melhoria na qualidade de ensino, a valorização ao professor e o estudante como centro dessa mudança de aprendizagem. Durante a implantação do projeto, todas as orientações acerca dessa nova metodologia foram repassadas aos professores, indicando as habilidades e competências que o estudante deverá adquirir durante sua vida escolar.

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza visa, principalmente, ampliar a capacidade e possibilidade da evolução de uma atitude científica nos estudantes e uma postura crítica de interesse por questões sociais voltadas à ciência (RONDÔNIA, 2021, p. 467). De acordo com o RCEM/RO, o estudo da Biologia se trata de:

[...] um processo coletivo, contemplando como um dos pilares a ideia de comunidade (pluralista, singular e científica), no tocante aos anseios individuais. Com efeito, é preciso reconhecer as múltiplas conexões entre ciência e tecnologia na produção dos conhecimentos, corroborando o processo de produção do conhecimento científico (RONDÔNIA, 2021, p. 468).

Outro ponto relevante para o ensino de Biologia é o uso da atividade experimental. Nesse sentido, segundo a LDB, o Ensino Médio tem como finalidade “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de Biologia” (BRASIL, 1996, p. 25).

Pinho-Alves (2000, p. 150) considera que “a experimentação está mais ligada ao homem investigador, aquele que busca organizar seus pensamentos na construção de elementos que lhe forneçam respostas sobre as coisas que o rodeiam e sobre si mesmo”. Nesse mesmo pensamento, Silva (2017) menciona que a aplicação das atividades experimentais permite verificar diversos benefícios ao estudante, como a participação ativa no desenvolvimento da atividade, de forma e permitir melhor assimilação do conteúdo teórico, despertando a formulação de hipótese e o interesse em identificar fenômenos científicos.

Segundo LaCueva (2000, apud PACHECO, 2015), as atividades experimentais viabilizam aos estudantes adquirir conhecimentos, possibilitando a aquisição de capacidades mentais e psicomotoras para sua vida, e seria difícil realizá-las fora do ambiente científico-tecnológico.

Por meio da área de conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o ensino de Biologia tem como objeto de estudo o fenômeno da vida e sua diversidade de ocorrência, de acordo com a proposta da disciplina. Nesse sentido, é necessário considerar a importância das atividades experimentais, de modo que o estudante sinta mais motivação para o aprendizado. Dessa forma, o estudante adquire conhecimentos mais abrangentes e passa a ter uma visão mais crítica a respeito do mundo biológico que o cerca, preocupando-se com a descrição dos organismos e dos fenômenos que ocorrem na natureza e agindo de modo mais consciente em relação ao meio ambiente.

2.2 Experimentação no Ensino de Biologia

O ensino de Biologia por meio da experimentação é fundamental para o enriquecimento da aprendizagem, compreensão e construção do saber científico pelo estudante. Hudson (1994) menciona que as atividades experimentais de Biologia estimulam a motivação do estudante ao debate e à troca de ideias, como conhecimento de conceito, aprendizagem em técnicas de laboratório e conhecimento científico; desse modo, pode desenvolver habilidades na realização da experimentação.

De acordo com Silva et al. (2009), quando a experimentação é desenvolvida no ponto de vista da contextualização, melhora a inter-relação entre diferentes conhecimentos para a construção de significados novos e o resultado do estudo pode ser mais efetivo.

A realização das atividades experimentais é de grande importância para o estudante, pois é um complemento da teoria, possibilitando um desempenho maior no ensino-aprendizagem. A realização conjunta de experimentos possibilita o envolvimento dos estudantes, contribuindo diretamente para a melhoria do seu rendimento, desempenho na disciplina, compreensão e assimilação do conteúdo (ALISON; LEITE, 2016).

A nova perspectiva em relação ao aprendizado de Biologia requer uma boa estratégia em relação ao conteúdo teórico e à prática; dessa forma, a atividade experimental não passa despercebida pelo estudante, apenas como uma atividade ou manuseio de material. É necessário que haja uma troca de conhecimentos e da forma como a atividade experimental influenciará no ensino-aprendizagem desse estudante. Cruz (2007, p. 25) considera que “as atividades experimentais, no ensino de Biologia devem ser decisão coletiva da escola, sendo necessário consenso acerca da validade de realizá-la, seja no sentido de metodologia aplicada, seja nas dificuldades de aprendizagem”.

De acordo com Giani (2010), a forma como a experimentação deve ser usada depende da habilidade e do conhecimento do professor; as atividades devem ser monitoradas de maneira a definir os fenômenos que serão explorados e os conceitos que serão estudados em cada experimento.

O conhecimento a ser repassado - seja para a criança, o jovem ou o adulto - precisa passar por constante renovação quanto ao uso dos conceitos e técnicas. Portanto, é necessário que, frequentemente, os profissionais da educação se atualizem, fazendo cursos de formações ou especializações no ensino de Biologia. A esse respeito, Andrade e Massabni (2011, p. 836) entendem que:

[...] se o professor valoriza as atividades práticas e acredita que são determinantes para a aprendizagem de Ciências, possivelmente buscará meios de desenvolvê-las na escola e de superar eventuais obstáculos. As atividades práticas permitem aprendizagens que a aula teórica, apenas, não permite, sendo compromisso do professor, e também da escola, dar oportunidade para a formação do aluno.

Com a estruturação da Educação Básica, fez-se necessária uma reorganização, por parte do docente, no estilo de ministrar uma aula, aliando a teoria à prática por meio de pesquisas e demonstrações aos estudantes. Isso exige uma postura mais aberta e um planejamento mais criterioso para o desenvolvimento das atividades docentes. A aula experimentais pode ser usada como estratégia para chamar a atenção e atrair a curiosidade do estudante, mas é importante frisar que a atividade experimental precisa sempre estar relacionada ao assunto teórico ministrado em sala de aula.

Atualmente, muitos recursos tecnológicos podem auxiliar o processo de ensino-aprendizagem, como o uso de computadores, celulares, aplicativos voltados à experimentação, lupas eletrônicas, vídeos ilustrativos de experimentos, dentre outros. Os PCNEM apresentam sugestões para uma abordagem que relacione teoria e prática, fruto de uma educação tecnológica básica, em que o educador apresentaria domínio dos princípios aparatos científicos e tecnológicos da Biologia.

A aprendizagem não acontece apenas na sala de aula e na presença do professor; nesse entendimento, o uso de novas abordagens metodológicas proporciona mais autonomia aos estudantes (e também aos professores) nos estudos e aprimoramento de conhecimentos, passando de uma aprendizagem tradicional para a aprendizagem ativa. Por meio do uso da sala de aula invertida, o aluno pode antecipar seus estudos e debater o assunto em sala de aula, como protagonista de seu conhecimento, usando a tecnologia a seu favor.

Leite (2018, p. 585-586) comenta que “as metodologias ativas dão ênfase ao papel protagonista do estudante, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com a orientação do professor”. A atividade experimental permite aos estudantes um contato direto entre eles, tendo o professor como facilitador do diálogo, estimulando e motivando o desenvolvimento da atividade. Desse modo, possibilita o amadurecimento e o entendimento de um determinado assunto.

Os PCN/1998 mencionam que a experimentação é realizada pelos estudantes quando discutem ideias e manipulam materiais, oferecendo-lhes um protocolo definido ou guia de experimento; os desafios estão no emprego novas metodologias, tais como interpretar o guia, organizar e manipular materiais, como também observar os resultados e checá-los com o esperado. De acordo com Andrade e Teixeira (2017, p. 48),

Quando o professor se dispõe em empregar novas metodologias na hora de ensinar, dinamiza o aprendizado do estudante, contribuindo que pense sobre a própria realidade e proporcionando significado ao aprendizado, o que ajudará o estudante a compreender melhor os conteúdos ensinados.

Sabemos da importância das atividades experimentais em Biologia, tanto para os estudantes do Ensino Fundamental quanto do Médio, visto que essas atividades permitem uma maior compreensão de determinado assunto, despertam o interesse, a curiosidade e desenvoltura das habilidades cognitivas. Alves, Lima e Marcondes (2012, p. 1) dizem que “a experimentação tem se voltado para uma abordagem construtivista, que enfatiza a participação do estudante no processo de construção do conhecimento por meios de práticas direcionadas para a resolução de problemas ou trabalhos investigativos”.

A necessidade da experimentação como recurso estratégico no ensino de Biologia está na oportunidade de mudanças na forma de pensar e agir do estudante, o qual passa a ter mais atitude e não fica apenas como observador. Essas mudanças são importantes no processo ensino-aprendizagem, de maneira a garantir uma interação maior entre os estudantes e o professor, além de possibilitar argumentação e gerar discussões em grupos, oportunizando novos conhecimentos e novas estratégias de ensino. Segundo Lewin e Lomascólo (1998, apud SILVA, 2016, p. 27), “a experimentação, quando acompanhada de um processo investigativo, torna-se uma ferramenta de ensino rica, possibilitando criar situações que venham a motivar os estudantes”.

Portanto, as atividades experimentais de Biologia são de grande importância para o estudante, visto que possibilitam a construção do seu conhecimento científico, empregando,

para esse fim, a previsão, a observação, a comparação e a reflexão, de maneira a compreender níveis de aprendizado mais complexos e abrangentes.

2.3 Laboratório didático no ensino de Biologia

O laboratório didático proporciona aos estudantes a vivência e o manejo de instrumentos, permitindo-lhes conhecer uma diversidade de atribuições, estimulando a curiosidade e a determinação em aprender a viver um determinado conhecimento. No laboratório, os estudantes podem ser divididos em pequenos grupos de trabalho, recebendo equipamentos para desenvolver sua própria atividade experimental. O uso do laboratório didático das ciências tem sido bastante valorizado e inquestionavelmente importante na Educação Básica e na Educação Superior. Anteriormente, o estudante era visto apenas como um mero observador das atividades desenvolvidas e o laboratório uma estrutura ilustrativa na qual o professor demonstrava a parte teórica.

Silva-Batista e Moraes (2019) indicam que, há aproximadamente 51 anos, o Brasil passou por uma reformulação no ensino de 1º e 2º Graus, aprovada pela LDB nº 5.692/71, posteriormente revogada pela Lei nº 9.394/96, que mudou a organização de ensino no país e as ciências passaram a constituir disciplina obrigatória durante todo o Ensino Fundamental. De acordo com os citados autores,

Ao longo dos anos foram elaboradas diferentes políticas educacionais; a mais recente é a Base Nacional Comum Curricular, de 2018. Ela define as aprendizagens essenciais que os alunos devem desenvolver ao longo da Educação Básica em conformidade com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1996, com Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014 e fundamentado nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica de 2013. Nesses documentos consta a necessidade de promover as Ciências no Ensino Básico (SILVA-BATISTA; MORAES, 2019, p. 2).

Nos dias atuais, o uso da ciência associada à tecnologia, como motivador do ensino-aprendizagem, oportunizou o desenvolvimento e o surgimento de novos medicamentos, novos produtos que possam dar melhor qualidade de vida ao homem e bem-estar à população, além de expandir o setor econômico do país. A prática de laboratório escolar contribui bastante para que o jovem passe a aplicar a teoria, realizando testes e formulando novas ideias. Nessa esteira, Fentanes (2014, p. 143) comenta que:

Normalmente, a educação escolarizada de jovens entre 7 a 19 anos inclui alguma matéria acompanhada de prática de laboratório. Em geral, o objetivo dessa atividade é fazer demonstrações práticas sobre algum princípio básico das ciências. A finalidade é que os estudantes comprovem o que está escrito nos livros tem uma base real e percebam que é possível reproduzir certo fenômeno no laboratório. Entretanto, deve-se enfatizar que as demonstrações feitas no laboratório escolar não podem ser consideradas pesquisa. Logicamente, é possível utilizar o laboratório escolar para desenvolver um projeto de pesquisa, o qual teria de ser feito fora do horário de “práticas” e quase sempre fora do horário normal da escola, razões pelas quais em geral não se faz.

De acordo com Trivelato e Silva (2016, p. 2), “a maneira de fazer ciências tem mudado ao longo do tempo. Admite-se que somente a partir do século XVII, com Francis Bacon, o método científico foi organizado. Chamando de ciência empírica ou empirismo”. O empirismo, por sua vez, defende que todo conhecimento humano provém das experiências sensoriais, adquiridas por meio da vivência do indivíduo e desenvolvidas a partir de experiências práticas. Dessa forma, o indivíduo desenvolve o aprendizado partindo das observações e percepções vivenciadas.

Giordan (1999, apud PENSIN, 2014) menciona que o laboratório didático de Biologia tem sua importância voltada para ajudar o estudante a fixar a parte teórica, por meio da metodologia ativa, visto que o estudante irá relacionar o conceito teórico e testá-lo durante a experimentação; além disso, os estudantes atribuem à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos, enquanto, para o professor, a experimentação aumenta a capacidade de aprendizagem, funcionando como meio de envolver o estudante nos temas estudado.

A tecnologia provocou alterações na educação, exigindo uma postura e uma visão mais amplas acerca do aprendizado do estudante, motivando reformulações na legislação e uma organização curricular no ensino público, de forma a auxiliar o estudante a desenvolver seu papel junto à sociedade, ao longo do aprendizado de conteúdo e conhecimento científico adquiridos no uso das práticas pedagógicas da escola.

Silva (2020, p. 9) afirma que “uma prática pedagógica significativa contribui para a formação do sujeito capaz de contribuir para o desenvolvimento econômico e social do país, incentiva a participação e a criatividade e ao pensamento crítico”. Nesse sentido, as aulas teóricas e o auxílio das práticas de laboratório beneficiam o conhecimento e o desenvolvimento dos estudantes, ajudam a fixar assuntos teóricos multidisciplinares abordados em sala de aula e a desenvolver o senso crítico, o raciocínio, a habilidade no trabalho coletivo e a responsabilidade pelas suas próprias aprendizagens.

Catelan e Rinaldi (2018, p. 312) asseguram que “o professor que desenvolve atividades experimentais, permite aos educandos serem protagonistas na aprendizagem, pois passam a ser condutores no debate de ideias e permite o desenvolvimento no aprendiz da capacidade de argumentação”.

Uma aula em laboratório pode ser desenvolvida em qualquer ambiente que não seja o específico para se desenvolver uma atividade experimental, como uma sala de aula, pátio da escola, bosque ou qualquer outro; todos esses ambientes permitem fazer observações, adquirir conhecimentos e aprendizados, pois fornecem dados que podem ser utilizados no experimento científico. Nessa perspectiva, Pinho-Alves (2000) entende que o laboratório didático não está vinculado diretamente ao espaço físico da realização das atividades experimentais, pois a atividade poderá ser desenvolvida em qualquer espaço, possibilitando a ocorrência do ensino-aprendizagem em Biologia. Rosa (2011), por sua vez, mostra que a atividade experimental pode ser aplicada em uma sala de aula ou propriamente no laboratório didático; porém, o experimento pode ser realizado em qualquer ambiente físico que possa funcionar como espaço didático. Desse modo, professores e estudantes depositam esperanças e expectativas no processo ensino-aprendizagem. Assim, a experimentação precisa fazer parte do discurso didático do professor e não ter hora e local específico para acontecer.

O laboratório didático de Biologia proporciona a participação ativa do estudante em situações de estudo, contribuindo na realização da experimentação, instrumento importante de pesquisa, visto que passa a vivenciar situações problematizadas. Vale reiterar que um laboratório didático nem sempre é representado pela sua estrutura física; pode ser que a escola não disponha desse espaço, mas uma simples sala de aula ou outro espaço externo pode ser adaptado para o desenvolvimento de uma atividade experimental.

2.4 Atividades experimentais construtivistas

Neste tópico, tratamos das atividades experimentais sob a orientação construtivista, ligadas ao fenômeno didático por meio de instrução do professor, que irá estimular e mediar à conversa sobre construtivismo na sala de aula. O termo ‘fenômeno didático’ é atribuído como busca de soluções, planejada pelo professor, e sua execução se dá por meio do diálogo construtivista na elaboração de conhecimento científico (PINHO-ALVES, 2000).

Segundo Borges (1998, apud MOREIRA; DINIZ, 2003, p. 296), na perspectiva construtivista, a experimentação, pressupõe os seguintes atributos:

- uso do conhecimento prévio: parte do pressuposto que os estudantes já tenham um certo conhecimento sobre o tema e, assim, podem iniciar as discussões;
- uso intensivo de diálogo e reflexão: além de tomar contato com o conhecimento, o diálogo possibilita fazer o acompanhamento e a avaliação dos estudantes ao longo do processo experimental. Já a reflexão possibilita a superação de conhecimentos prévios e/ou sua reformulação, visando a compreensão;
- proposição das atividades em forma de problema: a problematização permite a utilização dos conhecimentos prévios e possibilita ao estudante investir no processo reflexivo;
- proposições de atividades interdisciplinares relacionadas ao cotidiano: a formulação de problemas relacionados possibilita discussões e atividades interdisciplinares. Temas amplos costumam ser mais adequados para esse tipo de atividades.

Rosa (2011, p. 131) explicita que:

A aprendizagem é um processo interno e idiossincrático, no qual o sujeito é o construtor do seu conhecimento. Nessa percepção, o papel do professor é de mediador, de facilitador, de alguém que oferece as condições para que a aprendizagem ocorra. O estudante por sua vez, assume a posição de ator, com um papel ativo intelectualmente, pondo em movimento todo seu mecanismo interno e empenhando-se na busca dos meios que lhe são favoráveis à aprendizagem.

A escola tem como objetivo estimular o estudante a desenvolver suas atividades, fornecendo meios para que seu conhecimento seja resultante de sua pesquisa; para que ocorra assimilação, será necessária uma intervenção por parte do professor. Nesse sentido, o estudante é o centro do processo de ensino e seu conhecimento deverá ser construído no decurso da sua vivência escolar, por meio dos livros didáticos e da interação com o professor.

A parte integradora do conhecimento e do aprendizado contribui para o amadurecimento do estudante desde o início de sua vida escolar, sendo moldado aos poucos e passando a contribuir na sua experiência pessoal. Pinho-Alves (2000, p. 252), menciona que “é difícil não aceitar a concepção construtivista como construto teórico plausível, em função da argumentação organizada e coerente. Sua adoção como referência implica aceitá-la nas diferentes esferas do saber”.

A atividade experimental é importante para o estudante; nesse sentido, o uso do laboratório (ou outro espaço físico destinado às aulas experimentais) possibilita que a prática seja desenvolvida com base nas informações adquiridas e sob a supervisão do professor, que

será o mediador do diálogo construtivista no laboratório, proporcionando aos estudantes uma atitude investigativa.

De acordo com Godin et al. (2007; apud AGOSTINI; TREVISOL, 2014, p. 754),

As atividades experimentais investigativas, referem-se àquelas que propiciam à discussão, a elaboração de hipóteses, a interpretação dos dados e a elaboração de conclusões, favorecendo as relações entre os níveis fenomenológicos e teóricos das ciências e promovendo a discussão entre os saberes prévios dos alunos e sistematizados do professor. Além disso, objetiva facilitar a aquisição de conteúdos procedimentais, relativos à prática científica, na resolução de um problema.

A atividade experimental tem por finalidade oportunizar ao estudante desenvolver seu conhecimento, por meio do pensamento, da linguagem e do raciocínio adquiridos durante seu aprendizado anterior, de forma a permitir a construção da parte teórica de um determinado projeto científico. Assim, a experimentação funciona como meio de compreender as teorias e aprofundar os conhecimentos sobre um determinado assunto.

2.4.1 Modelo Rosa: Conjunto de Atividades Experimentais Construtivistas

As atividades experimentais no ensino de Biologia têm a atenção voltada a um modelo didático por nós aplicado neste estudo: que se subdivide em três grandes momentos: “pré-experimentação”, “experimentação” e “pós-experimentação” Rosa (2011) de forma a auxiliar a compreensão do estudante em uma atividade experimental, mediante o antes, o durante e o depois da atividade experimental. A finalidade desse modelo é tornar o estudo mais significativo e desafiador, de maneira a torna-se umas das formas possíveis de chamar a atenção e provocar o dinamismo do estudante em sala de aula, gerado por meio da experimentação.

Segundo Rosa (2011), as etapas da experimentação que mais contribuem para a construção do conhecimento significativo do estudante são a pré-experimental e a pós-experimental, exigindo um tempo maior de sua aplicação, pois esses momentos (anteriores e posteriores) exigem do professor planejamento da atividade, estudo e pesquisa: a forma como será desenvolvida a atividade, o tempo que será gasto, material a ser usado e principalmente a forma como será repassada, atraindo a atenção do estudante na construção de seu conhecimento e desenvolvendo a aprendizagem significativa. Nas palavras de Rosa (2011, p. 40),

[...] que a etapa pré-experimental envolva os seguintes itens: pré-teoria, explicitação dos objetivos, formulação de hipóteses e planejamento das ações. A etapa pós-experimental se caracteriza pela conclusão da atividade experimental, que representa o fechamento desta atividade e a sistematização dos resultados encontrados. Entre as etapas encontra-se a denominada “experimental”, destinada à parte de execução da atividade experimental, a qual envolve as ações dos estudantes mediante seus planejamentos e propósitos.

Nos dias atuais, a preocupação com a atividade experimental está relacionada ao aprendizado do estudante, pois cada atividade exige dedicação e um tempo maior para sua preparação. Para que essas atividades possam fluir com mais facilidade no processo ensino-aprendizagem, é importante que o fator motivacional esteja desperto tanto no professor quanto nos estudantes; assim, o professor estabelecerá critérios de obtenção de resultados esperados, permitindo que o estudante possa se esforçar e compreender a atividade proposta. O professor também requer de um tempo maior de pesquisa para a preparação de suas atividades experimentais, ter disponibilidade de materiais a serem utilizados e espaços adequados para que ambos possam interagir com mais facilidade, de forma a expor seus pensamentos, ideias e aprendizados.

Rosa e Rosa (2012) enfatizam a importância das três etapas para o desenvolvimento da atividade experimental, deixando de lado o modelo tradicional de ensino (focado no roteiro, como procedimentos do tipo ‘receita de bolo’), para defender essa nova proposta, que disponibilizará de menos tempo para desenvolvê-la. Assim, sobrarão mais tempo para as discussões e avaliações das atividades e resultados obtidos.

O Modelo Rosa: Conjunto de Atividades Experimentais Construtivistas apresenta uma nova proposta para a realização das atividades experimentais no ensino de Biologia, com intenção de manter o estudante focado no objeto de estudo. O modelo está estruturado em três momentos, denominados de etapas pré-experimental, experimental e pós-experimental, porém as etapas pré e pós-experimental apresentam momentos significativos de conhecimento, pois necessitam de um tempo maior para sua realização. A seguir, detalhamos as três etapas do referido modelo.

2.4.1.1 Pré-experimental

A etapa pré-experimental é composta basicamente por três itens principais para que possa ser desenvolvida uma atividade. O primeiro item é a pré-teoria, tendo como finalidade a contextualização do conhecimento, instigar o estudante a buscar respostas e promover discussão a respeito da atividade a ser desenvolvida.

Rosa (2011, p. 141) afirma existir “diferentes possibilidades de promover o conhecimento em estudo na forma de pré-teoria, sendo a formulação de perguntas sobre o conteúdo, exposição de situações-problema ou situações-ilustrativas e retomada histórica”.

A formulação de perguntas sobre o conteúdo está associada ao professor definir estratégia de coleta de informações, análise e a forma de debater o assunto, conforme estudos teóricos, apresentando questões e gerando discussão acerca de uma provável possibilidade de ocorrência. Com a exposição de sistema-problema ou situações-ilustrativas, o professor pode apresentar um determinado tema e, gradualmente, o estudante se põe a pensar e se instrumentalizar para enfrentar o desafio. Baseado nas suas observações, o estudante utiliza o raciocínio dedutivo e cria uma forma de aplicabilidade, mesmo antes de ser debatido o tema. Dessa forma podem ser geradas perguntas no decorrer da exposição da prática. A retomada histórica da produção do conhecimento descreve a forma ocorrida na elaboração de um trabalho, desde sua construção até sua elaboração; nesse sentido, o professor pode promover discussões e questionamentos aos estudantes a respeito de um contexto social e histórico da época da realização da pesquisa, ajudando na compreensão do que se constrói por meio das ideias do passado e, no presente, observam-se as mudanças ocorridas.

Na etapa pré-experimental, o importante é que a pré-teoria possa trazer o estudante para a atividade experimental, atraindo sua atenção por meio de imagens, questões e textos, a fim de preparar o conhecimento envolvido na atividade experimental. Cabe salientar que a pré-teoria propõe o entendimento dos objetivos, permitindo mostrar aos estudantes o conteúdo necessário para o estudo. Na possibilidade de haver mais de um objetivo, é necessário o professor explicitá-los, para que o estudante possa discernir o que se pretende alcançar e atentar que não trata de uma conclusão prévia sobre a atividade experimental. É preciso deixar claros os objetivos propostos, orientar a ação dos estudantes e a possibilidade de compartilhar essas informações com os demais estudantes (ROSA, 2011).

Outro ponto importante na fase pré-experimental é a formulação de hipótese(s), o que orientará os estudantes a realizar um planejamento e a seguir a aplicabilidade do procedimento metodológico. Essa procura gera soluções para se explicar um determinado problema; tal conhecimento possibilita a interação entre os demais estudantes e, assim, o surgimento de possíveis respostas aos seus questionamentos. Desse modo, o estudante desenvolve seu lado investigativo, auxiliado pelo seu conhecimento cognitivo, colocando em prática seu planejamento e execução. Esse conhecimento cognitivo é de grande importância na compreensão de uma explicação provisória, indispensável como guia nas atividades experimentais do estudante.

Rosa (2011, p. 142) explica que:

As hipóteses possibilitam aos estudantes mobilizar os conhecimentos já presentes em suas estruturas cognitivas, construindo-os e reconstruindo-os de forma contínua e progressiva. As hipóteses indicam que há “algo” a ser testado, verificado, no transcorrer da atividade. Contudo, não se quer dizer que a formulação de hipóteses aqui defendida seja a mesma do cientista, nem significa aplicar o método experimental como referência, mas sim, fazer interferência ao que será observado como forma de direcionar o olhar ao objeto do conhecimento. É a oportunidade dos estudantes dialogarem com seus conhecimentos e suas observações.

A importância do planejamento de ações é uma das ferramentas usadas para acompanhar o desenvolvimento das atividades experimentais, de pensar na elaboração da execução, a partir dos estudos detalhados das atividades. Para isso, é necessário planejar todos os passos, ter um cronograma de ações, de modo a apresentar a importância e refletir sobre o que se vai desenvolver, antes mesmo de se colocar em prática.

2.4.1.2 Experimental

A etapa experimental envolve o momento de executar uma atividade, de oportunizar o estudante a participar de uma atividade experimental. Instigado pelo professor, o estudante acata o que foi proposto na teoria e passa a estimular o seu lado crítico, preocupar-se em observar os fatos e registrá-los para uma provável análise. Esse fator possibilita uma melhor compreensão, desenvolvida por meio do conhecimento adquirido, pois o estudante passa a ter autonomia em seus conhecimentos e capacidade de propor hipóteses, no intuito de buscar resposta aos questionamentos surgidos durante a realização do experimento, levando o estudante a compreender e prever seu comportamento. Rosa (2011, p. 144) propõe “[...] incluir momentos de monitoração consciente e permanente das suas ações mediadas pelos conhecimentos. O monitoramento na forma de revisão possibilita que os estudantes estejam atentos a eventuais equívocos”.

Para que a atividade experimental seja desenvolvida com tranquilidade, é necessário definirmos um planejamento prévio, pois será necessária disponibilidade de tempo para sua execução, desde o princípio até a conclusão. É imprescindível estabelecermos um plano de ação, pois nos permitirá planejar e analisar as estratégias a serem desenvolvidas na atividade, saber o que será feito, conhecer as prioridades durante a execução, garantindo o alcance dos objetivos e das metas estabelecidas para a atividade experimental. Para a atividade experimental obter bom resultado, é necessário que o planejamento seja “apresentado de forma a levar os

estudantes a pensarem e planejarem suas ações entendendo o que e por que proceder de determinada forma” (ROSA, 2011, p. 143).

O plano de ação é de grande relevância na organização de uma metodologia a ser seguida e possibilita definir metas e objetivos, de forma a direcionar o estudante na realização dos seus experimentos práticos e auxiliar no seu aprendizado. As atividades precisam de uma atenção voltada aos procedimentos para seu desenvolvimento, a forma do uso, manuseio dos materiais, equipamentos, reagentes, a origem de cada material e em quais condições que serão trabalhados.

É importante a criação de um roteiro-guia para as atividades experimentais, com a finalidade de nortear o estudante a desenvolvê-las, detalhando todo assunto que será abordado e os passos para realizar as atividades experimentais. Vaccaria, Farias e Porto (2020, apud ALVES, 2020, p. 12) explicam que:

O roteiro-guia é uma ferramenta didática que possibilita melhora na comunicação com os docentes, gera maior adesão da equipe ao planejamento e gerenciamento das aulas, além de promover aos estudantes conhecimento do planejamento e orientação de estudos pela estruturação detalhada das aulas.

Na aprendizagem do estudante, nem sempre as aulas teóricas serão suficientes para que ele possa sentir interesse e despertar sua curiosidade em relação ao conteúdo trabalhado em sala de aula, sendo necessário o complemento que envolverá a prática da atividade experimental. Alguns recursos podem ser utilizados e, dentre eles, a atividade desenvolvida em grupos de trabalhos, o que proporciona a participação do estudante na atividade e na construção do seu conhecimento.

O professor e/ou estudante podem dividir tarefas, criando regras e procedimentos que serão executadas por eles. A interação e a troca de informações possibilitam a construção de resultados, por meio da troca de conhecimento entre estudantes, os quais podem desenvolver hipóteses e testá-las, conceituar a mais provável, tomar a decisão mais acatada e representá-la, com base nas informações mais coerentes. Nesse momento de tomadas de decisões, não pode haver a interferência direta do professor e sempre prevalecer a autonomia dos estudantes. Segundo Rosa (2011, p. 142),

A formulação de hipóteses apresenta-se como possibilidades de resgate das concepções prévias dos estudantes, permitindo confrontar saberes advindos de conhecimentos cotidianos. Além disso, mas, também por isso, as hipóteses possibilitam aos estudantes mobilizar os conhecimentos já presentes em sua estrutura cognitivas, construindo-os e reconstruindo-os de forma contínua e progressivas. As hipóteses indicam que há “algo” a ser testado, verificado, no transcorrer da atividade.

O objetivo da atividade experimental é alcançar tudo o que se planejou na etapa anterior, de forma a estimular os estudantes a pensar nas propostas, a desenvolver tudo aquilo definido no planejamento, de maneira que possam testar as hipóteses construídas, enriquecendo as aulas por meio de demonstrações, aprofundamento e propostas de novas estratégias construtivistas. Isso torna a atividade experimental uma atividade motivadora, que gera interesse e maior interação, possibilitando que o estudante seja ativo, protagonista, responsável em construir seu conhecimento nas atividades em grupo, pelo dinamismo e participação. Rosa (2011, p. 144) afirma que “executar uma atividade experimental significa operar o planejado, testar hipóteses previstas, tendo claro o objetivo almejado, e, normalmente, significa também, manusear equipamentos”.

No decorrer das demonstrações e manuseios dos materiais de laboratório usados nas atividades experimentais, o estudante o enriquece e aprofunda os conteúdos pesquisados, passa a ser motivado e a reconhecer a importância da execução da atividade experimental, contribuindo no seu aprendizado e entendimento do assunto, favorecendo o amadurecimento e a construção do conhecimento significativo dos demais estudantes. De acordo com Zimmermann (2005, p. 26-27),

Um experimento é uma atividade prática na qual o aluno é orientado a investigar um problema. Para que isso seja possível, o experimento proposto deve permitir ao aluno realizar medições, decidir como proceder durante a investigação, manipular variáveis, explorar e analisar os dados obtidos e descobrir qual a melhor maneira de elaborar o relatório.

A etapa experimental compreende o momento em que o estudante vai testar suas hipóteses levantadas na etapa anterior, definir um planejamento prévio da execução da atividade, pensando e planejando suas ações, desempenhando papel participativo, buscando respostas aos problemas surgidos. A recomendação é que as atividades experimentais sejam realizadas em grupos de alunos, permitindo que haja divisão de trabalhos entre eles e trocas de ideias, de forma a desenvolver o processo de ensino-aprendizagem.

2.4.1.3 Pós-experimental

Como explicitamos nas etapas anteriores, a atividade experimental tem como ponto inicial acender a ideia de que o estudante seja capaz de procurar respostas para suas dúvidas, por meio da busca, ampliar seus conhecimentos e concretizar o que foi planejado; é função do

professor estimular o estudante a achar uma resposta e desenvolver o experimento em um ambiente que permita realizar sua efetivação no momento da execução.

Para Marchezini (2008, p. 11), a ideia que se tem a respeito das aulas experimentais é que: “existe quase um consenso entre professores de que aulas experimentais são estratégias didáticas importantes para motivar, demonstrar aspectos abstrato ou sedimentar conhecimentos, buscando com isso diminuir as dificuldades dos estudantes no aprendizado”.

Tradicionalmente, essa etapa compreende trabalhar os possíveis resultados alcançados no desenvolvimento da atividade experimental, de forma a assimilar o fechamento da ideia principal, que foi proposta como objetivo final, explicar os desafios e as dificuldades da conclusão do experimento; porém, comumente, se aplica e não se discute a conclusão do resultado. Nossa proposta a respeito desse fechamento da atividade experimental em Biologia é fazer uma reflexão a respeito da atividade experimental construtivista, que envolve o antes, o durante e o depois da experimentação. Segundo Rosa (2011, p. 145), “a proposta é que esta conclusão fuja do habitualmente presente no laboratório tradicional, que se destina apenas à apresentação dos resultados”.

Para que os segmentos sejam promissores, é necessário que alguns pontos sejam definidos pelo professor, entre eles o uso do roteiro-guia no início da aula, que deve ser seguido com muita atenção, o qual norteará as ações que contribuirão para o conhecimento e aprendizado do estudante. Um dos pontos que favorecem a efetivação do experimento é o uso de um espaço que a escola disponibilizará para a realização da atividade experimental, podendo ser qualquer ambiente que possa gerar conhecimento. O professor oferecerá material a ser trabalhado, definirá o tempo que será gasto na atividade e estará atento à capacidade do estudante em produzir seu conhecimento, desenvolvimento e compreensão da atividade experimental. Rosa (2011, p. 140) considera que:

A importância de determinar um tempo significativo para os momentos anteriores e posteriores à parte operacional da atividade experimental reside no fato de que possibilitarão ao professor focalizar os conhecimentos científicos em discussão, mantendo o estudante atento ao objeto estudado.

O resultado de uma atividade experimental se embasa em argumentos encontrados no desenvolvimento do experimento, por meio dos procedimentos, resultados e dados analisados, apresentados em forma de relatório, quadros, questionários e outros. A ideia principal do trabalho é demonstrada por meio de uma síntese das principais partes e apresentada como solução, não envolvendo a discussão a respeito dos resultados.

A proposta que Rosa (2011) sugere em relação à etapa pós-experimentação é que o estudante descreva o que foi observado a partir do experimento, por meio de uma visão mais crítica do que foi realizado, além de permitir interpretação, questionamento com os demais alunos e discutir a respeito dos resultados obtidos; o professor precisa estar atento aos possíveis erros e acertos que podem ocorrer na realização da atividade, descrever as imprecisões observadas e contribuir com propostas que auxiliem na obtenção de um resultado mais satisfatório. Rosa (2011, p. 145) nos explica que:

Concluir significa retomar o realizado, a fim de identificar possíveis falhas no processo, ou mesmo para sintetizar e revisar a atividade. Para isso é necessário destinar um tempo significativo a essa etapa, conduzindo-a de modo que os estudantes, geralmente já cansados e saturados, sintam-se estimulados e realimentados.

O poder de manipular o experimento proporciona que o estudante desenvolva sua capacidade de compreensão e poder de argumentação sobre os resultados obtidos, bem como atentar aos demais estudantes, visto que nem todos chegarão aos mesmos resultados; alguns poderão considerar que o resultado final apresenta erro, haja vista a necessidade de reavaliação, questionamento, organização de novas ideias e uma nova visão de trabalho, pois o processo de aprendizagem é diferente entre os indivíduos e cada estudante tem seu próprio estilo de aprendizado, visto que o saber não depende diretamente do estudante e sim da intervenção do professor e/ou do grupo. Dessa forma, é possível chegar a um consenso a respeito do resultado do experimento e possibilitar a alteração da conclusão. Zimmermann (2005, p. 29) nos lembra que “um trabalho experimental, geralmente, envolve diversos materiais e compartilhamento de ideias entre os integrantes do grupo”.

Segundo Alisson e Leite (2016, p. 12) “o ensino por meio da experimentação, quando bem planejado, torna a aprendizagem teórica mais agradável, aumentando o envolvimento dos estudantes e contribuindo na compreensão do tema”. Portanto, o resultado de um experimento feito pelo estudante contribui na sua formação e estimula a interpretação daquilo que está ocorrendo em uma determinada atividade experimental. Dessa forma, a etapa pós-experimental descreve a forma do desenvolvimento e narra como foi realizada a atividade.

3 ESTUDOS RELACIONADOS

Compreender como o estudo do tema está sendo realizado no mundo acadêmico é fundamental para direcionarmos a pesquisa proposta. Assim, neste capítulo, buscamos apresentar os resultados de uma investigação realizada junto ao Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Tal investigação seguiu os passos recomendados por Ramanowski (2006) sobre esse tipo de trabalho, que indica que, para se realizar uma busca por estudos já desenvolvidos em certa área do conhecimento, precisamos recorrer a determinado procedimento: definir os descritores que norteiam a pesquisa a ser realizada; localizar os bancos de pesquisa; determinar critérios de seleção do material; selecionar o material a ser elencado; coletar material; analisar as publicações referentes ao tema; ordenar o material escrito sobre o tema; pesquisar a estruturação do resumo dos estudos.

Seguindo essas recomendações, selecionamos algumas dissertações a fim de ilustrar a produção na área e oferecer ao leitor exemplos de pesquisas que envolvem os temas relacionados. Para tanto, utilizamos como descritores de busca as seguintes expressões: “Experimento de Laboratório” AND “Ciências”; “Atividades Experimentais de Biologia”; “Laboratório de Biologia”; “Ensino de Biologia”.

A partir dessa definição, encontramos sete trabalhos, dos quais lemos os títulos e resumos, a fim de selecionar os que estavam relacionados a nossa pesquisa, tendo como tema ‘atividades experimentais no ensino de Biologia’. Conforme Quadro 1 a seguir, apresentamos o título, a autoria, o ano da publicação e a natureza de cada um dos trabalhos. Na sequência, relatamos os principais aspectos ligados a esses estudos, incluindo seus objetivos e resultados.

Quadro 1 - Estudos relacionados

Título	Autor	Ano	Estudo
Atividades experimentais no ensino de Biologia em escolas públicas do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil: caracterização geral e concepção de professores.	Kelvin Barbosa Oliveira	2010	Dissertação
O uso de práticas laboratoriais de Biologia no Ensino Médio: um estudo em torno das competências e habilidades.	Clodovagner José Evaristo Pereira	2012	Dissertação
Atividades experimentais: implicações no ensino de Biologia.	Vania Cardoso da Silva Morais	2015	Dissertação
Prática experimental e laboratórios de Química nas escolas estaduais de Viana-ES: realidades frente à aprendizagem significativa crítica.	Nahum Thiaghor Lippaus Pires Gonçalves	2016	Dissertação
Uso de atividades experimentais no ensino de Física sob uma perspectiva investigativa.	Rodrigo Stil	2018	Dissertação
Práticas em laboratório: uma estratégia de ensino.	Douglas Henrique de Oliveira Braz	2018	Dissertação
Praticando Biologia no espaço escolar sem o uso de laboratórios: possibilidades para a promoção da alfabetização científica.	Leonardo Felipe Correa Pinto	2018	Dissertação

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

O primeiro trabalho selecionado se refere a dissertação de mestrado de autoria de Oliveira (2010), desenvolvido no Programa de Pós-Graduação Profissionalizante em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. O trabalho se intitula *Atividades Experimentais no Ensino de Biologia em Escolas Públicas do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil: Caracterização Geral e Concepção de Professores* apresenta como objetivos da pesquisa: realizar a caracterização das escolas em relação aos espaços disponíveis para as atividades experimentais; identificar as dificuldades apontadas pelos professores na realização dessas atividades e conhecer a concepções dos docentes sobre atividades experimentais de Biologia. Como aporte teórico para o desenvolvimento do estudo, foram utilizadas abordagens da Aprendizagem Significativa (David Paul Ausubel), como resolução de problemas, projetos ou investigação dirigida.

A proposta didática foi estruturada em atividades que envolvem a organização em etapas de percurso metodológico em três momentos distintos, utilizando instrumentos de investigação para cada assunto, sempre na perspectiva de avaliar os limites e as possibilidades de utilização das atividades experimentais como instrumento didático em aulas de Biologia nas escolas estudadas. No processo investigativo, o autor utilizou um universo amostral constituído por 20 instituições de ensino, divididas em dois grupos: cinco escolas federais, da rede do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), duas delas em Natal e três no interior do estado. O segundo grupo se constitui de 15 escolas da rede estadual, localizadas na região metropolitana do município de Natal. Foram utilizados como instrumento de coleta de dados um questionário, contemplando questões objetivas e subjetivas, e uma entrevista semiestruturada, com auxílio de gravador de voz. Tanto os professores das escolas federais como os da rede estadual de ensino apontaram como principais dificuldades para a realização de atividades experimentais questões inerentes à infraestrutura, como a falta de reagentes, equipamentos e materiais de consumo. Quanto às concepções sobre as atividades experimentais, verificou-se, em grande parte dos pesquisados, uma visão empírico-indutiva de Ciências.

O segundo trabalho apresentado foi a dissertação de mestrado desenvolvida no Programa de Pós-Graduação Profissionalizante em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal do Ceará, intitulada *O Uso de Práticas Laboratoriais de Biologia no Ensino Médio: Um Estudo em Torno das Competências e Habilidades*. O objetivo da pesquisa foi analisar as aulas experimentais de Biologia na perspectiva do desenvolvimento das competências e habilidades. O aporte teórico para o desenvolvimento do estudo envolveu documentos, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, os Parâmetros Curriculares

Nacionais, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e as teorias do desenvolvimento cognitivo, de Piaget e de Vygotsky.

A pesquisa foi realizada como um estudo de caso e procedeu-se a coleta de dados em uma escola pública da rede estadual do Ceará, localizada na região metropolitana de Fortaleza. A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de questionários a sete professores de biologia e a 15 turmas do Ensino Médio: cinco do segundo ano e cinco do terceiro ano. Esses dados foram utilizados na confecção de quadros e gráficos, que serviram de fonte para análise e discussão dos resultados. Sugere-se que as aulas experimentais de ciências devem fazer parte do currículo da escola, com carga horária diferenciada pelos seguintes motivos: potencial exploratório pedagógico que apresenta; afetividade, que pode desenvolver nos estudantes a respeito do conhecimento científico; capacidade de aprofundar os conhecimentos teóricos trabalhados na aula teórico/expositiva; potencial de desenvolvimento das competências e habilidades ligadas às ciências e, especificamente, em cada disciplina que a compõem. Por esses motivos considera-se que a escola, além de colocar as aulas práticas na grade curricular, deve propor um calendário com quantidades de aulas práticas previamente definidas para cada disciplina durante o ano letivo.

O terceiro trabalho apresentado se refere à dissertação de mestrado de autoria de Moraes (2015), desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - Mestrado Profissional, da Universidade Federal de Uberlândia-MG. Intitulado *Atividades experimentais: implicações no ensino de Biologia*, o trabalho apresenta como objetivos da pesquisa: verificar se atividades experimentais simples podem influenciar na motivação dos estudantes nas aulas de Biologia; verificar as possibilidades e dificuldades no desenvolvimento de tais atividades nas aulas de Biologia na escola pública; elaborar um produto educativo que auxilie professores na prática docente e divulgá-lo no site do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia. Como aporte teórico para o desenvolvimento do estudo, foi utilizada a abordagem histórico-cultural de Vygotsky.

A pesquisa foi desenvolvida com estudantes das três séries do Ensino Médio, da Escola Estadual Arlindo Porto, distrito de Chumbo, na cidade de Patos de Minas. Para a coleta de dados, foram aplicados questionários individuais (iniciais e finais), elaboração de relatório, filmagem e fotografias de algumas aulas de Biologia. Os temas das aulas práticas e experimentais foram escolhidos em consonância com a teoria, com base no Currículo Básico Comum (CBC) de Biologia do Estado de Minas Gerais.

Todas as atividades experimentais foram feitas em sala de aula, pátio ou área externa às salas, uma vez que a escola não possui laboratório de ciências. Para o desenvolvimento das

atividades, foram elaborados roteiros, nos quais os estudantes analisaram os resultados, responderam a algumas questões sobre os conceitos trabalhados, para análise de concepções espontâneas dos estudantes. O resultado da pesquisa aponta que há uma motivação maior dos estudantes com as atividades experimentais e, ainda, que tais atividades, como ferramentas pedagógicas indissociáveis da teoria, quando utilizadas dentro de uma prática docente fundamentada nos três momentos pedagógicos e na perspectiva histórico-cultural, podem melhorar o aprendizado dos estudantes.

O quarto trabalho apresentado se trata da de mestrado de autoria de Gonçalves (2016). O trabalho foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação Profissionalizante em Educação em Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Estado do Espírito Santo e tem como título *Prática experimental e laboratórios de Química nas escolas estaduais de Viana-ES: realidades frente à aprendizagem significativa crítica*. Como objetivos da pesquisa, o trabalho visou realizar levantamento dos laboratórios de Química existentes nas escolas estaduais de Ensino Médio do município de Viana-ES e investigar suas rotinas de utilização. Como aporte teórico para o desenvolvimento do estudo, foram utilizadas abordagens da Teoria da Aprendizagem Significativa (David Paul Ausubel), na qual os conhecimentos devem ser mais do que significativos, assumindo papel de criatividade da e na sociedade contemporânea, conciliando a vivência com a reflexão contínua, ampliando olhares.

A pesquisa foi desenvolvida no município de Viana-ES e envolveu seis escolas estaduais, com direcionamento para o Ensino Médio, realizada com alunos e profissionais das escolas, inicialmente por meio das contribuições de gestores, pedagogos e professores de Química. Para a coleta de dados foram aplicados relatórios técnicos e questionários como recursos investigativos para levantamentos e registro de dados e intervenções diretas numa das escolas. As intervenções por meios das práticas na linha de aprendizagem significativa crítica ressaltaram um maior aproveitamento, participação e motivação dos estudantes na disciplina de Química. Os resultados iniciais apontam para a baixa taxa de realização de aulas experimentais, deficiência de recursos materiais e desvalorização do experimental no processo de aprendizagem, marcado por questões transitórias e pelo cotidiano escolar das justificativas para o não fazer.

O quinto trabalho arrolado nesta parte diz respeito à dissertação de mestrado de autoria de Stil (2018), desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologia, da Universidade do Estado de Santa Catarina. O trabalho, intitulado *Uso de atividades experimentais no ensino de Física sob uma perspectiva investigativa*, apresentou como objetivos da pesquisa: analisar limites e possibilidades de se ensinar conceitos

de eletricidade no Ensino Médio sob uma perspectiva investigativa; avaliar os aspectos relativos ao envolvimento dos estudantes no desenvolvimento das atividades didáticas propostas. Como aporte teórico para o desenvolvimento do estudo foram utilizadas as abordagens do Ensino por Investigação e Experimentação, de Dewey.

A pesquisa foi realizada em uma escola particular, localizada no bairro Tobias, da cidade de Joaçaba-SC. Participaram da pesquisa os estudantes de uma das turmas da terceira série do Ensino Médio e alguns estudantes de uma das turmas da segunda série, constituindo uma amostra entre 9 e 15 estudantes. Para a execução da pesquisa, o autor realizou um levantamento bibliográfico sobre o Ensino por Investigação e Experimentação. As atividades foram aplicadas como extracurriculares, ou seja, não faziam parte da grade curricular, e a realização ocorria em horário de contraturno; mesmo assim os estudantes mantiveram assiduidade nas participações.

Para responder ao problema de pesquisa, o autor conduziu um estudo empírico, de intervenção didático-pedagógica. Para isso, elaborou um conjunto de Atividades Experimentais Investigativas (AEI), no qual levou em consideração a programação curricular adotada pela escola, sendo que esta programação consistia, basicamente, em uma sequência de tópicos conceituais a serem abordados, baseada no livro didático adotado pela escola. A partir da análise dessa implementação, apresenta-se um conjunto de resultados à luz do problema e dos objetivos de pesquisa, bem como um Produto Educacional, composto de um caderno didático-pedagógico voltado aos professores de Física do Ensino Médio.

A dissertação de mestrado de autoria de Braz (2018), desenvolvida no Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), intitulada *Práticas em laboratório: uma estratégia de ensino*, é o sexto trabalho analisado. O estudo teve como objetivo analisar a eficiência das práticas experimentais no ensino de Física, envolvendo experimentos que estejam de acordo com a Proposta para a Educação Básica, de maneira a abordar uma estratégia por meio de roteiros experimentais, contribuindo no processo de ensino e aprendizagem, e, assim, tratar as práticas em laboratório como fonte importantíssima no procedimento tangível dos conceitos físicos. Como aporte teórico para o desenvolvimento do estudo foi utilizada a Teoria da Aprendizagem Significativa.

As etapas iniciais desse trabalho foram desenvolvidas na Escola Municipal de Ensino Fundamental e Educação Infantil (EMEFEI) José Nunes dos Santos, localizada no distrito de Guachos, município de Martinópolis-SP. Nessa escola há uma biblioteca com poucos recursos na área de Ciências da Natureza e uma sala de informática com poucos aparelhos funcionando.

A unidade não dispunha de um laboratório, enquanto espaço físico, possuindo um apenas um ‘Laboratório Portátil de Ciências’.

Partindo dos experimentos propostos pelo Material Apostilado do Governo do Estado de São Paulo, foram realizadas novas estruturas, com objetivos e metas direcionados a uma proposta investigativa. Essas dimensões pedagógicas, além de qualificar o ensino, disseminam nos estudantes a autonomia para construir seu próprio laboratório, onde quer que estejam, seguindo sua intuição a partir das obstruções que podem alcançar. O uso das práticas em laboratório, como uma estratégia enriquecedora no processo de ensino, visou um estudo direcionado à elaboração e estruturação das atividades experimentais desenvolvidas em sala de aula; desse modo, compreende as dimensões pedagógicas presentes na prática laboratorial atrelada à construção do conhecimento do aluno em uma aprendizagem significativa.

O sétimo e último trabalho apresentado se refere à dissertação de mestrado de autoria de Pinto (2018), desenvolvida no Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Dom Pedro II, do Rio de Janeiro. O trabalho, intitulado *Praticando Biologia no espaço escolar sem o uso de laboratórios: possibilidades para a promoção da alfabetização científica*, teve como objetivo de pesquisa a integração do conhecimento científico e tecnológico à sociedade e ao ambiente. A alfabetização científica, principal eixo norteador desse trabalho, foi debatido sob a ótica de Attico Chassot.

A pesquisa foi realizada em uma unidade escolar da rede privada, situada no bairro Bangu, na zona oeste do município do Rio de Janeiro. É uma escola que atende a todos os segmentos da Educação Básica, porém, a pesquisa teve foco no Ensino Médio. A escola atende a um total de 90 alunos do Ensino Médio. Essa instituição escolar não possui laboratório de ciências para desenvolvimento das aulas experimentais, priorizando o uso das salas de aula de cada turma ou de qualquer outro espaço presente na escola. A escola apresenta ao todo, cinco salas, todas equipadas com *datashow* e caixa de som, e um grande pátio com jardim. O método mais adequado para a realização da pesquisa foi a pesquisa-ação, partindo do pressuposto da construção das aulas práticas junto aos estudantes; isso gerou um trabalho colaborativo entre professor/aluno e aluno/aluno, visando à transformação do saber científico de todos os envolvidos.

Dentre as motivações para o desenvolvimento desse projeto, o autor destaca: a percepção da necessidade de uma maior familiaridade e apropriação do saber científico por parte do estudante; a necessidade de uma formação crítica, diante as aplicações desse conhecimento científico na sociedade; a importância que esses estudantes vejam a cultura

científica, com suas especificidades, como ferramenta importante para sua vida como ser social; suscitar a alfabetização científica em seu escopo teórico. Mediante essa pesquisa, foi criado um material didático, na forma de um Caderno de Orientações Didáticas, com a descrição de aulas experimentais criadas a partir dos conteúdos de Biologia, visando ao desenvolvimento da alfabetização científica por estudantes no espaço escolar.

4 A PESQUISA

A proposta de pesquisa está apoiada nas experimentações elaboradas e seus objetivos previstos. Nesse sentido, estruturamos este capítulo em três tópicos, nos quais apresentamos, respectivamente: os aspectos metodológicos, os instrumentos utilizados e os procedimentos de análise por nós adotados para uma posterior análise de dados recolhidos durante a investigação.

4.1 Aspectos metodológicos

A pesquisa é uma forma de estimular o indivíduo a pensar, analisar criticamente vários aspectos que ocorrem no seu cotidiano, compreender e formular princípios norteadores que permitam orientar, gerar e testar novas teorias. Nesse sentido, Richardson (2017, p. 7) salienta:

Para uma boa pesquisa é necessário treinar o cérebro para pensar como pesquisador. Isso requer revisar trabalhos já feitos, procurar mentalmente relações para identificar padrões e conceitos ocultos e sintetizar esses padrões na procura de teorias ou leis generalizáveis que se aplicam a outros contextos além do escopo das observações iniciais.

Marconi e Lakatos (2003, p. 155), por sua vez, descrevem a pesquisa científica como “um procedimento formal, com pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais”. Seu desenvolvimento se dará à medida que existir uma concentração de conhecimento satisfatório de um determinado assunto, que possibilite o uso de técnicas na sua aplicação, que possa contemplar a formulação do problema e seus resultados finais (GIL, 2002).

Partindo dessas concepções, desenvolvemos esta pesquisa com os estudantes do Ensino Médio da Escola 4 de Janeiro, segundo a abordagem qualitativa. Minayo (2002, p. 22) menciona que “a abordagem qualitativa aprofunda-se no mundo dos significados das ações e relações humanas, um lado não perceptível e não captável em equações, médias e estatísticas”. Na mesma direção, Flick (2009, p. 20) afirma que a pesquisa qualitativa “é de particular relevância ao estudo das relações sociais devido à pluralização das esferas da vida”. Essa concepção que vai ao encontro do entendimento de Gil (2002), que enfatiza que:

As qualidades de entidades e de processos que não são apresentadas em termo de qualidade, intensidade ou frequência. Ela enfatiza a natureza socialmente construída da realidade, o relacionamento íntimo entre o pesquisador e o que é estudado, além das restrições situacionais que moldem a investigação.

Creswell (2014, p. 44) consideram que a pesquisa qualitativa “envolve uma abordagem interpretativa e naturalística do mundo. Isso significa que os pesquisadores qualitativos estudam coisas dentro dos seus contextos naturais, tentando entender, ou interpretar, os fenômenos em termos dos significados que as atribuem”.

A pesquisa qualitativa abrange diferentes campos da pesquisa, incluindo os estudos em educação, procurando-se compreender e interpretar os eventos e não seus conceitos e devem ser entendidos como ferramenta de coleta e análise de dados. Caulley (2008, apud AMÉRICO, 2021, p. 16) destaca que “há diversos estudos que promovem a melhoria da qualidade da pesquisa qualitativa por meios de investigações que mesclam conhecimento tradicional e emergente; ciência e estética; escrita rigorosa e gênero estilos literários; métodos narrativos e cênicos”. Por seu turno, Bogdan e Bicklen (1994, p. 48) citam cinco características fundamentais para definir a pesquisa qualitativa:

A pesquisa qualitativa tem um ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento-chave; a pesquisa qualitativa é descritiva; os pesquisadores qualitativos estão preocupados com o processo e não simplesmente com os resultados e o produto; os pesquisadores qualitativos tendem a analisar seus dados indutivamente; o significado é a preocupação essencial na abordagem qualitativa.

Na pesquisa qualitativa, é necessário conhecermos os tipos de características adotadas na realização dos estudos e que, na atualidade, a maior atenção seja voltada a esse estudo, pois envolve atenção à natureza interpretativa da investigação, de forma a posicionar o cenário a um ambiente político, social e cultural (CRESWELL, 2014).

Na mesma direção, Creswell (2014) aponta algumas características comuns voltadas ao desenvolvimento da pesquisa qualitativa, dentre as quais menciona: a importância do habitat natural, local onde os participantes vivenciam a questão ou problema em estudo; o pesquisador como elemento-chave, responsável por coletar documentos, observar comportamentos; o processo indutivo-dedutivo, em que se usam habilidades de raciocínio complexo durante o todo o processo de pesquisa; uso do projeto emergente, que permite promover alteração no desenvolvimento da pesquisa em qualquer momento; uso da reflexão, em que os pesquisadores fazem uma pequena introdução do assunto pesquisado, transmitindo experiências; e o relatório holístico, que procura identificar fatores complexos no desenvolvimento da pesquisa.

O uso apropriado da pesquisa qualitativa requer a necessidade de melhorar o conhecimento de um determinado estudo, partindo da necessidade de explorar o conhecimento de um determinado grupo ou população. Nortear uma pesquisa qualitativa requer “compreender

os contextos ou ambientes em que os participantes de um estudo abordam um problema ou questão. Nem sempre podemos separar o que as pessoas [...] - seja no contexto da sua casa, família ou trabalho” (CRESWELL, 2014, p. 47).

Para realizar um estudo qualitativo, é necessário que o pesquisador esteja comprometido em estudar um determinado problema, com disponibilidade de tempo para realizar coletas e, posteriormente à análise de dados, escrever sobre o contexto e participar em uma linha de pesquisa (CRESWELL, 2014).

O envolvimento da comunidade escolar nos permite analisar sua realidade e, nesse sentido, buscamos também aliar à nossa pesquisa a abordagem participante. Fonseca (2002) menciona que a pesquisa participante teve sua origem com Bronislaw Malinowski, que, para conhecer os habitantes da Ilha Trobriand, se juntou a eles, rompendo seus hábitos com a sociedade ocidental, e montou sua tenda nas aldeias que desejava estudar, aprendendo suas línguas e observando sua vida cotidiana.

A pesquisa participante se desenvolve com a participação do pesquisador e da comunidade a ser analisada, a qual, geralmente, é formada por pessoas de baixo poder aquisitivo, o que nos impossibilita de seguir um plano mais elaborado e rigoroso na pesquisa. Desse modo, a pesquisa se desenvolve a partir da interação pesquisador/comunidade investigada, que deixa muito flexível o desenvolvimento do projeto, de forma a ser alterado a qualquer momento, conforme sua necessidade (GIL, 2002).

Brandão e Borges (2007, p. 53) mencionam que as pesquisas populares têm sua origem dentro de “diversas unidades de ação social que atuam preferencialmente junto a grupos ou comunidades populares. Em sua maioria, elas serão postas em prática dentro de movimentos sociais populares emergentes ou se reconhecerão estando a serviço de tais movimentos”. A pesquisa participante tem o objetivo de envolver os interesses da comunidade e solucionar verdadeiros problemas enfrentados, para serem analisados posteriormente; porém, o pesquisador, juntamente com os membros da comunidade, precisa ter interesse para alcançar informações necessárias ao estudo.

Brandão e Borges (2007, apud NOVAES; SOUZA; DRUMMOND, 2019, p. 41) descrevem a aplicação do método da pesquisa participante, afirmando que:

É aplicada em diversas frentes, como no ensino, nos serviços à comunidade, na saúde, na educação popular, na emancipação de grupos oprimidos. Existem diversas abordagens e aplicabilidade sem que haja um modelo ou uma metodologia científica únicos, comum a todas as abordagens da pesquisa participante.

A pesquisa participante é flexível e adaptável. A partir do momento em que a população investigada é coesa e tem consciência do problema a ser enfrentado, poderá buscar resolvê-lo mesmo sem a presença do pesquisador; para isso, deve conhecer os passos metodológicos que devem ser seguidos. Nem sempre as ações planejadas são encontradas nas propostas da pesquisa, daí a flexibilidade para sofrer alguma alteração no seu desenvolvimento e aplicação (TUMELERO, 2019).

Gil (2002, p. 149) apresenta um modelo para auxiliar a pesquisa participante, que se divide em quatro fases, a saber:

- a) montagem institucional e metodológica;
- b) estudo preliminar e provisório da região e da população pesquisadas;
- c) análise crítica do problema;
- d) aplicação de um plano de ação.

A pesquisa participante não se encerra com a entrega de um relatório, mas com possibilidades de ações que possibilitem novas perspectivas à população estudada e o surgimento de novas pesquisas a esse grupo. Seus resultados não são conclusivos, mas provocam nova problematização, exigindo novas ações (GIL, 2002).

A partir dessas concepções, a pesquisa se caracteriza como qualitativa, considerada uma abordagem mais abrangente na pesquisa, pois permite ao pesquisador explorar e compreender experiências, percepções, opiniões e significados subjacentes dos estudantes. Além disso, permite abordar questões que não podem ser quantificadas ou medidas simplesmente por meio de números. A pesquisa participante, valoriza a participação ativa dos indivíduos ou grupos que estão sendo pesquisados. Envolve os participantes no processo de pesquisa, dando-lhes voz e poder de decisão. Além disso, pode levar a resultados mais válidos e confiáveis, uma vez que os participantes têm conhecimento da sua própria realidade e contribuem com uma riqueza de informações que o pesquisador pode não ser capaz de obter sozinho. Dessa forma, as pesquisas agregam-se a situações vivenciadas em sala de aula, de forma a facilitar o entendimento da explicação de algum fenômeno observado na atividade e conta com o envolvimento do professor-pesquisador com o grupo investigado. Dessa forma, a pesquisa qualitativa e participante é a mais adequada para o desenvolvimento das atividades experimentais construtivistas, pois permite uma compreensão mais aprofundada, envolvimento ativo dos participantes, contextualização adequada, flexibilidade e validade interna.

4.2 Instrumentos

Como mencionamos, as abordagens qualitativa e participante vêm ao encontro do que pretendemos desenvolver neste estudo. O ponto de partida é estimular o estudante a pensar e analisar de uma forma crítica o que está ao seu redor e, diante disso, envolver os interesses da população estudada, com o objetivo de solucionar o problema.

No prosseguimento da pesquisa, selecionamos alguns instrumentos para a geração de dados, que possibilitaram a análise e podem fundamentar possíveis discussões. A escolha desses instrumentos foi pontuada conforme os objetivos, para solucionar problemas da investigação e buscar novos conhecimentos pelos sujeitos. Assim, para a montagem do conjunto de dados da pesquisa, adotamos como instrumentos de coleta o diário de registro, confeccionado pelo professor-pesquisador, com a função de registrar informações pertinentes à pesquisa e reflexões sobre as atividades elaboradas pelos estudantes, conforme a execução da proposta, incluindo os materiais produzidos durante as atividades pelos estudantes.

A importância do diário de registro para o pesquisador é possibilitar o registro dos relatos diários das atividades e das observações. Essa ferramenta permite engrandecer o conhecimento do pesquisador por meio das informações e ações propostas.

Zabalza (2004, p. 15) diz que “são os documentos em que os professores e professoras anotam suas impressões sobre o que está acontecendo em suas aulas”. O autor também esclarece que o diário de registro não precisa ser uma atividade diária, mas apenas para manter uma continuidade da coleta e escrita. O conteúdo fica a critério de quem escreve, de forma que seja entendido e relevante. Zabalza (2004) menciona, ainda, a importância de o pesquisador escrever, independentemente do ambiente em que se encontra, o que auxilia no aprendizado. Segundo o referido autor,

Como acontece com qualquer instrumento técnico pertencente ao campo da pesquisa educacional, os diários podem ser empregados tanto com uma finalidade mais estritamente investigadora (como recurso destinado a incrementar o conhecimento disponível no campo educacional) como com uma finalidade mais orientada para o desenvolvimento pessoal e profissional dos professores (ZABALZA, 2004, p. 19).

Cañete (2010, p. 61) menciona que “a escrita do diário está diretamente relacionada ao ato de pensar, uma vez que o processo de escrever envolve a integração de um conjunto de representações expressos em símbolos”. Segundo Zabalza, (1994, apud CAÑETE, 2010, p. 61), “a análise dos diários de professores permite compreender como funciona esse instrumento e

que tipo de seleção de acontecimentos fazem os professores que participam na experiência, qual o aspecto da dinâmica de suas aulas e de sua própria experiência profissional mais relevante”.

O diário de registro geralmente ocorrem a cada final de aula, com a finalidade de descrever a aula e mencionar seus objetivos, analisar a atividade desenvolvida pelos estudantes e tecer comentários acerca do desenvolvimento da atividade pelos estudantes.

Outro instrumento importante por nós usado como fonte de dados se refere aos materiais produzidos pelos estudantes durante a realização das atividades experimentais, dos quais trataremos mais adiante.

4.3 Procedimentos de análise

Seguindo o plano de pesquisa, os dados foram obtidos durante a execução da proposta didática, por meio dos instrumentos de coleta apresentados no tópico anterior, conforme demonstra a Figura 1:

Figura 1 - Instrumentos de coleta de dados



Fonte: Autor, 2023.

Desse modo, a análise de dados foi desenvolvida por meio do diário de registro, no qual, de forma detalhada e enriquecedora, o professor registrou as etapas e tarefas desenvolvidas nas atividades experimentais. O diário de registro possibilitou as anotações dos experimentos, dos problemas enfrentados na aplicação da atividade, das soluções, das ideias, das falas, dos comentários e hipóteses criadas, de modo a relatar todo o andamento da atividade, da organização, das informações e colocar em prática as ações planejadas, com objetivo de serem desenvolvidas pelos estudantes. No mesmo sentido, o registro diário das atividades

experimentais de Biologia promoveu a reflexão e fortalecimento do planejamento, haja vista que um bom planejamento torna a experimentação prazerosa e possibilita o comprometimento dos estudantes na realização das atividades propostas.

Além do registro feito no diário, foram analisados os materiais produzidos pelos estudantes, durante a execução do conjunto de atividades experimentais, tais como textos, relatórios, experimentos, resultados das análises. Esses materiais são importantes instrumentos na produção de dados, de forma a contribuir na ação e desenvolvimento da atividade experimental.

Para verificar se houve indício de aprendizagem, os estudantes desenvolvem as atividades experimentais buscando usar o conhecimento prévio do assunto a ser discutido. Nesse contexto, buscamos avaliar se o estudante seria capaz de operar o que foi planejado, manusear equipamentos, testar hipóteses, ser ativo e engajado com a atividade em grupo. Com base nos dados levantados e atividades propostas, nosso intento é analisar a assimilação e avaliar se o objetivo predefinido foi alcançado pelos estudantes.

5 A PROPOSTA E O PRODUTO EDUCACIONAL

Neste capítulo, descreve-se a proposta do Produto Educacional (PE), disponível em <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/741427>, como um recurso para enriquecer o processo de aprendizagem dos estudantes e fortalecer as atividades experimentais construtivistas no ensino de Biologia. Além disso, intentamos oferecer uma ferramenta que permita aos estudantes aprimorar seus conhecimentos, de forma diferenciada e adaptada às suas necessidades. A proposta é constituída pelas discussões iniciais do PE e pelas propostas de atividades construtivistas.

5.1 Discussões iniciais do Produto Educacional

As discussões iniciais do PE com atividades experimentais construtivistas para o ensino de Biologia envolvem diferentes aspectos, incluindo os objetivos do produto, o público-alvo, tópicos abordados e a abordagem construtivista utilizada.

O objetivo das atividades propostas é levar os estudantes a buscar respostas para suas dúvidas, organizar meios que possam aguçar sua curiosidade, criando e manipulando seu próprio experimento. Nesse sentido, o fornecimento de atividades experimentais e imersivas de aprendizado de Biologia promove a compreensão dos conceitos, por meio da experimentação, estimula o interesse dos estudantes pela Biologia e para desenvolver habilidades práticas, como a observação e análise de dados.

Com base no público escolhido, é necessário adaptar as atividades experimentais de acordo com o nível de conhecimento e habilidades do estudante. Em nosso caso, o PE foi desenvolvido na forma de atividades experimentais de Biologia, direcionada para estudantes da primeira série do Ensino Médio.

Outro ponto a ser considerado é a seleção dos tópicos a serem abordados nas atividades experimentais construtivistas de Biologia. Esses tópicos devem estar alinhados ao currículo escolar e ser relevantes para o desenvolvimento do conhecimento científico dos estudantes.

Por fim, a discussão deve focar a abordagem construtivista adotada no PE; a abordagem construtivista enfatiza a construção de conhecimento pelos estudantes, por meio de atividades experimentais. Dessa forma, o uso das atividades experimentais, possibilita que os estudantes façam descobertas e tirem suas conclusões.

Dessa forma, um PE com propostas de atividades experimentais construtivistas de Biologia deve considerar: objetivos, público-alvo, tópicos abordados e a própria abordagem construtivista utilizada.

5.2 Propostas de atividades experimentais construtivistas

A atividade experimental é uma proposta de atividade construtivista na qual os estudantes participam ativamente do processo de aprendizagem, realizando experimentos práticos. O professor tem o papel de mediador e facilitador da aprendizagem, criando um ambiente de ensino que estimule a participação ativa dos estudantes, promovendo a discussão, a reflexão e a construção conjunta de aprendizado. Rosa (2011) menciona que a atividade experimental tem como finalidade apresentar uma proposta da construção do conhecimento, por meio do construtivismo.

Segundo Malacarne e Strieder (2009), a experimentação tem o potencial de motivar os estudantes, incentivar a reflexão sobre os temas propostos, estimular a sua participação ativa no desenvolvimento da aula e contribuir para a possibilidade efetiva de aprendizagem.

Essa atividade é uma oportunidade para os estudantes aplicarem, na prática, os conhecimentos teóricos adquiridos, além de desenvolverem habilidades como observação, análise, interpretação de resultados e trabalho em equipe. Os estudantes seguem um roteiro-guia ou procedimento estabelecido pelo professor, que inclui a explicação do objetivo do experimento, a descrição das etapas a serem seguidas, o registro dos dados obtidos e a análise dos resultados. Segundo Rosa (2011), o roteiro-guia para os estudantes poderá ser descrito oralmente ou impresso pelo professor, com o objetivo de facilitar a explicação do experimento e dar mais suporte didático ao desenvolvimento da atividade experimental.

O experimento pode ser realizado em grupo, dependendo da complexidade e do objetivo da atividade. Os estudantes são incentivados a fazer observações, formular hipóteses, planejar e executar o experimento, registrar e analisar os dados obtidos e tirar conclusões a partir dos resultados. Além disso, a atividade experimental construtivista também proporciona aos estudantes desenvolverem habilidades de organização, planejamento e comunicação entre eles, uma vez que é necessário preparar materiais, organizar experimentos e redigir um relatório com os resultados e conclusões. Dessa forma, a atividade experimental construtivista contribui para uma aprendizagem mais relevante, permitindo que os estudantes compreendam de forma prática e concreta os conceitos estudados, além de promover o desenvolvimento de habilidades, indivíduos mais ativos, criativos e participativos na sociedade.

No caso do presente estudo, adotou-se a proposta de Rosa (2011), que estrutura a experimentação construtivista em três etapas: pré-experimental, experimental e pós-experimental. Nessa perspectiva, selecionamos um conjunto de atividades experimentais, a serem desenvolvidas nas aulas experimentais de Biologia, de forma que o professor esteja atento aos seguimentos dos conteúdos ministrados teoricamente em sala de aula. Essas atividades foram realizadas em seis encontros: no primeiro, apresentamos o modelo e os temas contemplados durante a realização das atividades experimentais; os outros cinco encontros foram voltados à realização e desenvolvimento das atividades experimentais. Cada experimento seguiu a proposta de Rosa (2011), que divide os procedimentos da atividade experimental nas três etapas citadas. A duração de cada aula foi de cinquenta minutos.

Na sequência, passamos a detalhar cada tema abordado no PE.

5.2.1 Microscopia da célula da cebola

Etapa Pré-experimental

A cebola (*Allium cepa*) é uma das hortaliças mais cultivadas e antigas do mundo, originária do centro da Ásia, utilizada como alimento, tempero e remédios. Atua como antioxidante e contém compostos com presença do elemento químico enxofre. Possui uma produção anual, em relação aos bulbos, e bienal, em relação à produção de sementes. O bulbo é composto por folhas modificadas externamente (secas) e internamente (carnosas), chamadas de catófilos. Entre os catófilos internos, ocorre a presença da epiderme, uma fina película, facilmente observável e constituída por uma só camada de células (LOPES, 2014). As estruturas que podem ser observadas ao microscópio simples são: a parede celular, a membrana plasmática e o citoplasma.

Nessa atividade, os estudantes discutiram entre eles e procuraram identificar a melhor forma de realizar a observação de estruturas celulares em amostras de tecido da cebola, anotando o que pode ser identificado, segundo as discussões do grupo, sendo apresentados os materiais que usarão na atividade experimental, como: cebola roxa, pinça histológica, água destilada, lâmina e lamínula, conta-gotas, tira de papel filtro, microscópio.

Antes de iniciar a atividade experimental, os estudantes reconheceram o funcionamento do microscópio e visualizaram melhor a estrutura da célula, a fim de poder pensar e discutir com o seu grupo o seguinte: Como fará para retirar a epiderme da cebola? Qual a característica mais importante a ser considerada como eficácia na observação de um material analisado em microscopia óptica? Quais as unidades de medidas para saber as dimensões de uma célula?

Após, o professor discuti com os grupos o seguinte: Com o auxílio do microscópio, foi notado algum detalhe que a olho nu não foi percebido? Houve alguma alteração? Que conhecimento o estudante precisa para entender a estrutura da célula?

Etapa experimental

Nesta etapa, os estudantes se organizaram e atribuíram responsabilidades para cada membro do grupo. Um estudante ficou responsável pela retirada da epiderme da cebola. Outro responsável de preparar a lâmina com a epiderme, lamínula e água. Outro visualizou o material ao microscópio e outro recebeu as informações e fará as devidas anotações. Após o consenso entre os estudantes de quem vai fazer o que, cabe pensar em como fazer. A ideia é que a equipe permaneça próxima, com todo o material na bancada e cada componente seja responsável pela sua atividade a ser desenvolvida.

Etapa pós-experimental

Nesta etapa da conclusão da atividade experimental, os estudantes expuseram seus resultados e os colocaram em discussão com os demais estudantes. Rosa (2011) descreve que essa é uma das etapas que exigem um tempo considerável para sua realização, pois é o momento em que o estudante está cansado, sendo necessários novos incentivos para poder concluir sua atividade.

Dessa forma, o estudante colocou em questão: Qual estrutura da célula foi observada ao microscópio? O resultado encontrado na observação das amostras foi o esperado pelo grupo? Após esses questionamentos, o grupo irá registrar suas conclusões sobre a observação de estruturas celulares em amostras de tecido da cebola e atribuirão um nome a sua atividade experimental. O próximo passo será o momento de discutir com os colegas de outros grupos sobre o que encontraram, justificando seus resultados e, após todos apresentarem, registrar os comentários finais da atividade realizada.

5.2.2 Densidade da glicose em refrigerante

Etapa pré-experimental

A densidade da matéria determina a quantidade de massa existente em um determinado volume. É de grande utilidade na Química e Biologia, auxiliando na determinação de outras propriedades da matéria, como a determinação da glicose presente no refrigerante. Influencia diretamente na força peso de cada corpo ou substância e, dessa forma, o objeto ou fluido de

maior densidade terá uma força e peso maior e afundará no recipiente (LISBOA, 2016). Na visão de Chang e Goldsby (2013, p. 40), a densidade é “definida como a massa de um objeto dividido pelo seu volume, é uma propriedade intensiva, assim como a temperatura”. O valor da densidade da água corresponde a 1,0 g/ml na temperatura de 4°C. A forma utilizada para medir a grandeza é por meio da imersão da substância em água. A lata de refrigerante com maior densidade ficará submerso e o de menor densidade ficará imerso.

Nessa atividade, realizou-se a observação da densidade de refrigerante lacrado com açúcar e sem açúcar sobre a água, anotando o que pode ser identificado, segundo as discussões em grupo. Momento que o estudante pensa e discute com os demais estudantes: Qual é a densidade da glicose no refrigerante? Como a densidade da glicose no refrigerante afeta sua capacidade de flutuar ou afundar na água? Como a densidade da glicose afeta a textura e a sensação de viscosidade do refrigerante? Os materiais que usarão na referida atividade experimental são: balde com água, lata de refrigerante normal e *diet* lacradas e copos.

Antes de iniciar a atividade experimental, o estudante deve prestar atenção e discutir com o grupo: O que pode acontecer quando colocadas a lata de refrigerante normal e a *diet* no balde com água, foi observado algo diferente? Por que isso acontece? Depois de abertas as latas de refrigerantes, qual delas faz mais espuma? Por quê? Considerando que os alunos tenham a curiosidade em saber, quantos gramas de açúcar uma lata de 350 ml de refrigerante normal, apresenta? E a *diet*? A quantas colheres de açúcar equivale?

Etapa experimental

Nessa etapa, os estudantes se organizaram e atribuíram responsabilidades para cada membro do grupo. Um estudante ficou responsável de colocar as latas de refrigerantes sobre a água. Outro responsável de abrir as latas de refrigerantes e colocar nos copos. Outro observou a quantidade de açúcar em cada lata de refrigerante e um quarto recebeu as informações e fez as anotações. Após o consenso entre os estudantes de quem vai fazer o que, cabe pensar em como fazer. A ideia é que a equipe permaneça próxima, com todo o material na bancada e cada componente seja responsável pela sua atividade a ser desenvolvida.

Etapa pós-experimental

Nessa etapa da conclusão da atividade experimental, os estudantes fizeram exposição dos seus resultados e os colocaram em discussão com os demais estudantes.

Para estimular a discussão nos grupos, colocou-se em questão: Se ambas as latas possuíam tamanhos iguais e são feitas do mesmo material (alumínio), por que possuem

densidades diferentes? O resultado encontrado na observação da densidade da glicose foi o esperado pelo grupo? Após esses questionamentos, o grupo registraram suas conclusões sobre a observação da densidade da glicose em refrigerante e atribuirá um nome para sua atividade experimental. O próximo passo será o momento de discutir com os colegas de outros grupos sobre o que encontraram, justificando seus resultados e, após todos apresentarem, registraram os comentários finais da atividade realizada.

5.2.3 A ação da enzima catalase

Etapa pré-experimental

Nessa atividade, os estudantes discutiram entre eles e procuraram identificar a ação da enzima catalase no fígado bovino, responsável por degradar o peróxido de hidrogênio. O termo ‘enzima’ passou a ser usado no século XIX, provavelmente em 1850, por Louis Pasteur, que concluiu que a fermentação do açúcar em álcool era catalisada por “fermentos” inseparáveis das estruturas celulares das leveduras e que as enzimas seriam indispensáveis aos seres vivos (TONOLLI; FRANCO; SILVA, 2021). Segundo Bettelheim et al. (2017, p. 93) as enzimas “são moléculas grandes que aumentam as velocidades das reações químicas sem que elas mesmas sofram nenhuma mudança”.

Nessa atividade experimental, foram usados os seguintes materiais: pedaços de fígado bovino cru e cozido, suco de limão, conta gota, água oxigenada volume 10, pires ou placa de petri. Antes de iniciar a atividade experimental, discutiu-se o seguinte: Por que a água oxigenada borbulha quando colocada sobre um pedaço de fígado bovino cru? Houve alteração no pedaço cozido? De quais conhecimentos os alunos precisam para entender o funcionamento da ação da catalase no fígado bovino?

Etapa experimental

Os estudantes tiveram que pensar, antes de iniciar a atividade, discutindo as possíveis questões em grupo. O que são enzimas? Por que o fígado cru reage quando colocado peróxido de hidrogênio sobre ele e o mesmo não se observa quando colocado sobre o fígado cozido ou com limão? Considerando que o estudante tenha curiosidade em saber, por que o peróxido de hidrogênio (água oxigenada), vendido nas farmácias como antisséptico, apresenta no frasco a indicação volume 10, para aplicação caseira, enquanto o volume 20 é utilizado em hospitais?

Os estudantes se organizaram e atribuíram responsabilidades para cada membro do grupo. Um estudante ficou responsável de preparar os pires, um com pedaço de fígado bovino

cru, outro com pedaço de fígado bovino cozido e outro com fígado cozido e com suco de limão. Outro estudante ficou responsável de acrescentar o peróxido de hidrogênio sobre os pedaços de fígado, acomodados nos referidos pires. Um terceiro, juntamente com os demais, interpretaram suas observações e um quarto estudante recebeu todas as informações para as devidas anotações. Após o consenso entre os estudantes de quem vai fazer o que, cabe pensar em como fazer. A ideia é que a equipe permaneça próxima, com todo material na bancada e cada componente seja responsável pela atividade a ser desenvolvida.

Etapa pós-experimental

Nesta etapa da conclusão da atividade experimental, os estudantes fizeram exposição dos seus resultados e os colocaram em discussão com os demais.

Os estudantes colocaram em questão: Qual o motivo de ter formado espuma em pedaço de fígado cru, enquanto o fígado cozido não formou? O resultado observado no experimento sobre catalase no fígado bovino foi o esperado pelo grupo? Após esses questionamentos, o grupo registrou suas conclusões sobre a ação da enzima catalase no fígado bovino e atribuirá um nome para sua atividade experimental. O próximo passo será o momento de discutir com os colegas de outros grupos o que encontraram, justificando seus resultados e, após todos se apresentarem, registrar os comentários finais da atividade realizada.

5.2.4 Extração do DNA da banana

Etapa pré-experimental

O material genético encontrado nos seres vivos apresenta todas as informações genéticas que determinam as características de um indivíduo. O ácido desoxirribonucleico (DNA) forma uma dupla hélice; essa descoberta da estrutura do DNA permitiu aos cientistas concluir que as informações genéticas podem ser passadas de pai para filho. Segundo Starr et al. (2011, p. 48) o DNA “contém todas as informações necessárias para construir uma nova célula e, no caso de organismos pluricelulares, um indivíduo inteiro”. As informações genéticas são encontradas no núcleo da célula e cada espécie possui seu número exato de cromossomos, compostos por pentose, base nitrogenada e grupo fosfato.

Nessa atividade, os estudantes discutiram entre eles e procuraram identificar a melhor forma de realizar a observação do material genético da banana, anotando o que pode ser identificado, segundo as discussões do grupo. Os materiais que usaram nessa atividade são: banana madura, álcool, cloreto de sódio, detergente e jogo lúdico do DNA.

Antes de iniciar a atividade experimental, o estudante reconheceram a importância da maceração da banana madura, para visualização do material formado no tubo de ensaio e, dessa forma, discutir com seu grupo o seguinte: Por que a banana deve ser macerada na obtenção do DNA? De quais conhecimentos precisamos para entender sobre a formação da estrutura do DNA da banana? Qual o papel do detergente utilizado na atividade? De que é composta a molécula de DNA? Qual é o papel do sal de cozinha no experimento? Qual é o papel do álcool no experimento?

Os estudantes tiveram que pensar, antes de iniciar a atividade, discutindo as possíveis questões em grupo: Se você utilizasse um liquidificador ou um processador de alimentos para macerar as frutas e os alimentos, o resultado seria o mesmo, se comparado à maceração mecânica utilizada nessa aula prática? O resultado encontrado na extração do DNA da banana foi o esperado pelo grupo? Registrar as conclusões do grupo sobre a extração do DNA da banana. Pensem em um nome para a atividade experimental, registrando.

Etapa experimental

Nessa etapa, os estudantes se organizaram e atribuíram responsabilidades para cada membro do grupo. Um componente fez a maceração da banana em um saco plástico; outro que preparou as soluções nos béqueres; outro que auxiliou nas etapas do experimento e um quarto que recebeu as informações e fez as anotações. Após o consenso entre os estudantes de quem fez o que, cabe pensar em como fazer. A ideia é que a equipe permaneça próxima, com todo material na bancada e cada componente seja responsável pela sua atividade a ser desenvolvida.

Etapa pós-experimental

Na etapa da conclusão ou pós-experimental, os estudantes expuseram seus resultados e os colocaram em discussão com os demais estudantes. Pode-se colocar em questão: Qual o motivo de ter formado estruturas filamentosas na parte superior do tubo de ensaio? O resultado observado no experimento sobre a extração de DNA da banana foi o esperado pelo grupo? Após esses questionamentos, o grupo irá registrar suas conclusões sobre o DNA da banana e atribuirão um nome a sua atividade experimental. O próximo passo foi o momento de discutir com os colegas de outros grupos sobre o que encontraram, justificando seus resultados e, após todos apresentarem, registrar os comentários finais da atividade realizada.

5.2.5 Detecção do amido nos alimentos

Etapa pré-experimental

Os carboidratos são biomoléculas mais abundantes na natureza, essenciais para o funcionamento do organismo e fornecimento de energia. Dentre as classificações dos carboidratos, o amido é um polissacarídeo que funciona como fonte de reserva energética para os vegetais, sendo encontrados em grãos, raízes e tubérculos.

Segundo Bettelheim et al. (2017, p. 1) os carboidratos são compostos orgânicos que “atuam como armazém de energia química (glicose, amido, glicogênio) são componentes das estruturas de sustentação das plantas (celulose), nas conchas dos crustáceos (quitina) e nos tecidos conectivos dos animais e componentes essenciais dos ácidos nucléicos”.

O amido apresenta uma constituição química formada pelos elementos químicos carbono, hidrogênio e oxigênio. Estruturalmente, é formado por uma mistura de dois polímeros de glicose, produzidos durante a fotossíntese: a amilose e amilopectina. Segundo Denardin e Silva (2009, p. 946), “a amilose possui a capacidade de interagir com o iodo, produzindo complexo de inclusão helicoidal com aproximadamente seis moléculas de amilose por giro, no qual o iodo se encontra na cavidade central da hélice”.

Nessa atividade, os estudantes discutiram entre eles e procuraram identificar a melhor forma de detectar a presença de amido nos alimentos. Os materiais que usaram nessa atividade experimental são: conta-gotas, colher, tintura de iodo, pires ou placa de petri, arroz cozido, açúcar, maisena, farinha de trigo e de mandioca, batata, mandioca, bolacha salgada e doce, sal, leite, papel ofício e filtro, laranja e banana.

Antes de iniciar a atividade experimental, cada grupo pensou e discutiu o seguinte: De que forma a tintura de iodo pode determinar a presença de amido em alimentos vegetais, enquanto o alimento animal não é detectado? Quais conhecimentos o estudante necessita para entender a detecção de amido no alimento? Será que pode ser usado outro corante para detectar amido no alimento? Qual a composição química do amido? Qual sua importância para os vegetais? É possível identificar produtos adulterados com presença de amido?

Etapa experimental

Nesta etapa, os estudantes se organizaram e atribuíram responsabilidades para cada membro do grupo. Um estudante ficou responsável por transferir as amostras para as placas de petri, um outro será responsável de etiquetar os pires com os nomes das amostras, um terceiro ficou responsável de acrescentar a tintura de iodo com o conta-gotas nas amostras e um quarto

recebeu todas as informações para as devidas anotações. Após o consenso entre os estudantes de quem fez o que, cabe pensar em como fazer. A ideia é que a equipe permaneça próxima, com todo material na bancada e cada componente seja responsável pela sua atividade a ser desenvolvida.

Nesta etapa da conclusão da atividade experimental, os estudantes fizeram a exposição dos seus resultados e os colocaram em discussão com os demais estudantes. Pode-se colocar em questão: Qual a função desempenhada pelo iodo durante o experimento? O resultado encontrado na observação das amostras foi o esperado pelo grupo? Após esses questionamentos, o grupo irá registrar suas conclusões sobre a detecção de amido nos alimentos e atribuirão um nome para sua atividade experimental. O próximo passo será o momento de discutir com os colegas de outros grupos sobre que encontraram, justificando seus resultados e, após todos apresentarem, registrar os comentários finais da atividade realizada.

5.3 A implementação

Neste subcapítulo, será mostrado o local da implementação da proposta, os participantes das atividades experimentais, o cronograma da aplicação e os relatos das atividades desenvolvidas em cada encontro. Conforme já exposto, a proposta é constituída pelas seguintes atividades: apresentação da proposta de trabalho aos estudantes; microscopia da célula da cebola; densidade da glicose em refrigerante; a ação da enzima catalase; extração do DNA da banana; detecção do amido no alimento.

5.3.1 O local

As atividades experimentais de Biologia foram desenvolvidas na Escola Estadual de Ensino Médio em Tempo Integral 4 de Janeiro (E.E.E.M.T.I. 4 de Janeiro), situada no bairro Aponiã, no município de Porto Velho-RO. Essa escola atende ao Ensino Médio, com as disciplinas da Base Nacional Comum, da Parte Diversificada (História de Rondônia, Geografia de Rondônia, Sociologia, Filosofia) e Itinerário Formativo (Projeto de Vida, Trilhas de Aprofundamentos, Eletivas).

A escola estava concluindo as matrículas do ano de 2023 e forneceu uma prévia em relação ao número de estudantes: aproximadamente 330 estudantes no Ensino Médio, sendo 120 nos primeiros anos, 120 nos segundos anos e 90 nos terceiros anos, de forma a atender um número aproximado de 30 alunos por sala de aula.

Essa instituição escolar não possui a estrutura física de um Laboratório de Ciências, para que possam ser desenvolvidas as atividades experimentais, porém possui um laboratório móvel de ciências. Preocupada com essa carência de espaço do laboratório, a gestão escolar disponibilizou uma sala de aula ampla, para atender à execução dessas atividades com mais segurança. A escola também possui Laboratório de Informática e a Biblioteca, para que os estudantes possam desenvolver suas pesquisas.

A escola apresenta ao todo 11 de salas de aula; há poucos equipamentos eletrônicos para auxiliar no desenvolvimento das aulas teóricas e também nas atividades experimentais, como datashow e caixas de som. Existe uma grande preocupação por parte da gestão e dos professores em relação à segurança dos estudantes nas aulas experimentais. Foi adotado o protocolo de segurança e a permanência dos estudantes na sala de atividade experimental somente no horário de aula, ou com a presença de um funcionário da escola para acompanhar os estudantes e evitar que haja algum acidente.

No Ensino Médio Integral, as aulas de atividades experimentais ocorrem no período oposto à aula teórica; na nova matriz curricular do Ensino Médio Integral, as atividades experimentais estão distribuídas em um quantitativo de quatro aulas semanais nos primeiros, três nos segundos e duas aulas nos terceiros anos.

5.3.2 Os participantes

Para a aplicação das atividades experimentais, foi selecionado uma turma da primeira série do Ensino Médio, devidamente matriculados na escola, composta por 30 alunos com idades entre 14 e 15 anos e que são estudantes vindos de outros estabelecimentos de ensino do município. Como professor-orientador dessa turma nas aulas teóricas e nas atividades experimentais de Biologia, optei por escolhê-la por ser a mais participativa e comprometida com as atividades propostas. Ao observar o número expressivo de estudantes na turma selecionada, foram convidados aqueles que tivessem interesse em participar das atividades experimentais desenvolvidas na aplicação da proposta do nosso PE. Após a aula, 15 alunos nos procuraram para confirmar sua participação no projeto, comprometendo-se a participar das atividades experimentais.

Para que os estudantes pudessem desenvolver suas atividades experimentais com mais habilidade, seguiram as orientações contidas no roteiro-guia, contemplando toda a atividade, no intuito de auxiliá-los mais autônomos no desenvolvimento de suas atividades. O roteiro-guia

contribui para que os estudantes tenham sequências nas atividades, o que possibilita realizar os experimentos e comprovar suas hipóteses.

Vale salientar que, tendo em vista que as atividades sejam desenvolvidas com mais êxito, é necessário que os estudantes sejam ativos e autônomos, de forma que possam realizar trocas de informações e contribuam tanto par sua própria aprendizagem quanto para a demais estudantes. Cada estudante tem seu ritmo e tempo de estudo para a execução e desenvolvimento da atividade experimental, processo que mostrará a habilidade do estudante e promoverá seu estímulo para exercer função distinta nas atividades seguintes.

5.3.3 O cronograma

Na elaboração do cronograma da aplicação das atividades experimentais, vale ressaltar que o ambiente usado para a experimentação foi uma sala de aula adaptada, que favorece a realização das aulas com grupo pequeno de estudantes. A aplicação das atividades experimentais parte da ideia que o estudante deve construir seu conhecimento, estruturado nas três etapas (pré-experimental, experimental e pós-experimental), conforme a proposta de Rosa (2011).

O Quadro 2, a seguir, apresenta o cronograma da realização das atividades:

Quadro 2 - Descrição dos encontros realizados para aplicação das atividades experimentais

Encontro	Data	Períodos	Atividades
I	02/08/23	2	Apresentação da proposta de trabalho aos alunos. Explanação dos objetivos das atividades experimentais. Modelo Rosa: Conjunto de Atividades Experimentais Construtivistas. Importância da participação do aluno nas atividades experimentais. Leitura e assinatura do Termo Assentimento e Consentimento Livre e Esclarecido pelos alunos e responsáveis.
II	04/08/23	2	Atividade experimental 1: Microscopia da célula da cebola
III	07/08/23	2	Atividade experimental 2: Densidade em refrigerantes e outros materiais
IV	11/08/23	2	Atividade experimental 3: A ação da enzima catalase
V	14/08/23	2	Atividade experimental 4: Extração do DNA da banana
VI	18/08/23	2	Atividade experimental 5: Detecção de amido nos alimentos

Fonte: Autor, 2023.

Desse modo, as atividades experimentais foram aplicadas no período de 31 de setembro a 11 de agosto, em um total de seis encontros, às segundas-feiras e as sextas-feiras, com dois tempos seguidos de 50 minutos cada. A somatória de todos os encontros é de aproximadamente 10 horas/aula de aplicação das atividades experimentais.

5.4 Descrição das atividades

Durante os encontros, foi desenvolvido as atividades experimentais conforme apresentadas no Quadro 2. Assim, neste subcapítulo, foi descrito como aconteceram os encontros e o desenvolvimento de cada atividade, como também alguns aspectos vistos como importantes no momento dos encontros. Com esse propósito, o pesquisador fica atento as aplicações das atividades experimentais, registrando-as no diário de registro a cada encontro. Os encontros tiveram a participação de 15 estudantes e seguiram o cronograma apresentado, com duas atividades por semana (às segundas-feiras e às sextas-feiras), conforme o horário escolar da disciplina.

5.4.1 Primeira atividade: apresentação da proposta de trabalho aos estudantes

O primeiro encontro teve duração de dois tempos de 50 minutos cada, com objetivo de esclarecer aos participantes a proposta das atividades experimentais. A reunião começou com a apresentação do professor-pesquisador, descrevendo a carreira acadêmica, formação no curso de Biologia pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e a realização do curso de mestrado em Ciências e Matemática pela Universidade de Passo Fundo (UPF). Na sequência, foram explanados os objetivos das atividades experimentais: elaboração e aplicação do Modelo Rosa: conjunto de atividades experimentais construtivistas para o ensino de Biologia, de forma a contribuir no processo de ensino-aprendizagem, com vistas a despertar o interesse pela construção do seu conhecimento. Dando continuidade, foi apresentado o Modelo Rosa: Conjunto de Atividades Experimentais Construtivistas, tendo como proposta a elaboração de atividades experimentais construtivistas, usadas como ferramenta na construção dos conhecimentos, estruturada em três etapas: a pré-experimental, com finalidade de contextualizar o conhecimento e instigar o participante a buscar respostas para a atividade a ser desenvolvida; a experimental, que corresponde à execução; e a pós-experimental, que compreende o fechamento da ideia principal, descrevendo os desafios e as dificuldades no experimento.

A Figura 2 ilustra o momento da apresentação da proposta de trabalho aos participantes, descrevendo a aplicação das atividades experimentais com abordagem construtivista:

Figura 2 - Apresentação da proposta de trabalho aos alunos



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Continuando a apresentação, o professor-pesquisador fala sobre a importância da participação dos componentes nas atividades experimentais, seu comprometimento e a importância do trabalho em grupo. Nesse sentido, foi adotado a formação de três equipes, em todos os encontros (Grupos 1, 2 e 3), com a finalidade de desenvolverem e responderem às atividades propostas. Foi sugerido que o tempo de aplicação fosse dividido em três momentos: os primeiros 35 minutos para a introdução, 30 minutos para a execução e 35 minutos para a conclusão da atividade. Rosa e Rosa (2012, p. 5) consideram importante que, “ao iniciar uma atividade experimental, sejam proporcionadas ao estudante discussões que lhe mostrem os conhecimentos envolvidos no estudo”. Na sequência, foi lido o Termo de Consentimento Livre e o entregamos para que os alunos e seus responsáveis leiam, assinem e deem a devolutiva do Termo.

5.4.2 Segunda Atividade: *microscopia da célula da cebola*

Etapa pré-experimental

O segundo encontro teve como tema a microscopia da célula da cebola (*Allium cepa*), com auxílio do microscópio óptico.

Ao dar início à etapa pré-experimental, contextualizamos a origem da cebola, sua importância como alimento, tempero, remédio e como antioxidante no organismo. Sendo enfatizado que a cebola é formada por folhas modificadas chamadas de catófilos e que entre elas encontram-se a epiderme do vegetal, cujas células podem ser visualizadas ao microscópio

óptico. Dessa forma, foi necessário que os participantes tivessem conhecimento do funcionamento do microscópio, de forma a contribuir na visualização da estrutura celular.

Na sequência, os participantes foram organizados em grupos e instigados a pensar e a provocar um possível debate entre eles. Para isso, foi questionado: Quais detalhes podem ser notados ao microscópio que não podem ser vistos a olho nu na célula? Será que haverá alteração da estrutura? Qual a melhor ferramenta para estudar a estrutura celular? Como fazer para retirar a epiderme da cebola? Qual a característica mais importante a ser considerada de eficácia na observação de um material analisado ao microscópio óptico? Considerando que o participante tenha a curiosidade em saber o tamanho de uma célula, quais unidades de medidas são usadas em Biologia para reconhecer as dimensões de uma célula? Sobre essas perguntas, temos os seguintes registros no diário de registro:

As perguntas formuladas nessa etapa, conhecida como pós-experimental, são usadas como estratégias de coleta de informações. Momento que o pesquisador as utiliza, com finalidade de identificar parcialmente o conhecimento prévio do assunto, fazendo com que procurem as respostas e provoquem discussões a respeito da atividade a ser desenvolvida (DIÁRIO DE REGISTRO, 04/08/2023).

Essa etapa pré-experimental inclui a formulação de perguntas de investigação, contextualizando o assunto que está sendo debatido e contribui na revisão de literatura existente.

Etapa experimental

No prosseguimento da atividade, os grupos se organizaram e entre eles discutiram suas atribuições, quem ficaria responsável em retirar a epiderme da cebola; outro que preparasse a lâmina com a epiderme do vegetal, lamínula e água; outro que manuseasse o microscópio, para buscar o melhor campo de visualização, e outro que fizesse as devidas anotações. A sugestão é que o grupo ficasse próximo, com todo o material disponibilizado à mesa e cada componente responsável pela sua atividade. Os materiais disponibilizados foram: parte da cebola, pinça cirúrgica, lâmina, lamínula, pipeta, água e dois microscópios ópticos. Uma equipe ficou aguardando a outra finalizar sua observação ao microscópio, para poder realizar sua atividade.

A Figura 3 ilustra os participantes realizando a atividade experimental em grupo, retirando a amostragem da cebola e, posteriormente, sua visualização ao microscópio:

Figura 3 - “Amostra epidérmica da cebola”



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Ao iniciar as atividades a etapa experimental, seguindo o cumprimento de segurança do laboratório, foram distribuídos os equipamentos de proteção individual (EPI) aos estudantes. Sobre isso, temos o seguinte registro:

Ao receberem os equipamentos de proteção individual, observamos o contentamento dos participantes em usá-los e mostrarem um para os outros, pedindo para que o pesquisador iniciasse a atividade experimental e determinaram entre eles, que cada um teria sua função dentro do grupo (DIÁRIO DE REGISTRO, 04/08/2023).

Dentre as etapas, aquelas em que mais tiveram dificuldades foram a retirada da epiderme da cebola e a análise da lâmina ao microscópio óptico; houve dificuldade em encontrar o campo de visão mais adequado para a observação do material, mas conseguiram visualizar com orientação do professor-pesquisador.

Em seguida, os grupos começaram a desenvolver e responder os questionamentos sobre a observação da epiderme da cebola. As perguntas sugeridas foram:

1) Quais detalhes podem ser notados ao microscópio que não podem ser vistos a olho nu na célula? Será que haverá alteração da estrutura?

Grupo 1 - “A forma que as células são ao microscópio. Sim”.

Grupo 2 - “A olho nu vimos somente um tecido fino e transparente. Sim”.

Grupo 3 - “Conseguimos observar mais detalhes da célula vegetal ao microscópio. Sim”.

2) Quais conhecimentos e materiais podem ser usados para entender sobre a estrutura da célula?

Os grupos foram unânimes em apontar a citologia e o uso do microscópio óptico.

3) Como fazer para retirar a epiderme da cebola?

Grupo 1 - “Retiramos a casca da cebola, em seguida a epiderme, com o auxílio da pinça cirúrgica”.

Grupo 2 - “Descascamos a cebola, retiramos a parte externa e com o auxílio da pinça tiramos a epiderme”.

Grupo 3 - “Só conseguimos achar a epiderme, após retirarmos uma camada da casca”.

4) Qual a característica mais importante a ser considerada para a eficácia na observação de um material analisado em microscopia óptica?

Grupo 1 - “Que o material esteja, em bom estado”.

Grupo 2 - “O aumento da célula e qualidade na observação da célula”.

Grupo 3 - “Ela tem que está, em bom estado para que possamos observá-la melhor”.

5) Considerando que o aluno tenha a curiosidade em saber o tamanho de uma célula, quais unidades de medidas são usadas, em Biologia, para reconhecer as dimensões de uma célula?

Todos os grupos responderam que seria o milímetro a unidade de medida de uma célula; porém, corrigimos: micrômetro, nanômetro e ângstron.

Em seguida os alunos foram falando sobre os resultados encontrados.

6) O que observaram ao microscópio?

Grupo 1 - “Uma estrutura escamosa com pontinhos brancos”.

Grupo 2 - “Uma estrutura que lembrava a escama de peixe”.

Grupo 3 - “Uns pontos escuros ao redor da célula”.

7) O resultado encontrado na observação microscópica da célula vegetal foi o esperado pelo grupo?

Grupo 1 - “Sim! Porém, não veio o que esperávamos. Esperávamos que fosse uma célula inteira”.

Grupo 2 - “Sim! Imaginávamos que haveria alguma alteração”.

Grupo 3 - “Não! Esperávamos algo diferente”.

8) Conclusões do grupo sobre a observação microscópica da célula vegetal:

Grupo 1 - “Achamos interessante, conseguimos visualizar algo que a olho nu não conseguimos”.

Grupo 2 - “Observamos que a célula possui parede celular”.

Grupo 3 - “Muito interessante à execução e observação da célula”.

9) Qual o nome sugerido pelo grupo para a atividade experimental?

Grupo 1 - “Observação da epiderme da cebola”.

Grupo 2 - “A cebola por dentro”.

Grupo 3 - “Estrutura da célula da cebola”.

Etapa pós-experimental

Após a realização da atividade, os participantes discutiram o resultado em grupo, passando à etapa de pós-experimental, na qual trabalharam os resultados alcançados no desenvolvimento da atividade experimental, de forma a assimilar o fechamento da ideia principal que foi proposto, justificando seus resultados conforme os desafios e as dificuldades encontrados na conclusão do experimento: desafios na montagem da lâmina com o material da epiderme da cebola e a dificuldade em encontrar o campo a ser observado ao microscópio.

Na continuidade da atividade, foram realizadas discussões entre os grupos, com o ponto de vista de sua aplicação na experimentação e a importância na sua aprendizagem. Inicialmente, a preocupação dos estudantes era empregar os conceitos de forma correta e suas inquietações em explicar os passos do desenvolvimento de sua atividade; em vista disso, o professor deixou que manifestassem suas ideias e conclusões, para que, ao final, pontuasse suas observações, a saber:

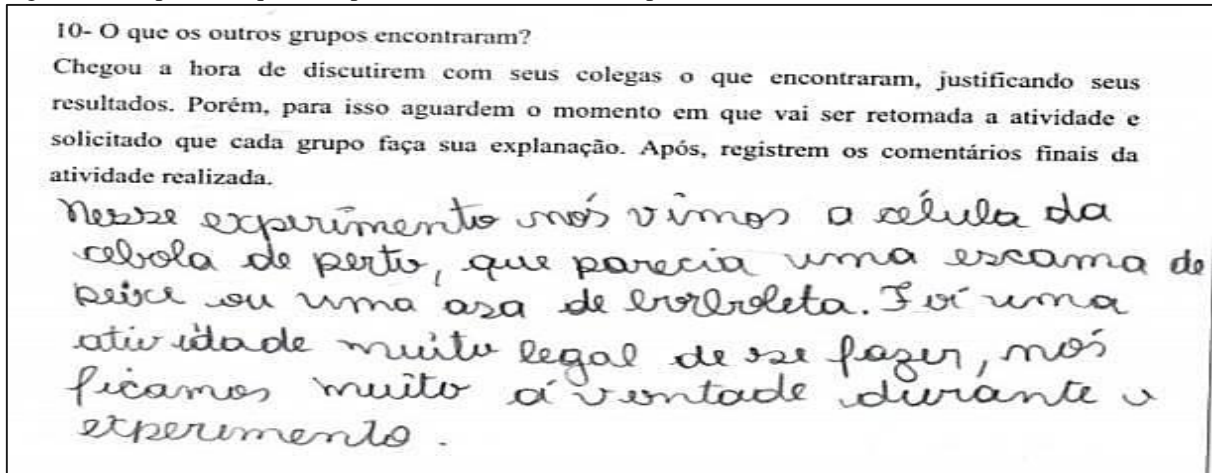
- a estrutura escura em forma de escama, corresponde à parede celular da célula vegetal; a parte interna, ao citoplasma e pontos visualizados possivelmente sejam o núcleo;
- o estudo das células só é possível por meio de conhecimento em citologia e auxílio da microscopia;
- a retirada da epiderme da cebola se dá pelo corte das duas pontas do tubérculo e, com as mãos, retira-se a folha modificada (catáfilo), a mais grossa, e a película fina, que é a epiderme do vegetal;
- as características mais importantes de um microscópio, que possibilitam uma visualização mais detalhada do material, são: sua capacidade de ampliação do objeto e seu poder de resolução;
- as unidades de medidas empregadas na microscopia são: micrômetro (milésima parte do milímetro), nanômetro (milésima parte do micrômetro) e ângstrom (décima parte do nanômetro).

O professor anotou as falas dos participantes em relação à atividade experimental, envolvendo a observação das estruturas celulares em amostras epidérmicas da cebola. Sobre isso, temos o seguinte registro:

Os integrantes comentaram ter observado paredes celulares, formadas por uma coloração mais escura ao seu redor e achatadas, com presença de gotas de água na lâmina e que as células faziam lembrar estruturas como escamas de peixes ou asas de insetos (DIÁRIO DE REGISTRO, 04/08/2023).

Na figura 4, abaixo, temos uma questão sobre a célula da cebola, estruturada no contexto da atividade e com o objetivo de criar elementos no aprendizado cognitivo dos participantes, de forma a sustentar novos conhecimentos e permitir debate sobre experimentação. Os participantes comparam a estrutura da célula vegetal, vista ao microscópio, com escama de peixe ou asa de inseto.

Figura 4 - Resposta da questão aplicada sobre a atividade experimental



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A atividade foi concluída com as falas de muitos estudantes, nas quais o professor-pesquisador percebeu a existência de conhecimentos prévios a respeito do assunto que estava sendo debatido; com a sua dedicação, os participantes conseguiram construir os passos de seu aprendizado a respeito da observação da estrutura da célula da cebola.

5.4.2.1 Reflexões da segunda atividade

A análise da atividade experimental ‘microscopia da célula da cebola’ envolve as três etapas: pré-experimental, experimental e pós-experimental.

Na etapa pré-experimental os estudantes foram instigados pelo professor a buscar respostas aos seus conhecimentos. Aqui, foi observado que os estudantes começaram a falar da importância da cebola, sua utilização como tempero e no auxílio à saúde. Dessa forma, o estudante buscou seus conhecimentos prévios para promover o desenvolvimento da atividade experimental, considerando que existe uma relação do conhecimento teórico com o desenvolvimento da experimentação. Os estudantes reconheceram que o material vegetal é formado por células e que estas são muito pequenas, só podem ser visualizadas ao microscópio. Comentaram que a célula vegetal é semelhante à célula animal, diferenciando em algumas

estruturas, como a parede celular. Explanaram que, devido à espessura, a epiderme da cebola não tem possibilidade de visualização e a ferramenta mais adequada para sua observação é o uso do microscópio. O professor percebe a curiosidade dos participantes em saber o tamanho aproximado da célula, conforme as medidas usadas no ensino de Biologia. Esses questionamentos permitiram realizar o resgate as concepções prévias dos estudantes sobre o tema abordado, possibilitando formular uma hipótese sobre a célula vegetal. Essa hipótese se baseia no que já conheciam, leram, e/ou visualizaram imagens; dessa maneira, comparam a célula vegetal a “uma escama de peixe”. Nesse momento, os estudantes pensaram em como realizar a atividade; assim, se agruparam e passaram a discutir a forma viável de como desenvolver a ação, dando início ao planejamento das ações que iriam desenvolver.

Na etapa experimental, após o planejamento das ações, os estudantes atribuíram deveres a cada membro do grupo. Aqui, o professor percebe aquele estudante que se sobressai aos demais em relação à organização e ao conteúdo. Dessa forma, as atribuições foram: que um estudante ficasse responsável pela retirada da epiderme da cebola; outro que preparasse a lâmina com a epiderme do vegetal; outro que manuseasse o microscópio e outro que fizesse as anotações pertinentes ao desenvolvimento da atividade. Ao término dessa etapa, foi percebido que cada grupo executou a atividade com bastante coerência, conforme o planejamento inicial.

Na etapa pós-experimental, os estudantes passaram a trabalhar os possíveis resultados alcançados na execução da atividade experimental, de forma a assimilar o fechamento da ideia principal que foi proposta, justificando seus resultados conforme os desafios e as dificuldades encontradas na conclusão do experimento. Em seguida, passaram a discutir o assunto abordado entre os grupos, sob ponto de vista de sua aplicação na experimentação.

A hipótese levantada a respeito da célula da cebola, segundo os estudantes, é que ela se assemelha a uma “escama de peixe”. Na realidade, os estudantes chegaram ao consenso de que a estrutura mais escura e periférica seria a junção da parede celular e membrana plasmática, a estrutura interna seria o citoplasma e o ponto claro seria o núcleo da célula.

Desse modo, os estudantes demonstraram compreender os conceitos da proposta da atividade de forma correta e explicar os passos da ação de forma a contribuir na sua aprendizagem. Inicialmente, a preocupação dos participantes era empregar os conceitos de forma correta e suas inquietações em explicar os passos do desenvolvimento de sua atividade; assim, os estudantes manifestaram suas ideias e conclusões, para que, ao final, o professor pontuasse as observações.

Os estudantes falaram sobre a importância da atividade experimental, como registrado abaixo:

A atividade nos chamou atenção pelo fato de manusearmos o material, a retirada da película fina da cebola e analisarmos ao microscópio. Poucas vezes tivemos essa liberdade em preparar o material e ao mesmo tempo analisá-la (DIÁRIO DE REGISTRO, 04/08/23).

Nas três etapas, o professor observa as diferentes visões de conhecimento dos estudantes a respeito da explanação da experimentação da microscopia da célula vegetal; foi percebido que os resultados são satisfatórios em relação aos conceitos. Algumas dúvidas surgiram, porém, no momento da socialização, um grupo foi complementando a ideia do outro e, dessa forma, o professor-pesquisador observou que houve aprendizagem por parte dos estudantes.

5.4.3 Terceira atividade: densidade da glicose em refrigerantes

O terceiro encontro teve como tema ‘densidade da glicose em refrigerantes’, envolvendo latas de refrigerantes lacradas, com açúcar e sem açúcar, balde plástico e copos.

Etapa pré-experimental

Ao dar início à etapa pré-experimental, o professor contextualiza os carboidratos e a importância da glicose no organismo, que é uma fonte energética para os seres vivos. Nesse sentido, é necessário conhecer sobre os carboidratos, atentando aos fatores que podem provocar alterações no organismo como a diabetes e na densidade da matéria. Dessa forma, foi necessário que os participantes compreendessem o motivo de cautela de certos alimentos serem consumidos pelas pessoas e a forma que influencia na densidade dos materiais, influenciando a flutuarem e outros não na superfície da água.

Na sequência, o professor separa os participantes em grupos, instigando-os a pensar e a provocar um possível debate entre eles. Foram questionados: Existe glicose nos refrigerantes dietéticos? A densidade da glicose é menor nos refrigerantes dietéticos comparados aos normais? Quais são os principais adoçantes utilizados nos refrigerantes dietéticos que substituem a glicose? O que pode acontecer quando colocada à lata de refrigerante normal na água? E a lata diet? Depois de abertas às latas de refrigerantes, quais delas produziu mais espuma quando colocada no copo? Por quê? Considerando que o participante tenha a curiosidade em saber, qual a quantidade de açúcar em uma lata de refrigerante normal de 220 ml? E em um refrigerante diet de mesmo volume?

No seguimento da atividade, o professor propõem que os grupos se organizassem e entre eles discutissem suas atribuições: quem ficou responsável em colocar as latas lacradas de refrigerantes no balde com água; outro que abrisse as latas de refrigerantes e as colocou nos

copos; outro que observou a quantidade de açúcar nas latas, e um quarto que recebia as informações para as devidas anotações. Depois de observarem a densidade das latas de refrigerantes, constataram o refrigerante diet apresentou uma densidade menor, flutuando, conforme ilustrado na Figura 5:

Figura 5 - “Densidade das latas de refrigerantes”



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Etapa experimental

Ao iniciar o experimento, os participantes foram colocando as latas de refrigerantes no balde com água, observando o que acontecia com cada uma e faziam as devidas anotações. O que mais lhes chamou a atenção foi a imersão de umas das latas de refrigerantes, conforme demonstrado na figura 5.

Sobre esse momento, trazemos o seguinte registro:

Vários exemplos foram desenvolvidos pelos participantes referentes à atividade experimental, e a que gerou mais curiosidade aos integrantes, foi ao colocar a rolha de borracha na água e por unanimidade os membros dos grupos afirmaram que iria flutuar e para sua surpresa, afundou. Outro ponto observado foi em relação às latas de refrigerantes, afirmavam que as duas latas iriam afundar e observaram que apenas uma delas flutuou. Essas inquietações dos alunos nos fazem acreditar que o trabalho que estamos desenvolvendo possa surtir efeito no seu aprendizado (DIÁRIO DE REGISTRO, 07/08/2023).

Em seguida, os grupos começaram a desenvolver e responder questionamentos sobre a densidade da glicose em refrigerantes. As perguntas sugeridas foram:

Por que a lata de refrigerante diet não afunda na água? Por que a normal afunda?

Grupo 1 - “Por causa das suas densidades, pois, quando afunda é porque é mais denso que a água”.

Grupo 2 - “Por conta da densidade”.

Grupo 3 - “O refrigerante diet não afunda porque tem menos densidade e a normal é mais densa”.

2) O que você entende por densidade da matéria?

Grupo 1 - “É a massa dividido pelo volume”.

Grupo 2 - “É o peso de um objeto”.

Grupo 3 - “Massa de um objeto dividido pelo seu volume”.

3) Por que a densidade da glicose é importante no refrigerante?

Grupo 1 - “O açúcar altera a densidade da latinha”.

Grupo 2 - “Com açúcar afunda e sem açúcar não afunda”.

Grupo 3 - “Porque apresenta uma concentração maior de açúcar”.

4) Depois de abertas às latas, quais dos dois refrigerantes faz mais espuma? Por quê?

Grupo 1 - “A latinha com açúcar, pois, as moléculas de açúcar são quebradas”.

Grupo 2 - “Com açúcar porque tem as moléculas de açúcar”.

Grupo 3 - “Sem açúcar, por causa das moléculas de açúcar”.

5) Considerando que você tenha curiosidade em saber: quantos gramas de açúcar uma lata de refrigerante normal e diet de 220 ml podem apresentar?

Grupo 1 - “Sem açúcar possui 0% e o normal possui 23g de açúcar”.

Grupo 2 - “Tem que olhar no rótulo da lata para saber a quantidade”.

Grupo 3 - “Normal 23g e o sem açúcar 0%”.

Em seguida, os alunos falaram sobre seus resultados encontrados:

6) Se ambas as latas possuem tamanho iguais e são feitas do mesmo material, por que, então, possuem densidades diferentes?

Grupo 1 - “Porque em uma lata o açúcar está presente o que altera a sua densidade”.

Grupo 2 - “Por causa do açúcar”.

Grupo 3 - “Devido à presença do açúcar”.

7) O resultado encontrado na observação da densidade da glicose em refrigerante foi o esperado pelo grupo?

Grupo 1 - “Sim”.

Grupo 2 - “Foi esperado pela lógica dos materiais”.

Grupo 3 - “Não! Achamos que a rolha iria boiar”.

8) Conclusões do grupo sobre a observação da densidade da glicose em refrigerante.

Grupo 1 - “Percebemos que não importa o peso e sim sua densidade”.

Grupo 2 - “A lata de refrigerante diet não afundam, pois são menos densos e os normais são mais densas e afundam”.

Grupo 3 - “Os materiais com maior densidade afundam e os menos densos flutuam”.

9) Qual o nome sugerido pelo grupo para a atividade experimental?

Grupo 1 - “O peso que não afunda”.

Grupo 2 - “Observação da densidade”.

Grupo 3 - “Densidade dos refrigerantes”.

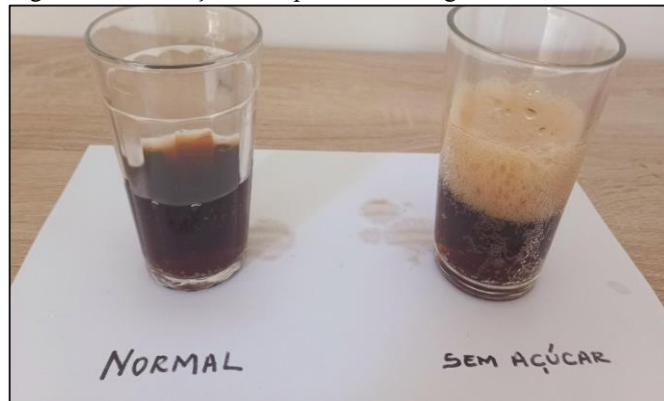
Etapa pós-experimental

Após a realização da atividade, os participantes discutiram o resultado com o grupo, passando à etapa de pós-experimental, trabalhando com os resultados alcançados no desenvolvimento da atividade experimental, de forma a assimilar o fechamento da ideia principal, justificando seus resultados conforme os desafios e as dificuldades encontradas na conclusão do experimento.

Na continuidade, foram realizadas discussões entre os grupos, com o ponto de vista de sua aplicação na experimentação e a importância na sua aprendizagem. Inicialmente, a preocupação dos participantes era empregar os conceitos de forma correta e suas inquietações em explicar os passos do desenvolvimento de sua atividade; desse modo, manifestaram suas ideias e conclusões e, ao final, pontuamos nossas observações:

- a glicose não tem uma relação direta com a densidade. A glicose é um tipo de açúcar encontrado em seres vivos e é utilizado como fonte de energia. Pode estar diluída em água, por exemplo, e a densidade dessa solução será efetuada pela quantidade de glicose dissolvida;
- definição de densidade é a relação existente entre a massa e o volume de um material, a uma dada pressão e temperatura;
- o refrigerante que possui açúcar afunda mais que o isento de açúcar, por ter uma massa maior no mesmo volume da latinha; devido ao produto não conter açúcar, as bolhas têm mais liberdade em expansão, produzindo mais espuma que ao produto com açúcar. A figura 6 apresenta a diferença em relação à maior produção de espuma no refrigerante diet:

Figura 6 - “Produção de espuma em refrigerante”



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

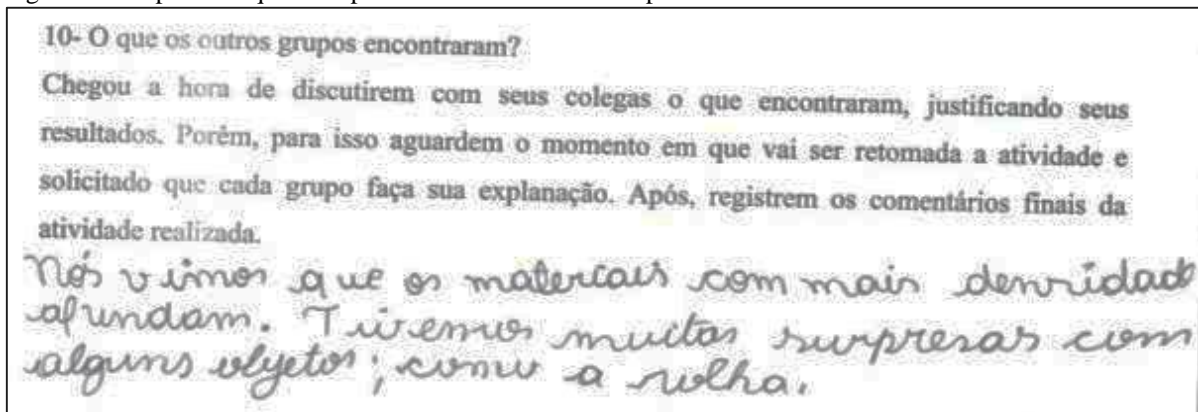
A quantidade de açúcar no refrigerante normal corresponde a 23 gramas, aproximadamente seis colheres de chá de açúcar. Esse refrigerante possui maior peso, em virtude do açúcar dissolvido; por sua vez, o refrigerante diet, em decorrência de seus aditivos, torna-se mais leve.

Anotamos as falas dos participantes em relação à atividade experimental, envolvendo a observação da densidade da glicose em refrigerante. Sobre isso, temos o seguinte registro:

Os participantes comentaram da realização da atividade experimental em equipe, que não tinham participado de experiências de perto e a importância de realizar trabalho em grupo, permitiu que todos participassem e não ficando cansativo para nenhum integrante (DIÁRIO DE REGISTRO, 07/08/2023).

Na Figura 7, temos uma questão sobre a densidade da glicose, estruturada no contexto da atividade e com objetivo de criar elementos no aprendizado cognitivo dos participantes, de forma a sustentar novos conhecimentos e permitir debate sobre experimentação. Os participantes reconheceram que os materiais de maior densidade afundam no recipiente.

Figura 7 - Resposta da questão aplicada sobre a atividade experimental



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A atividade foi concluída com as falas de muitos estudantes, nas quais foram percebidos conhecimentos prévios a respeito do assunto que estava sendo debatido; com sua dedicação, os participantes construíram os passos de seu aprendizado a respeito da densidade.

5.4.3.1 Reflexões da terceira atividade

A análise da terceira atividade ‘densidade da glicose em refrigerante’ envolve as etapas pré-experimental, experimental e pós-experimental.

Na etapa pré-experimental, o professor instiga os estudantes a buscarem respostas aos seus conhecimentos e eles começaram a falar da importância da glicose no organismo e sobre a densidade como uma propriedade física da matéria, que coliga a massa do material ao volume que ocupa. Foi tratado as características físicas da matéria, atentando aos fatores que podem provocar alterações na densidade (pressão, temperatura e a composição química), para que os participantes compreendessem o motivo de, na superfície da água, certos materiais flutuarem e outros não. Os estudantes buscaram seus conhecimentos prévios para desenvolver a atividade experimental, observando que existe uma relação do conhecimento teórico com o desenvolvimento da experimentação. Assim, reconheceram que: uma matéria mais ou menos densa que água pode flutuar (ou não) na sua superfície; a determinação da densidade pode auxiliar no controle de qualidade de diversas substâncias; a densidade pode diferenciar uma mesma substância apenas pela concentração de um determinado soluto; a ingestão de glicose em excesso pode desencadear doenças e que pode influenciar na densidade de matéria. Assim, resgatando suas concepções prévias sobre o tema abordado, os estudantes conseguiram formular uma hipótese sobre a densidade. Essa hipótese se baseia no que já conheciam, leram, e/ou visualizaram imagens; dessa maneira, comparam os refrigerantes com açúcar e sem açúcar e sugeriram a hipótese de que “o refrigerante sem açúcar faz mais espuma”. Nesse momento, os estudantes pensaram em como realizar a atividade; agruparam-se e discutiram a forma viável de como desenvolver a ação, e deram início ao planejamento das ações que iriam desenvolver.

Na etapa experimental, após o planejamento das ações, os estudantes atribuíram deveres a cada membro do grupo: um responsável por colocar as latas lacradas de refrigerantes no balde com água; outro para abrir as latas de refrigerantes e as colocarem nos copos; outro para observar a quantidade de açúcar nas latas de refrigerantes; um quarto estudante para receber as informações e fazer as devidas anotações. Ao término dessa etapa, o professor-pesquisador percebe que cada grupo executou a atividade com bastante coerência, conforme o planejamento inicial.

Na etapa pós-experimental os estudantes trabalharam com os resultados alcançados na execução da atividade experimental, de forma a assimilar o fechamento da ideia principal, justificando seus resultados conforme os desafios e as dificuldades encontradas na conclusão do experimento. Em seguida, discutiram o assunto abordado entre os grupos, sob o ponto de vista de sua aplicação na experimentação. Dessa forma, constataram a hipótese levantada inicialmente a respeito do “refrigerante sem açúcar espumar mais”. O refrigerante com açúcar aumenta sua densidade, tornando-se mais denso que a água e afunda; conseqüentemente, produzirá menos espuma, devido reter a expansão do gás carbônico, responsável pela espuma.

Os estudantes demonstraram compreender os conceitos da proposta da atividade de forma correta e explicar os passos da ação de forma a contribuir na sua aprendizagem. Depois que os grupos manifestaram suas ideias e conclusões, o professor pontua suas observações. Os estudantes relataram a importância da atividade experimental. Os comentários foram assim registrados:

A densidade de um objeto pode variar de acordo com sua massa e volume, permitindo flutuar ou não sobre a água. Nesse sentido o estudante relata ter gostado do projeto e do trabalho em equipe, pois, todos participaram e não ficou cansativo para nenhum. E acrescenta, nunca ter praticado das atividades experimentais de Biologia de perto (DIÁRIO DE REGISTRO, 07/08/23).

Nas três etapas, observamos as diferentes visões de conhecimento dos estudantes a respeito da experimentação sobre a densidade em refrigerantes e outros materiais, evidenciando que os resultados são satisfatórios em relação aos conceitos. No momento da socialização, um grupo foi complementando a ideia do outro e dessa forma, as dúvidas surgidas foram esclarecidas. Assim, o professor-pesquisador observou que houve aprendizagem por parte dos estudantes.

5.4.4 Quarta atividade: a ação da enzima catalase

A quarta atividade teve como tema ‘a ação da enzima catalase’. O material utilizado foi: quatro placas de petri, suco de limão, pedaços de fígado cru e fígado cozido.

Etapa pré-experimental

Ao dar início à etapa pré-experimental, contextualizamos a ação da enzima catalase. Questionamos aos participantes a respeito da ação da enzima como catalisador, sua importância e sua função no organismo. Na sequência, organizamos os participantes em grupos, instigando-

os a pensar e a provocar um debate entre eles. Foi questionado: Qual o motivo de água oxigenada borbulhar quando colocada sobre um pedaço de fígado bovino cru? De quais conhecimentos precisamos para entender o funcionamento da catalase? O que são enzimas? O que tem no fígado cru que reage quando colocado peróxido de hidrogênio e não ocorre reação quando o experimento é feito com fígado cru e com limão? Considerando que o integrante tenha curiosidade em saber, qual o motivo de água oxigenada ser vendida em volumes diferentes nas farmácias?

Etapa experimental

Nessa etapa, os grupos se organizaram e discutiram as atribuições de seus participantes: um responsável em manipular os pedaços de fígado nas placas de petri; outro para colocar o suco de limão sobre um pedaço de fígado cru e outro cozido; outro para observar em que pedaço houve a formação de espuma ou não; um para receber as informações e fazer as devidas anotações. Solicitamos que o grupo ficasse próximo, com todo material disponibilizado à mesa e cada componente responsável pela sua atividade.

Dando início ao experimento, os participantes colocaram os pedaços de fígado nas placas de petri. A Figura 8, abaixo, ilustra o momento em que os participantes começam a realizar os procedimentos de investigação da ação da enzima catalase, o que permitiu diferenciar uma amostra da outra, deixando o experimento mais interessante:

Figura 8 - “Ação da enzima catalase”



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Em duas amostras, uma cozida e outra crua, houve o acréscimo de suco de limão; as outras duas amostras, uma cozida e outra crua, não receberam o suco de limão. Em seguida, os estudantes colocaram algumas gotas de água oxigenada nas quatro amostras. Observaram que apenas em uma delas ocorreu formação de espuma: o pedaço cru. Esperavam que o outro

pedaço cru, com suco de limão, também viesse a borbulhar. Sobre esse momento, temos o seguinte registro:

Observando a reação dos participantes em relação ao experimento, o pesquisador levantou um questionamento ao grupo, por que o outro pedaço de fígado cru não reagiu ao peróxido de hidrogênio, já que estava cru também? Nesse momento os integrantes sentiram-se instigados e começaram a participar da discussão, dando sua contribuição de forma satisfatória ao questionamento (DIÁRIO DE REGISTRO, 11/08/2023).

Em seguida, começaram a desenvolver e responder os questionamentos sobre a ação da catalase no fígado bovino. As perguntas sugeridas foram:

1) Por que a água oxigenada borbulha quando colocada sobre um pedaço de fígado cru?

Grupo 1- “Borbulha por causa de uma enzima chamada catalase”.

Grupo 2 - “A reação química entre a água oxigenada e o fígado cru provocou a formação de bolhas de oxigênio e deixando uma coloração mais clara no fígado”.

Grupo 3 - “Mudança de coloração no pedaço cozido ao adicionar o suco de limão”.

2) De quais conhecimentos precisamos para entender o funcionamento da ação da catalase no fígado bovino?

Grupo 1- “Precisamos do conhecimento sobre enzimas”.

Grupo 2 - “Enzimas”.

Grupo 3 - “Preciso conhecimento sobre mexer com substância”.

3) O que são enzimas?

Grupo 1- “São substâncias que tem na saliva, nos rins e fígado”.

Grupo 2 - “Em sua grande maioria são proteínas que auxiliam o nosso corpo”.

Grupo 3 - “São catalases que o organismo apresenta”.

4) O que tem no pedaço do fígado cru que faz reagir quando colocado o peróxido de hidrogênio e por que não ocorre reação quando o experimento é feito com pedaços de fígado cozido ou com suco de limão?

Grupo 1- “Quando a carne está cozida perde essa enzima”.

Grupo 2 - “No pedaço cru ocorre liberação de oxigênio e no cozido função foi quebrada”.

Grupo 3 - “No fígado cru tem enzima, mas o cozido perde as proteínas ou enzimas na hora do cozimento”.

5) Considerando que o aluno tenha curiosidade em saber: qual o motivo de água oxigenada ser vendida em volumes diferentes nas farmácias?

Grupo 1 - “O volume quando maior, mais concentrado”.

Grupo 2 - “Quanto maior o volume, mais forte é”.

Grupo 3 - “Quanto maior o volume, maior a concentração do produto”.

Em seguida, os alunos falaram sobre os resultados encontrados.

6) O resultado observado no experimento sobre a catalase no fígado bovino foi o esperado pelo grupo?

Grupo 1 - “Não. Não conhecíamos o experimento”.

Grupo 2 - “Não, pois, foi uma reação não esperada”.

Grupo 3 - “Não, porém foi uma experiência legal e houve algumas mudanças de cores e isso não era esperado”.

7) Conclusões do grupo sobre a ação da enzima catalase no fígado bovino.

Grupo 1- “Quando colocamos água oxigenada no fígado, percebemos mudanças de cor, o cozido sem vinagre diminuiu de tamanho e o cru com vinagre fez com que dissolvesse, já os outros não teve mudança além da cor”.

Grupo 2 - “Percebemos que no fígado cru e com adição de água oxigenada liberou oxigênio; no cozido, a função da enzima foi quebrada”.

Grupo 3 - “Concluimos que a reação da enzima com a água oxigenada libera oxigênio”.

8) Qual o nome sugerido pelo grupo para a atividade experimental?

Grupo 1 - “Enzimas e sua reação”.

Grupo 2 - “A liberação de oxigênio”.

Grupo 3 - “O poder da enzima”.

Etapa pós-experimental

Após a realização da atividade, os participantes discutiram o resultado em grupo, passando à etapa de pós-experimental. Trabalharam os resultados alcançados no desenvolvimento da atividade experimental, de forma a assimilar o fechamento da ideia principal, justificando seus resultados conforme os desafios e as dificuldades encontrados na conclusão do experimento.

Na continuidade da atividade, foram realizadas discussões entre os grupos, sob o ponto de vista de sua aplicação na experimentação e a importância na sua aprendizagem. Inicialmente a preocupação dos participantes era empregar os conceitos de forma correta e suas inquietações em explicar os passos do desenvolvimento de sua atividade; depois que manifestaram suas ideias e conclusões, o professor-pesquisador pontuou suas observações:

as enzimas são de natureza proteica e atuam como catalisadores biológicos;

a organela peroxissomo presente em células animais e vegetais, geralmente armazena a catalase e terá a função de acelerar a reação de decomposição do peróxido de hidrogênio no organismo em oxigênio e água;

quando colocado peróxido de hidrogênio sobre o fígado cru, observa-se uma reação química acontecer: uma espuma é formada devido à decomposição do peróxido;

ao adicionar o suco de limão ao fígado cru, ocorrerá mudança de pH e ao adicionar o peróxido, não ocorrerá formação de espuma, pois, as enzimas funcionam melhor em um determinado pH e, nesse caso, ficará muito ácido;

ao se adicionar o peróxido ao fígado cozido, também não ocorrerá, devido à elevação da temperatura no momento de o cozimento acarretar modificação na estrutura da enzima, provocando a desnaturação da proteína;

a água oxigenada vendida nas farmácias apresenta indicações de volumes diferentes: quanto maior for o volume, maior será sua concentração.

a Bioquímica é a parte da Biologia que estuda as enzimas e proteínas do organismo.

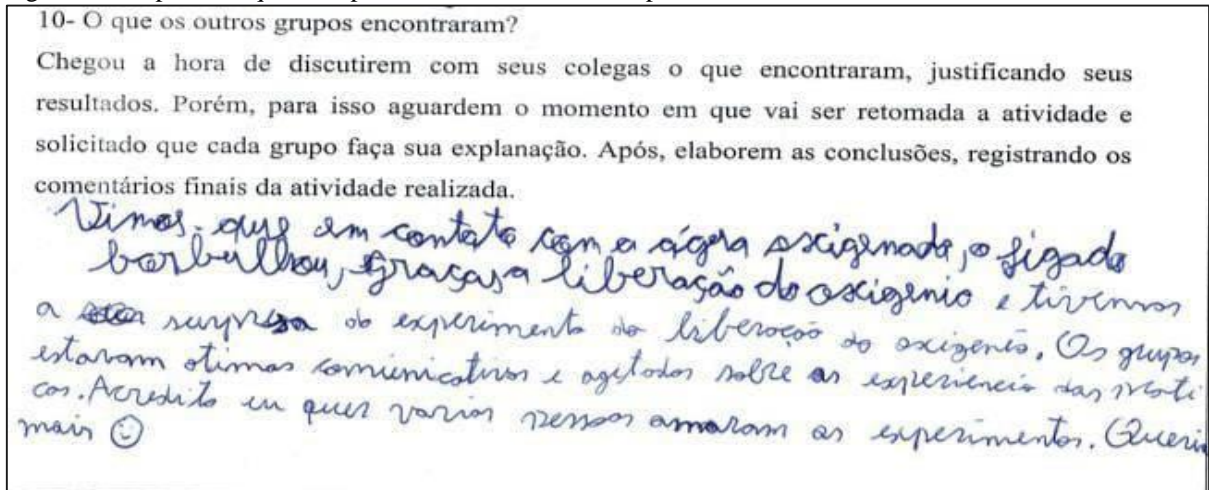
Anotamos as falas dos participantes em relação à atividade experimental, envolvendo a ação da enzima catalase. Sobre isso, temos os seguintes registros:

Observando as falas dos participantes, comentaram que após colocarem água oxigenada, sobre o pedaço de fígado cru, observaram a formação de espuma e coloração amarelada; já o pedaço de fígado cozido e com o suco de limão, perceberam manchas brancas, tanto em cima quanto embaixo do pedaço de fígado; quanto ao pedaço cozido não observaram nenhuma reação, segundo eles é que tenha perdido a enzima na hora do cozimento (DIÁRIO DE REGISTRO, 11/08/2023).

Os participantes comentaram sobre a realização da atividade experimental e descreveram que os grupos estavam ótimos, comunicativos e agitados sobre a experiência da enzima catalase no fígado bovino. Na fala dos componentes, disseram ter amado o experimento (DIÁRIO DE REGISTRO, 11/08/2023).

Na Figura 9, a seguir, temos uma questão sobre a ação da enzima, estruturada no contexto da atividade e com objetivo de criar elementos no aprendizado cognitivo dos participantes, de forma a sustentar novos conhecimentos e permitir debate sobre experimentação.

Figura 9 - Resposta da questão aplicada sobre a atividade experimental



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Os participantes revelaram reconhecer a ação da enzima catalase no fígado bovino, com a formação de espuma que no seu entendimento seria a liberação de oxigênio.

A atividade foi concluída com as falas de muitos componentes, nas quais foi observado que os conhecimentos prévios a respeito do assunto que estava sendo debatido; desse modo, os alunos construíram os passos de seu aprendizado a respeito da ação da enzima catalase.

5.4.4.1 Reflexões da quarta atividade

A análise de quarta atividade experimental ‘a ação da enzima catalase’ envolve as etapas pré-experimental, experimental e pós-experimental.

Na etapa pré-experimental, os estudantes falaram a respeito da ação da enzima como catalisador, sua importância e sua função no organismo, com base em seus conhecimentos prévios. Os questionamentos eram: entender o motivo de a água oxigenada borbulhar no pedaço de fígado cru bovino; entender o funcionamento da catalase como enzimas; o motivo de o fígado cru reagir com o peróxido de hidrogênio e não ocorrer reação quando o experimento é feito com fígado cru e com limão, como também o pedaço de fígado cozido não reagir com adição de peróxido de hidrogênio. Esses questionamentos permitiram resgatar as concepções prévias do estudante sobre o tema abordado, possibilitando-lhes formular uma hipótese sobre a enzima catalase: “Submetendo um pedaço de fígado cru ao suco de limão, e na sequência acrescenta-se o peróxido de hidrogênio, ocorre formação de espuma”. Essa hipótese se baseia no que já conheciam, leram e/ou visualizaram imagens. Nesse momento, os estudantes se agruparam para discutir a forma viável de como desenvolver a ação, dando início ao planejamento das ações a serem desenvolvidas.

Na etapa experimental, após o planejamento das ações, os estudantes atribuíram deveres a cada membro do grupo: um estudante ficasse para manipular os pedaços de fígado nas placas de petri; outro para colocar o suco de limão sobre um pedaço de fígado cru e outro cozido; outro para observar em quais pedaços haveria a formação de espuma; um para receber e receber as informações dos demais e fazer as devidas anotações. Ao término dessa etapa, o professor-pesquisador observou que cada grupo executou a atividade experimental com bastante coerência, conforme o planejamento inicial.

Na etapa pós-experimental os estudantes trabalharam com os resultados alcançados na execução da atividade experimental, de forma a assimilar o fechamento da ideia principal, justificando seus resultados conforme os desafios e as dificuldades encontradas na conclusão do experimento. Em seguida, discutiram assunto abordado entre os grupos, sob o ponto de vista de sua aplicação na experimentação. Quanto à hipótese levantada inicialmente, “submetendo um pedaço de fígado cru ao suco de limão, e na sequência acrescenta-se o peróxido de hidrogênio, ocorre formação de espuma”, os estudantes visualizam que não há formação de espuma, devido à acidez do limão provocar a desnaturação da enzima catalase.

Os estudantes demonstraram compreender os conceitos da proposta da atividade de forma correta e explicar os passos da ação, de forma a contribuir na sua aprendizagem. Após todos manifestarem suas ideias e conclusões, pontuar nossas observações.

Os estudantes relataram a importância da atividade experimental. Os comentários foram assim registrados:

Foi observado que o contato do fígado cru com a água oxigenada, liberou água e oxigênio e isso provocou surpresa no grupo. Observamos que os grupos estavam comunicativos e apreensivos em relação à experiência e isso gerou uma melhor troca de informação entre os alunos e o pesquisador (DIÁRIO DE REGISTRO, 11/08/23).

Foi observado diferentes visões de conhecimento dos estudantes nas três etapas a respeito da experimentação da ação da enzima; foi percebido que os resultados são satisfatórios em relação aos conceitos. Algumas dúvidas surgiram, porém, no momento da socialização, um grupo foi complementando a ideia do outro e, ao final, ocorreu aprendizagem.

5.4.5 Quinta atividade: extração do DNA da banana

A quinta atividade teve como tema a ‘extração do DNA da banana’.

Etapa pré-experimental

Ao dar início à etapa pré-experimental, foi explicado acerca das características gerais do Ácido Desoxirribonucleico (DNA) e questionamento aos participantes a respeito da importância do DNA e suas informações genéticas.

Na sequência, os participantes se organizaram em grupos e são instigados a pensarem e debaterem, questionando: Qual o motivo de a banana ser macerada na obtenção do DNA? Quais conhecimentos o integrante precisa para entender a formação da estrutura do ácido desoxirribonucleico? Qual a importância da maceração e do detergente na utilização do experimento? Qual a composição química do DNA da banana? Qual o papel do cloreto de sódio e do álcool no experimento?

Etapa experimental

Para a etapa experimental, os grupos se organizaram para discutir suas atribuições: o responsável pela maceração da banana em um saco plástico; outro para preparar as soluções nos béqueres; um para auxiliar nas etapas do experimento e um para receber as informações e fazer as devidas anotações. Foi sugerido que o grupo ficasse próximo, com todo o material disponibilizado à mesa e cada componente responsável pela sua atividade.

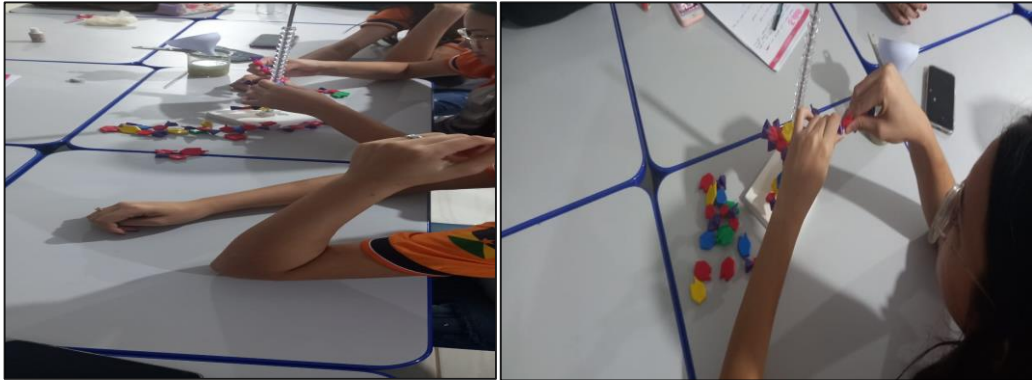
Ao iniciar a etapa pré-experimental, foi contextualizado a importância do DNA na transmissão das informações genéticas de um organismo; agora, os participantes são questionados a respeito da extração do DNA da banana madura, de forma a discutir os conceitos básicos e a importância do DNA.

Iniciando o experimento, os participantes colocaram pedaços da banana madura no interior de um saco plástico e comprimiram até obter uma pasta homogênea. Na sequência da atividade, realizaram uma mistura em um béquer, com água, detergente e uma pequena quantidade de sal, mexendo delicadamente com o bastão de vidro, sem que houvesse formação de espuma, acrescentando a banana amassada à solução, deixando em repouso por alguns minutos. Nesse intervalo de repouso, o professor-pesquisador motiva os estudantes a participarem de um jogo de construção do DNA. Temos o seguinte:

Enquanto o material estava em repouso, formamos dois grupos e realizamos um jogo de entretenimento da montagem da estrutura de dupla hélice do DNA, de maneira que compreendessem de forma lúdica a identificar as estruturas contidas na dupla hélice, como os fosfatos, os açúcares e as bases nitrogenadas. A atividade teve a intencionalidade de propiciar a aprendizagem dos conceitos genéticos e comparar com o resultado no final do experimento (DIÁRIO DE REGISTRO, 14/08/2023).

A Figura 10 apresenta o material didático e a forma como os participantes o utilizaram na construção do modelo estrutural do DNA:

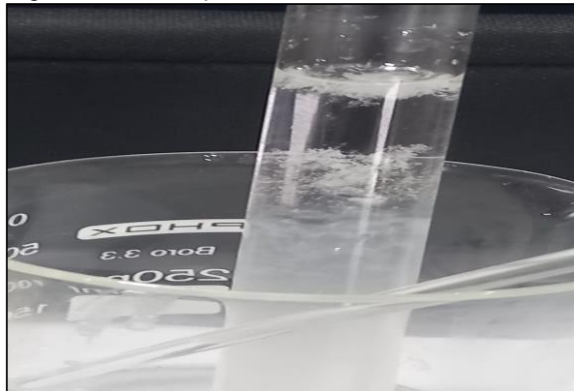
Figura 10 - “Jogo lúdico do DNA”



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Na sequência, os integrantes coaram e colocaram parte da mistura em uma proveta, completando com álcool etílico gelado e observaram uma aglutinação de material genético, formando uma massa esbranquiçada e pequenos filamentos na superfície da proveta. Na Figura 11, podemos visualizar a formação de filamentos de DNA da banana:

Figura 11 - “Extração do DNA da banana”



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Em seguida, os grupos responderam aos questionamentos sobre a extração do DNA da banana. As perguntas sugeridas foram:

1) Por que a banana deve ser macerada na obtenção do DNA?

Grupo 1 - “Para soltar a substância”.

Grupo 2 - “Para liberar substância”.

Grupo 3 - “Para extrair o seu DNA”.

2) De quais conhecimentos precisamos para entender sobre a formação da estrutura do DNA da banana?

Grupo 1 - “Genética”.

Grupo 2 - “Conhecimento de genética”.

Grupo 3 - “Genética”.

3) Qual o papel da maceração e do detergente utilizado na atividade?

Grupo 1 - “Para quebrar a gordura da substância”.

Grupo 2 - “Ajudar a remover a gordura”.

Grupo 3 - “Para quebrar a gordura do objeto”.

4) De que é composta a molécula de DNA?

Grupo 1 - “Adenina, citosina, guanina e timina”.

Grupo 2 - “Adenina, timina, citosina e guanina”.

Grupo 3 - “Timina, citosina, guanina, adenina e uracila”.

5) Qual é o papel do sal de cozinha no experimento?

Grupo 1 - “Para separar a substância da célula”.

Grupo 2 - “Liberar energia para separar o DNA de outras substâncias”.

Grupo 3 - “liberar energia para quebrar e separar o DNA da banana”.

6) Qual é o papel do álcool no experimento?

Grupo 1 - “Juntar o DNA e separar as substâncias”.

Grupo 2 - “Juntar o DNA”.

Grupo 3 - “Juntar o DNA”.

Em seguida, os alunos foram falando sobre os seus resultados encontrados.

7) Se você utilizar um liquidificador ou um processador de alimentos para macerar as frutas e os alimentos, o resultado seria o mesmo, se comparado à maceração mecânica utilizada nessa aula prática?

Grupo 1 - “Não, iria quebrar a célula por inteiro”.

Grupo 2 - “Não, quebraria mais o DNA ou a célula”.

Grupo 3 - “Não, pois, quebraria suas células e seria mais difícil de realizar o experimento”.

8) O resultado encontrado na extração do DNA da banana foi o esperado pelo grupo?

Grupo 1 - “Não, ficamos surpresos e usamos equipamentos diferentes e gostamos”.

Grupo 2 - “Não esperávamos o resultado e ficamos surpresos”.

Grupo 3 - “Ficamos surpresos com a nitidez do resultado”.

9) Registrem as conclusões do grupo sobre a extração do DNA da banana.

Grupo 1 - “Conseguimos ver com nitidez o DNA da banana”.

Grupo 2 - “Concluimos que o DNA da banana tem mais facilidade de ser encontrado que o DNA humano”.

Grupo 3 - “Conseguimos ver o DNA da banana”.

10) Ao concluir a atividade, pensem em um nome para ela, registrando-o no espaço abaixo.

Grupo 1 - “A exploração do DNA da banana”.

Grupo 2 - “Visualização do DNA da banana”.

Grupo 3 - “DNA da banana”.

Etapa pós experimental

Após a realização da atividade, os participantes discutiram o resultado em grupo, passando à etapa de pós-experimental. Trabalharam os resultados alcançados no desenvolvimento da atividade experimental, de forma a assimilar o fechamento da ideia principal, justificando seus resultados conforme os desafios e as dificuldades encontradas na conclusão do experimento. Os participantes apontaram comparações entre o resultado da atividade experimental ao jogo didático, conforme registrado no diário de registro:

Foi observado que após analisarem os resultados do experimento, os participantes comparam o jogo lúdico ao DNA. Falaram que as estruturas formadas em espiral no tubo de ensaio, eram idênticas as que tinham realizadas no jogo didático, ocorrida entre o intervalo do experimento e que não esperavam obter algo tão parecido ao que foi trabalhado por eles (DIÁRIO DE REGISTRO, 14/08/2023).

Na continuidade da atividade, foram realizadas discussões entre os grupos, com o ponto de vista de sua aplicação na experimentação e a importância na sua aprendizagem. Após os componentes manifestarem suas ideias e conclusões, o professor-pesquisador pontua as seguintes observações:

- o uso da força mecânica sobre a banana permite que haja rompimento da parede celular, membrana plasmática e nuclear, com liberação do material genético ao meio;
- a maceração tem função de diminuir o tamanho do material e permitir a ação mais efetiva do reagente na retirada do material genético;
- o detergente tem a função de romper os lipídios das membranas, expondo as proteínas e o DNA das células;

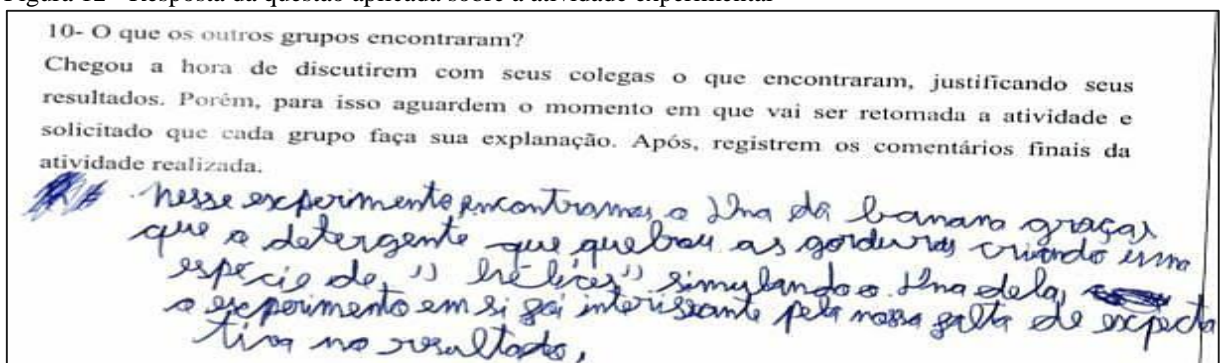
- o sal de cozinha tem como função atuar como agente fornecedor de íons e permitir a precipitação do material genético; por seu turno, o álcool gelado diminuirá sua solubilidade e, com a ajuda do sal adicionado inicialmente, formará um aglomerado que precipitará junto com outras moléculas;
- o uso de liquidificador não nos daria o mesmo resultado, pois o DNA ficaria todo quebrado, degradado pela ação das hélices do aparelho;
- a molécula do DNA é composta por um grupo fosfato, açúcar do tipo desoxirribose e a base nitrogenada formada por adenina, timina, citosina e guanina;
- o estudo das características genéticas de um indivíduo é de responsabilidade da genética.

Os participantes realizaram a atividade experimental em equipe, sendo por nós orientados. Inicialmente foi perceptível a insegurança dos estudantes, porém foram adquirindo autoconfiança ao longo da execução. Os comentários foram assim registrados no diário de registro:

Os participantes comentaram sobre a experimentação, afirmando que a atividade experimental foi em si muito interessante, não tinham muitas expectativas e que ao final foram surpreendidos com a formação das estruturas em forma de espiral, lembrado ao jogo didático (DIÁRIO DE REGISTRO, 14/08/2023).

A Figura 12, a seguir, traz uma questão acerca da pesquisa sobre a extração do DNA da banana, estruturada no contexto da atividade e com objetivo de criar elementos no aprendizado cognitivo dos participantes, de forma a sustentar novos conhecimentos e permitir debate sobre a experimentação. Os participantes revelaram reconhecer a estrutura filamentosa formada como o DNA da banana.

Figura 12 - Resposta da questão aplicada sobre a atividade experimental



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A atividade foi concluída com as falas de muitos componentes e observado seus conhecimentos prévios a respeito do assunto que estava sendo debatido, o que lhes permitiu construir os passos de seu aprendizado a respeito do DNA.

5.4.5.1 Reflexões referentes à quinta atividade

A quinta atividade experimental consistiu na extração do DNA da banana, envolvendo as etapas pré-experimental, experimental e pós-experimental.

Na etapa pré-experimental, o professor-pesquisador instiga os estudantes a buscarem respostas e observado que os estudantes começaram a falar do DNA nas frutas. Foi levantado o motivo da maceração da banana no experimento e os componentes químicos presentes no DNA, o uso do papel, do detergente, do cloreto de sódio e o álcool na experimentação. Dessa forma, buscaram seus conhecimentos prévios para promover o desenvolvimento da atividade experimental, observando que existe uma relação do conhecimento teórico com o desenvolvimento da experimentação. Resgatando suas concepções prévias sobre o tema abordado, os estudantes formularam uma hipótese: “outras frutas podem ser usadas na extração do DNA”? Essa hipótese se baseia no que já conheciam, leram e/ou visualizaram imagens. Assim organizados em grupos, os estudantes pensaram em como realizar a atividade, discutindo a forma viável de como desenvolver a ação, dando início ao planejamento das ações que iriam desenvolver.

Na etapa experimental, após o planejamento das ações, os estudantes atribuíram deveres a cada membro do grupo: um para macerar a banana em um saco plástico; outro para preparar as soluções nos béqueres; outro para auxiliar nas etapas do experimento e um para receber as informações e fazer as devidas anotações. Ao término dessa etapa, os grupos executaram a atividade experimental com bastante coerência, conforme o planejamento inicial.

Na etapa pós-experimental, os estudantes trabalharam com os resultados alcançados na execução da atividade, de forma a assimilar o fechamento da ideia principal, justificando seus resultados conforme os desafios e as dificuldades encontradas na conclusão do experimento. Em seguida, discutiram o assunto entre os grupos, sob o ponto de vista de sua aplicação na experimentação. Quanto à hipótese levantada inicialmente - “outras frutas podem ser usadas na extração do DNA”? -, os estudantes mencionam que podem ser usadas outras frutas, mas não fornecem, ao final, tanto material genético quanto a banana.

Os estudantes demonstraram compreender os conceitos da proposta da atividade de forma correta e explicar os passos da ação de forma a contribuir na sua aprendizagem.

Inicialmente a preocupação dos participantes era empregar os conceitos de forma correta e suas inquietações em explicar os passos do desenvolvimento de sua atividade; então, deixamos que manifestassem suas ideias e conclusões e, ao final, foi pontuado as observações.

Os estudantes relataram a importância da atividade experimental. Os comentários foram assim registrados:

A atividade experimental sobre a extração do DNA da banana foi muito interessante, pois, ao final conseguimos visualizar os filamentos formados de material genético. O uso de maquete construída pelo estudante foi importante para o entendimento da atividade (DIÁRIO DE REGISTRO, 14/08/23).

Nas três etapas, foram observadas as diferentes visões de conhecimento dos estudantes a respeito da explanação da experimentação da extração do DNA da banana; foi percebido que os resultados são satisfatórios em relação aos conceitos. As dúvidas que surgiram foram sanadas no momento da socialização, quando um grupo foi complementando a ideia do outro; ao final, foi o professor-orientador observa que houve aprendizagem.

5.4.6 Sexta Atividade: detecção do amido no alimento

A sexta atividade teve como tema a ‘detecção de amido nos alimentos’.

Etapa pré-experimental

Ao dar início à etapa pré-experimental, foi contextualizado a Bioquímica e a função energética dos carboidratos, como detectar o amido em diferentes tipos de alimentos e possível adulteração com esse produto. Nesse sentido, o professor-pesquisador questionou os participantes a respeito da importância do amido para os seres vivos, sua estrutura química e suas principais fontes.

Na sequência, os estudantes se organizaram em grupos, sendo instigados a pensarem e debaterem: Como determinar presença de amido em alimento vegetal? Houve alteração nos alimentos por meio da tintura de iodo? De quais conhecimentos precisam para entender a presença de amido nos alimentos? Pode ser usado outro corante para detectar amido no alimento? Qual sua composição química? Qual a importância do amido para os vegetais? É possível identificar produtos adulterados com amido? Que função tem a tintura de iodo durante o experimento?

Etapa experimental

Na sequência da atividade experimental, foi sugerido que os grupos se organizassem e discutissem suas atribuições: um responsável por transferir as amostras de alimentos para as placas de petri; outro para etiquetar as amostras com seu respectivo nome; outro para colocar a tintura de iodo nas amostras e um quarto componente para fazer as devidas anotações. O professor-pesquisador sugeriu que o grupo permanecesse próximo, com todo o material disponibilizado à mesa e cada componente responsável pela sua atividade.

Ao iniciar à etapa pré-experimental, foi falado sobre a importância dos carboidratos nos organismos. Agora, o professor questiona os participantes a respeito da composição química dos amidos, suas fontes de energia e como identificar o amido nos alimentos.

Na continuidade do experimento, os participantes separaram as placas de petri, colocaram sobre elas as amostras: pão, bolachas doce e salgada, farinha de mandioca, açúcar, maisena, batata, laranja, leite, papel ofício e papel filtro, sal e laranja. Em seguida acrescentaram a tintura de iodo, observando que algumas amostras adquiriam coloração escura e outras não sofreram modificação; o leite, que é de origem animal, adquiriu coloração escura, igual à farinha de mandioca.

A Figura 13, a seguir, apresenta a imagem das amostras utilizadas na experimentação da detecção do amido:

Figura 13 - “Detecção de amido nos alimentos”



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Os comentários dos participantes foram assim registrados no diário de registro:

[...] os participantes citam que a maioria dos alimentos usados no dia a dia apresentam boa porcentagem de amido na sua composição química, porém, se depararam com alimentos que não esperavam conter amido, como os de origem animal. Realizaram o teste no leite e detectaram presença de amido, devido sua coloração, de forma que o efeito do corante permaneceu por pouco tempo. Então, foi o momento de revelar aos estudantes que antes do início da atividade experimental, o pesquisador adulterou o leite com amido de milho, com intenção de gerar questionamentos a respeito da presença de amido em material de origem animal (DIÁRIO DE REGISTRO, 18/08/2023).

Em seguida, os grupos começaram a desenvolver e responder aos questionamentos sobre a detecção de amido nos alimentos. As perguntas sugeridas foram:

1) De que forma a tintura de iodo pode determinar presença de amido nos alimentos de origem vegetal e animal?

Grupo 1 - “Pela coloração, houve mudança de cor em todos, com exceção a laranja”.

Grupo 2 - “Mudança de cor na maioria e o de origem animal não ocorrendo”.

2) Quais conhecimentos precisam para entender a detecção do amido nos alimentos?

Grupo 1 - “Bioquímica que estuda os carboidratos”.

Grupo 2 - “Bioquímica”.

3) Será que pode ser usado outro corante para detectar presença de amido no alimento?

Grupo 1 - “Sim, outro corante”.

Grupo 2 - “Sim, o iodo”.

4) Qual a composição química do amido?

Grupo 1 - “Hidrogênio, carbono e oxigênio”.

Grupo 2 - “Hidrogênio, carbono e oxigênio”.

5) Qual a importância do amido para os vegetais?

Grupo 1 - “Fonte de energia”.

Grupo 2 - “Carboidratos”.

6) É possível identificar produtos adulterados com amido?

Grupo 1 - “Sim, como exemplo o açaí”.

Grupo 2 - “Sim, com o iodo podemos ver que até produtos de origem animal podem ser adulterados com amido, como o leite”.

Em seguida, os alunos foram falando sobre os resultados encontrados.

7) Qual a função desempenhada pelo iodo durante o experimento?

Grupo 1 - “A função foi colorir os produtos que possuem amido”.

Grupo 2 - “Identificar o amido”.

8) O resultado encontrado na observação das amostras foi o esperado pelo grupo?

Grupo 1 - “Não era esperado em todos, como a batata e o açúcar, mas já tínhamos uma base do que iria acontecer”.

Grupo 2 - “Ficamos surpresos com alguns alimentos”.

9) Registrem as conclusões do grupo sobre a detecção de amido nos alimentos.

Grupo 1 - “Concluimos que muitos produtos que utilizamos possuem amido”.

Grupo 2 - “Concluimos que a laranja não contém amido”.

10) Ao concluir a atividade, pensem em um nome para ela.

Grupo 1 - “A descoberta do amido”.

Grupo 2 - “O encontro do carboidrato”.

Etapa pós-experimental

Após a realização da atividade, os participantes discutiram o resultado em grupo, passando à etapa de pós-experimental. Trabalharam os resultados alcançados no desenvolvimento da atividade experimental, de forma a assimilar o fechamento da ideia principal, justificando seus resultados conforme os desafios e as dificuldades encontradas na conclusão do experimento.

Na continuidade da atividade, foram realizadas discussões entre os grupos, sob o ponto de vista de sua aplicação na experimentação e a importância na sua aprendizagem. Após manifestarem suas ideias e conclusões, o professor pontuou as observações:

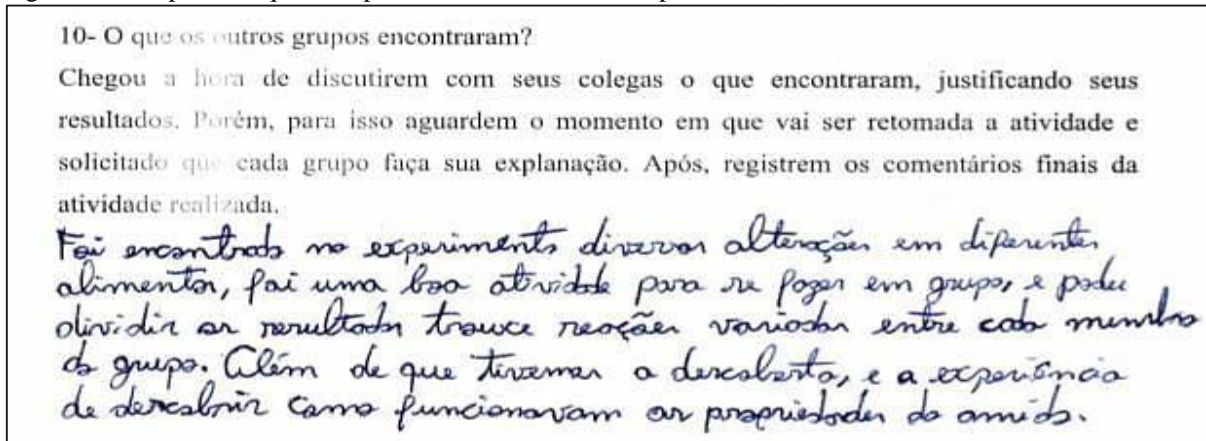
- somente em alimentos de origem vegetal ocorre presença de amido, sendo identificado com adição da tintura de iodo, havendo formação de um complexo colorido de cor azul escura;
- a parte da Biologia que estuda as fontes energéticas decorrentes dos carboidratos é a Bioquímica;
- os carboidratos são formados pelos elementos químicos: carbono, hidrogênio e oxigênio;
- o amido representa a fonte energética dos vegetais, resultante da união de moléculas de glicose, produzido durante a fotossíntese;
- o produto animal não deve conter amido e, sendo detectado, há indícios de contaminação ou adulteração do produto.

Sobre a detecção do amido pelos participantes, trazemos o seguinte registro:

Os componentes dos grupos comentaram que por meio da realização da atividade experimental, entenderam que muitos produtos alimentícios usados no dia a dia apresentam amido e funcionam como fontes energéticas, enquanto os alimentos de origem animal não apresentam (DIÁRIO DE REGISTRO, 18/08/2023).

Na Figura 14, temos uma questão sobre a detecção do amido nos alimentos, estruturada no contexto da atividade e com objetivo de criar elementos no aprendizado cognitivo dos participantes, de forma a sustentar novos conhecimentos e permitir debate sobre a experimentação. Os participantes revelaram reconhecer os amidos e como funcionam no organismo.

Figura 14 - Resposta da questão aplicada sobre a atividade experimental



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A atividade foi concluída com as falas de muitos componentes; percebida pelo professor a existência de conhecimentos prévios a respeito do assunto debatido, o que permitiu aos estudantes construir os passos de seu aprendizado a respeito da importância do amido.

5.4.6.1 Reflexões referentes à sexta atividade

A atividade experimental da detecção de amido no alimento envolve as três etapas: pré-experimental, experimental e pós-experimental.

Na etapa pré-experimental os estudantes foram instigados a buscarem respostas em seus conhecimentos e eles começaram a falar do amido nos alimentos. Então, foi levantado a discussão sobre a presença de amido em alimento. O corante usado na atividade foi o iodo: poderia ser usado outro tipo de corante? Que constituição e função química os amidos possuem? Esses questionamentos permitiram realizar o resgate de concepções prévias do estudante sobre o tema abordado, permitindo formular uma hipótese: “É possível identificar produtos adulterados com amido”? Essa hipótese se baseia no que já conheciam, leram, visualizaram imagens. Nesse momento, os estudantes se organizaram em grupos para pensar em como realizar a atividade e discutir a forma viável de como desenvolver a ação, dando início ao planejamento das ações que iriam desenvolver.

Na etapa experimental, após o planejamento das ações, os estudantes atribuíram deveres a cada membro do grupo: um responsável por transferir as amostras de alimentos para as placas de petri; outro para etiquetar as amostras com seu respectivo nome; outro para colocar o iodo nas amostras e um quarto componente para fazer as devidas anotações. Ao término dessa etapa, o professor percebe que cada grupo executou a atividade com bastante coerência, conforme o planejamento inicial.

Na etapa pós-experimental os estudantes trabalharam os resultados alcançados na execução da atividade experimental, de forma a assimilar o fechamento da ideia principal, justificando seus resultados conforme os desafios e as dificuldades encontradas na conclusão do experimento. Em seguida, discutiram o assunto entre os grupos, sob o ponto de vista de sua aplicação na experimentação. Quanto à hipótese levantada inicialmente - “É possível identificar produtos adulterados com amido”? -, os estudantes chegaram à conclusão de que a tintura de iodo pode ser aplicada sobre o alimento e, se houver mudança de coloração, possivelmente esteja adulterado.

Desse modo, os estudantes demonstraram compreender os conceitos da proposta da atividade de forma correta e explicar os passos da ação, de modo a contribuir na sua aprendizagem. Após todos manifestarem suas ideias e conclusões, o professor pontua suas observações.

Os estudantes relataram a importância da atividade experimental. Os comentários foram assim registrados:

Durante a realização da atividade experimental, pude perceber que os alunos ao manusearem o material do experimento e identificaram com facilidade os alimentos ricos em amido. Comentaram que foi uma boa atividade para fazer em grupo. Ficaram surpresos com o leite adulterado com amido (DIÁRIO DE REGISTRO, 18/10/23).

Nas três etapas, o professor observou as diferentes visões de conhecimento dos estudantes a respeito da explanação da experimentação da detecção do amido no alimento; foi percebido que os resultados são satisfatórios em relação aos conceitos. Algumas dúvidas surgiram, porém, no momento da socialização, um grupo foi complementando a ideia do outro e, dessa forma, o professor observou que, ao final, houve aprendizagem.

5.5 O Produto Educacional

Um dos meios educacionais empregados no estudo da Biologia é o uso das Atividades Experimentais Construtivistas (AEC), as quais têm a finalidade de proporcionar uma melhor compreensão do conteúdo desenvolvido teoricamente em sala de aula. Dessa forma, é possível fazer com que o estudante coloque em prática seus conhecimentos anteriores e, ao mesmo tempo, construir novos conhecimentos, desenvolver novas habilidades e competências. Nesse sentido, o Produto Educacional (PE) por nós apresentado tem por objetivo ofertar aos professores subsídios para estruturar aulas experimentais construtivistas, de modo a estimular

a participação dos estudantes, proporcionando o desenvolvimento de suas aptidões e compreensão dos conceitos, bem como a construção de conhecimentos por meio da experimentação.

O PE é direcionado aos professores de Biologia da primeira série do Ensino Médio, na intenção de oferecer uma alternativa no desenvolvimento das AEC em Biologia, estreitamente ligadas ao fenômeno didático. As AEC são planejadas e executadas pelo professor, de forma a desencadear e mediar o diálogo construtivista entre os educandos (Pinho-Alves, 2000).

Na Figura 15, a seguir, ilustra a capa do PE, intitulado *Atividades Experimentais Construtivistas do Ensino de Biologia*:

Figura 15 - Capa do PE Atividades experimentais construtivistas no ensino de Biologia



Fonte: Autor, 2023.

Tendo em vista possibilitar a aprendizagem por meio das atividades experimentais em Biologia, o PE foi estruturado a partir da perspectiva do Modelo do Conjunto de Atividades Experimentais Construtivistas, que constitui uma proposta de realização das atividades experimentais na orientação construtivista, estruturada em três etapas: pré-experimental, experimental e pós-experimental. Nesse sentido, Rosa e Rosa (2012, p. 05) consideram “[...] importante que, ao iniciar uma atividade experimental, sejam proporcionadas ao estudante discussões que lhe mostrem os conhecimentos envolvidos no estudo”.

Desse modo, a organização do PE está estruturado em capítulos: o primeiro discorre sobre as AEC no ensino de Biologia, abordando a construção de conhecimento a partir da motivação, com vistas a incentivar o estudante a se envolver de forma ativa e completa no processo de ensino-aprendizagem, usando como recursos a percepção, a linguagem e a memória armazenada durante seu aprendizado. Na sequência, no capítulo dois apresenta a proposta do Modelo do Conjunto de Atividades Experimentais Construtivistas, cuja finalidade é tornar o estudo mais atrativo e desafiador ao estudante, tomando como referencial o construtivismo; o Modelo do Conjunto de Atividades Experimentais Construtivistas se estrutura em três etapas: pré-experimental; experimental e pós-experimental. No capítulo três traz sugestões de atividades experimentais para cada atividade experimental. Após, no quarto capítulo apresenta uma breve reflexão do processo de implementação das atividades propostas no PE, desenvolvidas com uma turma da primeira série do Ensino Médio em uma escola pública estadual em tempo integral, na capital do estado de Rondônia. A aplicação foi executada em seis encontros, em dias e horários diferentes. A metodologia desenvolvida nesses encontros teve como finalidade apresentar propostas de intervenção na realização de atividade experimental, bem como preparar o estudante na execução da experimentação. A cada encontro foi desenvolvida uma atividade experimental única; os estudantes responderam a um questionário conforme a realização da experimentação, de forma a gerar questionamentos e discussões em grupo. Por fim, apresentamos informações sobre os autores. O PE estará disponível no *site* Educapes (<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/741427>), assim como na página do programa (www.upf.br/ppgecm) e na página dos produtos educacionais do PPGECM (www.upf.br/produtoseducacionais).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estudo apresentado nesta dissertação, buscou-se desenvolver uma proposta voltada para AEC no ensino de Biologia com estudantes da primeira série do Ensino Médio.

A pesquisa se originou a partir das inquietações, enquanto professor, com base no contexto do uso das atividades experimentais em Biologia, tendo como atribuição o ensino dos conteúdos e a aprendizagem do estudante, de forma a proporcionar-lhe estímulo e a curiosidade no interesse pela experimentação.

Desse modo, defendemos uma nova visão de aplicação da atividade experimental, utilizando a concepção construtivista, de maneira que o estudante seja responsável por construir seus conhecimentos. Pinho-Alves (2000) afirma que a concepção construtivista permite a participação do estudante no desenvolvimento da atividade experimental, acompanhada de proposta desenvolvida em forma de desafio, estimulando o estudante a buscar respostas, contribuindo, assim, na formulação de hipótese teórica para resolução de um problema científico. Nessa visão, a proposta parte do ponto de vista que o estudante de Biologia precisa perceber a importância da atividade experimental na estruturação do seu conhecimento.

O construtivismo traz várias contribuições para o processo ensino-aprendizagem: estimula o envolvimento e a participação ativa dos estudantes nas atividades de aprendizagem, tornando-os mais envolvidos e motivados, proporcionando um aprendizado mais relevante; motiva os estudantes a relacionar novos conhecimentos com suas experiências prévias. Dessa forma, os estudantes conseguem relacionar o que estão aprendendo a situações da vida real, aumentando sua compreensão e aplicação dos conteúdos. Rosa (2011) assevera que, ao assumir a concepção construtivista, as atividades experimentais não podem mais sobreviver de forma isolada, separadas das aulas teóricas, mas em aliança com os conteúdos trabalhados pelo professor.

Outro ponto relevante é a elaboração e a implementação das atividades experimentais construtivistas no ensino de Biologia. Nesse sentido, a elaboração das atividades é fundamental no processo ensino-aprendizagem, pois oferece aos estudantes oportunidades de explorar, experimentar e refletir sobre o conteúdo de forma relevante, valorizando sua autonomia, estimulando sua curiosidade, criatividade e pensamento crítico. Assim sendo, promove a construção do conhecimento pelos estudantes, por meio de interação e de sua participação ativa em seu próprio processo de aprendizagem. Pinho-Alves (2000) comenta que o professor é responsável por perceber qual atividade experimental deverá escolher e como será trabalhada. Assim, o professor é responsável por elaborar e executar a atividade experimental. A

perspectiva de promover a experimentação em relação ao aprendizado no ensino de Biologia permite que os estudantes desenvolvam habilidades científicas, como a observação, a formulação de hipóteses, o planejamento experimental, a análise de dados e a interpretação de resultados. Essas habilidades são essenciais para a formação do conhecimento do estudante.

Logo, as atividades experimentais são voltadas a disciplina de Biologia, o experimento sobre densidade da glicose no refrigerante aborda a parte orgânica da química dos alimentos, essa atividade contribui para a formação dos estudantes mais conscientes e responsáveis em relação à sua saúde uma vez que o consumo excessivo de açúcar pode levar a problemas de saúde e os refrigerantes são produtos amplamente consumido.

Neste sentido, a forma que se organiza o conjunto de atividades experimentais construtivistas no ensino de Biologia, acena para o desenvolvimento do pensamento metacognitivo, considerado uma habilidade essencial para o aprendizado autônomo e eficaz, uma vez que permite aos estudantes se tornarem mais conscientes e responsáveis pelo próprio processo de aprender.

Preocupados com melhoria do desenvolvimento das atividades experimentais de Biologia, nos deparamos com a proposta construtivista, como norteadora para a criação do PE, baseado no Conjunto de Atividades Experimentais Construtivistas. Nesse contexto, preocupados com o desempenho das atividades experimentais na ação da construção do aprendizado do estudante e não apenas à realização de atividade dirigida, Rosa e Rosa (2012), apresentaram esse modelo didático com referencial teórico nas concepções do construtivismo, estruturado em três momentos: etapa pré-experimental; etapa experimental; etapa pós-experimental. A finalidade da atividade experimental é oportunizar o estudante desenvolver seu conhecimento, por meio de pensamento, linguagem e raciocínio adquirido durante seu aprendizado anterior, de forma a permitir a construção da parte teórica de um determinado projeto científico. A experimentação funciona como meio de compreender as teorias e aprofundar os conhecimentos sobre um determinado assunto.

Ao longo do trabalho, a busca em responder à pergunta norteadora de nossa pesquisa: de que forma as atividades experimentais construtivistas podem auxiliar no processo ensino-aprendizagem de Biologia? Percebemos que as atividades podem auxiliar no processo ensino-aprendizagem de várias formas, como a construção ativa do conhecimento do estudante, dando-lhe a oportunidade de explorar, manipular e experimentar conceitos; oportunizam que o estudante desenvolva seu conhecimento, habilidade científica, coleta de dados, formular hipóteses e aprender conceitos científicos de forma contextualizada.

Elaboramos um PE direcionado aos professores de Biologia, na intenção de oferecer alternativas na estruturação das EAC, pensando em estimular a participação dos estudantes na realização das atividades, proporcionar o desenvolvimento de suas aptidões e compreensão dos conceitos, bem como a construção de conhecimentos por meio da experimentação. O produto foi desenvolvido seguindo o Conjunto de Atividades experimentais Construtivistas.

Foram aplicadas as atividades propostas no PE com estudantes da primeira série do Ensino Médio, obedecendo à sequência dos conteúdos ministrados na disciplina de Biologia que trata dessas atividades na concepção construtivista e estruturada em três etapas. As atividades experimentais foram desenvolvidas usando um roteiro-guia, com o objetivo de fornecer informações e facilitar o desenvolvimento da experimentação. A aplicação foi executada em seis encontros, em dias e horários diferentes. A metodologia desenvolvida nesses encontros teve como finalidade apresentar propostas de intervenção na realização da atividade experimental, bem como preparar o estudante na execução da experimentação. A cada encontro foi desenvolvida uma única atividade experimental; os estudantes responderam a um questionário conforme a realização da experimentação, de forma a gerar questionamentos e discussões em grupo.

As atividades experimentais de Biologia, numa perspectiva construtiva, possibilitaram: estimular os estudantes à curiosidade científica; vivência da observação científica; desenvolvimento da habilidade para resolver problemas; compreensão e estimulação de conhecimentos teóricos; desenvolvimento de habilidades intelectuais e manuais; promoção da autonomia; e valorização da cooperação e do trabalho em equipe. Por consequência, novas possibilidades de estudos se abrem a partir do trabalho desenvolvido, como ampliar a proposta para outros temas e assuntos de Biologia e de outras áreas.

Neste sentido, compreendemos que as atividades experimentais constituem uma excelente estratégia metodológica e, quando organizadas de forma reflexiva e ativa, se tornam elementos essenciais na construção de conhecimentos necessários para o enfrentamento das demandas do mundo contemporâneo.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, Vanessa Wegner; TREVISOL, Maria Teresa Ceron. A experimentação didática no ensino de ciências: uma proposta construtivista para a utilização do laboratório didático. *Colóquio Internacional de Educação*, v. 2, n. 1, p. 753-762, 2014. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/coloquiointernacional/article/view/5099>. Acesso em: 12 set. 2022.
- ALISON, Rosane Brum; LEITE, Álvaro Emílio. Possibilidades do uso da experimentação no ensino de Física. In: *Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE*. Curitiba: Secretaria de Educação do Estado do Paraná, 2016, v. 1, p. 2-29. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_artigo_fis_utfpr_rosanebrumalison.pdf. Acesso em: 19 maio 2022.
- ALVES, Fabrício Eugênio; LIMA, Viviani Alves de; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. *O ensino experimental como ferramenta metodológica em um processo de formação continuada na perspectiva da reflexão orientada*. Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ) UFBA, UESB, UESC e UNEB). 2012. Disponível em: <http://www.eneq2012.qui.ufba.br/modulos/submissao/Upload/43237.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2022.
- ALVES, Viviane. *Elaboração do roteiro de aula*. Gama, DF: UNICEPLAC, 2020. Disponível em: <https://dspace.uniceplac.edu.br/bitstream/123456789/1368/1/Elabora%C3%A7%C3%A3o%20do%20roteiro%20de%20aulas.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2022.
- AMÉRICO, Bruno. *Método de pesquisa qualitativa: analisando fora da caixa a prática de pesquisar organizações*. Rio de Janeiro: Altas Books, 2021. Disponível em: [https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555203875/epubcfi/6/12\[%3Bvnd.vst.idref%3DCG_metodo_pesquisa_qualitativa_abertura-4\]/4\[CG_metodo_pesquisa_qualitativa_abertura-4\]/4\[_idContainer005\]/4/1:84\[387%2C-5\]>.>](https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555203875/epubcfi/6/12[%3Bvnd.vst.idref%3DCG_metodo_pesquisa_qualitativa_abertura-4]/4[CG_metodo_pesquisa_qualitativa_abertura-4]/4[_idContainer005]/4/1:84[387%2C-5]>.>). Acesso em: 17 mar. 2023.
- ANDRADE, Marcelo Leandro Feitosa de; MASSABNI, Vânia Galindo. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/vYTLzSk4LJFt9gvDQqztQvw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 maio 2022.
- ANDRADE, Adriana; TEXEIRA, Ricardo Roberto Plaza. Oficina de experimentos de baixo custo no ensino de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 22, 2017, São Carlos. *Anais...* São Carlos: USP, 2017. p. 1-9. Disponível em: <http://www1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/sys/resumos/T0506-1.pdf>. Acesso em: 6 de nov. 2023.
- BETTELHEIM, Frederick A.; BROWN, William H.; CAMPBELL, Mary K.; FARRELL, Shawn O. *Introdução à Bioquímica*. Trad. Mauro de Campos Silva, Gianluca Camillo Azzellini. São Paulo: Cengage Learning, 2017. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788522126347/pageid/1>. Acesso em: 14 jan. 2023.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. *Investigação qualitativa em Educação: fundamentos, métodos e técnicas*. Portugal: Porto Editora, 1994, p. 15-80. Disponível em: https://www.academia.edu/9188360/BOGDAN_R_BIKLEN_S_Investigacao_Qualitativa_em_Educacao. Acesso em: 10 nov. 2023.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues; BORGES, Maristela Correa. A pesquisa participante: um momento da educação popular. *Educação Popular*, Uberlândia, v. 6, p. 51-61. 2007. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/reveducpop/article/view/19988/10662>. Acesso em: 4 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)*. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/529732/lei_de_diretrizes_e_bases_1ed.pdf. Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC): educação é a base*. Ensino Médio. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. v. 2. Brasília: MEC, 2006.

BRAZ, Douglas Henrique de Oliveira. *Prática em laboratório: uma estratégia de ensino*. 2018. 155 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, 2018. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/180266/braz_dho_me_prud.pdf?sequence=6&isAllowed=y. Acesso em: 20 jan. 2023.

CAÑETE, LÍlian Sipoli Carneiro. *Diário de bordo como instrumento de reflexão crítica da prática do professor*. 2010. 151 f. Dissertação (Mestrado em educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-8CSKSG/1/disserta__o_pronta.pdf. Acesso em: 30 mar. 2023.

CATELAN, Senilde Solange; RINALDI, Carlos. A atividade experimental no ensino de Ciências Naturais: contribuições e contrapontos. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 13, n. 1, p. 306-320, 2018. Disponível em: https://www.if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID474/v13_n1_a2018.pdf. Acesso em: 20 set. 2022.

CHANG, Raymond; GOLDSBY, Kenneth A. *Química*. Trad. M. Pinho Produtos. 11. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788580552560/pageid/1>. Acesso em: 13 jan. 2023.

CRUZ, Joelma Bomfim da. *Laboratórios*. Brasília: UnB, 2007. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/profunc/13_laboratorios.pdf. Acesso em: 20 maio 2022.

CRESWELL, John W. *Investigação quantitativa e projeto de pesquisa*. 3. ed. Dados Eletrônicos. Porto Alegre: Penso, 2014. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=Ymi5AwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=creswell+\(2014\)+referencia&ots=Mx3GurNw4s&sig=6DkiSoo7kaOue_TmGcdKRFSUvOk#v=onepage&q=creswell%20\(2014\)%20referencia&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=Ymi5AwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=creswell+(2014)+referencia&ots=Mx3GurNw4s&sig=6DkiSoo7kaOue_TmGcdKRFSUvOk#v=onepage&q=creswell%20(2014)%20referencia&f=false). Acesso em: 16 nov. 2023.

DENARDIN, Cristiane Casagrande; SILVA, Leila Picolli. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. *Ciências Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 945-954, 2009. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/250025391_Estrutura_dos_granulos_de_amido_e_sua_relacao_com_propriedades_fisico-quimicas. Acesso em: 20 jul. 2023.

FENTANES, Enrique Galindo. *A tarefa da ciência experimental: um guia prático para pesquisar e informar resultados nas ciências naturais*. Rio de Janeiro: LCT, 2014. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/>. Acesso em: 29 dez. 2023.

FLICK, Uwe. *Introdução à pesquisa qualitativa*. Trad. Joice Elias Costa. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536318523/pageid/2>. Acesso em: 16 mar. 2023.

FONSECA, João José Saraiva da. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2002. (Apostila). Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2023.

GIANI, Kellen. *Experimentação no ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma aprendizagem significativa*. 2010. 190 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/fevereiro2013/ciencias_artigos/dissertacao_experimentacao_2010_KellenGiani.pdf. Acesso em: 24 maio 2022.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, Nahun Thiaghor Lippaus Pires. *Prática experimental e laboratórios de Química nas escolas estaduais de Viana- ES: realidades frente à aprendizagem significativa crítica*. 2016. 201 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Espírito Santo, Vitória. 2016. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=8570016. Acesso em: 20 jan. 2023.

HUDSON, Derek. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

KRASILCHIK, Myriam. *Prática de ensino de Biologia*. 4. ed. rev. e amp., 2 reimpr. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004. Disponível em: https://books.google.com.br/books/about/Pr%C3%A1tica_de_Ensino_de_Biologia.html?hl=pt-br&id=W4b0wYFt3fIC&redir_esc=y. Acesso em: 5 nov. 2023.

KRASILCHIK, Myriam. *Prática no ensino de Biologia*. 4. ed. rev. e amp., 2. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008. Disponível em: <https://xdocz.com.br/doc/pratica-de-ensino-de-biologia-myriam-krasilchik-4-ed-48gp9pkmy982>. Acesso em: 29 dez. 2023.

LEITE, Bruno Silva. Aprendizagem tecnológica ativa. *Revista Internacional de Educação Superior*. Campinas, SP, v. 4, n. 3, p. 580-609, 2018. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/riesup/article/view/8652160/18084>. Acesso em: 24 maio 2022.

LEITE, Paula Rayanny Mendonça et al. O ensino da biologia como uma ferramenta social, crítica e educacional. *RECH - Revista Ensino de Ciências e Humanidades*, ano 1, v. 1, n. 1, p. 400-413, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/rech/article/download/4749/3855/>. Acesso em: 30 out. 2023.

LISBOA, Julio Cezar Foschini. *Ser protagonista: Química 1º ano*. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016. Disponível em: <http://pergamum.ifsp.edu.br/pergamumweb/vinculos/000067/00006746.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2023.

LOPES, Amanda. *Observação de estruturas celulares em amostras de tecido de cebola*. Unipampa, 2014. Disponível em: <https://sites.unipampa.edu.br/pibid2014/files/2017/08/catafilo-da-cebola-amanda-lobes-costa-garcia.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2023.

MALACARNE, Vilmar; STRIEDER, Dulce Maria. O desvelar da ciência nos anos iniciais do ensino fundamental: um olhar pelo viés da experimentação. *Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI*, v. 5, n. 7, p. 75-85, 2009. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2011/ciencias/02desvelar_ciencia_anos_iniciais.pdf. Acesso em: 28 dez. 2023.

MARCHEZINI, Ronaldo. *Uso de aulas experimentais: mudanças conceituais no ensino de momento de uma força*. 2008. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_MarchezineR_1.pdf. Acesso em: 28 nov. 2022.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 21. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

MORAIS, Vânia Cardoso da Silva. *Atividades experimentais: implicações no ensino de Biologia*. 2015. 143 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/16819/1/AtividadesExperimentaisImplicacoes.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2023.

MOREIRA, Mateus Luís; DINIZ, Renato Eugênio da Silva. *O laboratório de Biologia no Ensino Médio: infra-estrutura e outros aspectos relevantes*. São Paulo: UNESP, 2003. p. 295-305. Disponível em: https://scholar.google.com.br/citations?view_op=view_citation&hl=pt-BR&user=HtLefIYAAAAAJ&citation_for_view=HtLefIYAAAAAJ:2osOgNQ5qMEC. Acesso em: 19 set. 2022.

NASCIMENTO, Fabrício do; FERNANDES, Hylio Laganá; MENDONÇA, Viviane Melo de. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios naturais. *Revista HISTEDBR*, v. 10, n. 39, p. 225-249, 2010. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8639728/7295>. Acesso em: 28 dez. 2023.

NOVAES, Marcos Bidart Carneiro; SOUZA, Andréa Claudia de; DRUMMOND, Joceli Regina. Pesquisa participante a serviço da emancipação e da ruptura de silêncios: uma experiência no Brasil. *Revista Brasileira Psicodrama*, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 39-51, 2019. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicodrama/v27n1/05.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2023.

OLIVEIRA, Kelvin Barbosa de. *Atividades experimentais no ensino de biologia em escolas públicas do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil: caracterização geral e concepção dos professores*. 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/16067/1/KelvinBO_DISSERT.pdf. Acesso em: 20 jan. 2023.

PACHECO, Maria José Ribeiro. *A importância das atividades experimentais no processo de ensino-aprendizagem*. 2015. 126 f. Dissertação (Mestrado em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1º Ciclo do Ensino Básico) - Instituto Superior de Ciências Educativas de Felgueiras, Felgueiras, Portugal, 2015. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/24996/1/Relat%C3%B3rio%20Final%20Maria%20Pacheco.pdf>. Acesso em: 13 set. 2022.

PEDRANCINI, Vanessa Daiana; CORAZZA-NUNES, Maria Júlia; GALUCH, Terezinha Bellanda; MOREIRA, Ana Lúcia Olivo Rosas; Ribeiro, Alessandra Claudia. Ensino e aprendizagem no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf. Acesso em: 5 nov. 2023.

PENSIN, Gean Antônio Belo. *Importância da experimentação no ensino de Ciências*. 2014. 34 f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR, 2014. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/21883/3/MD_ENSCIE_2014_2_32.pdf. Acesso em: 19 set. 2022.

PEREIRA, Clodovagner José Evaristo. *O uso de práticas laboratoriais de Biologia no Ensino Médio: um estudo em torno das competências e habilidades*. 2012. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/4421/1/2012_dis_cjepereira.pdf. Acesso em: 20 jan. 2023.

- PINTO, Felipe Corrêa Pinto. *Praticando Biologia no espaço escolar sem o uso de laboratórios: possibilidades para a promoção da alfabetização científica*. 2018. 206 f. Dissertação (Mestrado em Práticas de Educação Básica) - Colégio Pedro II, Rio de Janeiro. 2018. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7074716. Acesso em: 20 jan. 2023.
- PINHO-ALVES, Jose de. *Atividades experimentais: do método à prática construtivista*. 2000. 448 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/79015>. Acesso em: 9 set. 2022.
- RIBEIRO, Débora. *Dicionário online de Português*. 2020. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/ensino-aprendizagem/>. Acesso em: 2 nov. 2022.
- RICHARDSON, Roberto Jarry. *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- RONDÔNIA. *Referencial Curricular do Estado de Rondônia (RCRO)*. Porto Velho: SEDUC/RO/CONSED, 2021.
- ROSA, Cleci Teresinha Werner da. *A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física*. 2011. 324 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- ROSA, Cleci Teresinha Werner da; ROSA, Alvaro Becker da. Aulas experimentais na perspectiva construtivista: proposta de organização do roteiro para aulas de Física. *Física na Escola*, v. 13, n. 1, p. 4-7, 2012. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol13-Num1/a021.pdf>. Acesso em: 18 out. 2022.
- ROMANOWSKI, Joana Paulin. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte” em educação. *Revista Diálogo Educacional*, v. 6, n. 19, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1891/189116275004.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2023.
- SANTOS, Daiane Nascimento; GUARESI, Ronri. Realidade e tendência no ensino de biologia no Brasil: análise de conhecimento vocabular em fragmento de livro didático para estudantes de 1º ano do ensino médio. *Língua Nostra*, Canoas, v. 2, n. 1, p. 32-42, 2014. Disponível em: <https://www.linguanostra.net/index.php/Linguanostra/article/view/22/23>. Acesso em: 5 nov. 2023.
- SILVA-BATISTA, Inara Carolina da; MORAES, Renan Rangel. História do Ensino de Ciências na Educação Básica no Brasil (do Império até os dias atuais). *Revista Educação Pública*, v. 19, n. 26, out. 2019. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/26/historia-do-ensino-de-ciencias-na-educacao-basica-no-brasil-do-imperio-ate-os-dias-atuais>. Acesso em 29 dez.2023.
- SILVA, Edson Diniz. *A importância das atividades experimentais na educação*. Universidade Cândido Mendes. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em:

https://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/posdistancia/54358.pdf. Acesso em: 5 nov. 2023.

SILVA, Sérgio Luiz da; MENDES, Ivanise. Aprendizagem significativa: a importância do uso do laboratório nas aulas de Ciências no Ensino Fundamental. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, v. 19, n. 11, p. 169- 183. 2020. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/ciencias-no-ensino>. Acesso em: 22 set. 2022.

SILVA, Vinícius Gomes da. *A importância da experimentação no ensino de Química e Ciências*. 2016. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/136634/000860513.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2022.

SILVA, Raquel Thomaz; CURSINO, Ana Cristina; AIRES, Joane Aparecida; GUIMARÃES, Orliney Marciel. Contextualização e experimentação uma análise dos artigos publicados na seção “experimentação no ensino de química” da revista Química Nova na escola 2000-2008. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 11, n. 2, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1295/129512606006.pdf>. Acesso em: 6 nov.2023.

SOUZA, Ana Ribeiro; NUNES, Reginaldo de Oliveira. Ensino de Biologia: contribuições sobre a importância das práticas no processo de ensino e aprendizagem de Biologia. *Anuário Pesquisa e Extensão*, Unoesc, Joaçaba, 2023. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/apeuj/article/view/32565>. Acesso em: 31 out. 2023.

STARR, Cecie; TAGGART, Ralph; EVERS, Christine; STARR, Lisa. *Biologia: unidade e diversidade da vida*. Trad. All Tasks. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2011. v. 1. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788522113330/pageid/3>. Acesso em: 14 jan. 2023.

STIL, Rodrigo. *Uso de atividades experimentais no ensino de Física sob uma perspectiva investigativa*. 2018. 203 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologia) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2018. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6406137. Acesso em: 4 abr. 2023.

TONOLLI, Paulo Newton; FRANCO, Fernando Faria; SILVA, Antônio Fernando Gouvêa. A construção histórica do conceito de enzima e sua abordagem em livros didáticos de biologia. *História, Ciências, Saúde*, Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 28, n. 3, p. 727-744, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/nCzVpjdWPTFRVyy9shFKQ7f/?lang=pt>. Acesso em: 21 fev. 2023.

TUMELERO, Naína. *Pesquisa participante: o que é, passos metodológicos e pesquisa-ação*. Blog da Mettzer. Publicação 04 out. 2019. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/pesquisa-participante/#:~:text=A%20pesquisa%20participante%20busca%20o,e%20membros%20das%20situa%C3%A7%C3%B5es%20investigadas>. Acesso em: 27 mar. 2023.

TRIVERATO, Sílvia Frateschi. *Ensino de Ciências*. São Paulo: Cengage Learning, 2016. Disponível em: <https://doceru.com/doc/xcn10x8>. Acesso em: 29 dez. 2023.

ZABALZA, Miguel Ángel. *Diário de classe: um instrumento de investigação e desenvolvimento profissional*. Madrid: Narcea, S.A., 2004.

ZIMMERMANN, Licia. *A importância dos laboratórios de Ciências para alunos da terceira série do Ensino Fundamental*. 2005. 141 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Ciencias/Dissertacoes/330257.pdf. Acesso em: 29 nov. 2022.

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Seu filho(a) está sendo convidado a participar da pesquisa: “**Atividades Experimentais Construtivistas no Ensino de Biologia**”, de responsabilidade do pesquisador Nelber Roberto Sena sob orientação do Dr. Luiz Marcelo Darroz. Esta pesquisa apresenta como objetivo estruturar e implementar uma proposta didática ancorada no Método Construtivista, para conteúdo de Atividades Experimentais da primeira série do Ensino Médio, avaliando a sua pertinência didática e a aprendizagem mediada. As atividades serão desenvolvidas durante aproximadamente 10 horas/aula do componente curricular Biologia, no espaço da escola e envolverão o uso de materiais produzidos pelos alunos.

Esclarecemos que a participação do seu filho(a) não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações.

A participação do seu filho(a) nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo.

Caso tenha dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com o pesquisador orientador do trabalho. Dr. Luiz Marcelo Darroz. pelo e-mail: ldarroz@upf.br

ou no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, pelo e-mail ppgecm@upf.br.

Dessa forma, se concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo será também assinado pelos pesquisadores responsáveis.

Passo Fundo, de agosto de 2023.

Nome do participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Assinatura do responsável: _____

Assinaturas dos pesquisadores: _____

APÊNDICE B - Autorização da Escola**PPGECM**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade - IHCEC**CARTA DE AUTORIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO DE ENSINO**

Eu, Nelber Roberto Sena, solicito autorização da Escola Estadual de Ensino Médio em Tempo Integral 4 de Janeiro, localizada no município de Porto Velho, estado de Rondônia, para a realização de atividades de pesquisa associadas à dissertação **Atividades Experimentais Construtivistas no Ensino de Biologia** que desenvolvo junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, RS. A pesquisa está vinculada a dados produzidos durante a aplicação de uma sequência didática junto a estudantes do primeiro ano do Ensino Médio. O período de aplicação das atividades na escola será de 02/08/2023 a 18/08/2023.

- () Autorizo
() Não autorizo

Responsável pela Escola
Nome, cargo e carimbo

Eu, Nelber Roberto Sena, me comprometo a cumprir as normativas da escola, mantendo conduta ética e responsável e a utilizar os dados produzidos pela pesquisa, exclusivamente para fins acadêmicos e a destruí-los após a conclusão do estudo.

Mestrando
Nelber Roberto Sena