



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 49**

DENILSON BOFF

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA E FEIRA DE CIÊNCIAS NO
ENSINO DE FÍSICA PARA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

**SANTARÉM (PA)
2024**

DENILSON BOFF

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA E FEIRA DE CIÊNCIAS NO
ENSINO DE FÍSICA PARA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Oeste do Pará, Polo 49, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof^a Dra. Nilzilene Gomes de Figueiredo.

SANTARÉM (PA)
2024

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/Ufopa

- B673a Boff, Denilson
Atividade experimental investigativa e feira de ciências no ensino de física para a promoção da alfabetização científica./ Denilson Boff. – Santarém, 2025.
116 p. : il.
Inclui bibliografias.
- Dissertação defendida em 2024 e depositada em 2025.
- Orientadora: Nilzilene Gomes de Figueiredo.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências da Educação, Mestrado Nacional Profissional Em Ensino de Física Polo 49.
1. Ensino de física. 2. Atividade experimental. 3. Ensino por investigação. I. Figueiredo, Nilzilene Gomes de, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 530.01

DENILSON BOFF

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA E FEIRA DE CIÊNCIAS NO
ENSINO DE FÍSICA PARA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Oeste do Pará, Polo 49, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Produção e avaliação de materiais didáticos inovadores.

Aprovada em: 05/12/2024/2024.

BANCA EXAMINADORA:

Nilzilene Gomes de Figueiredo (Orientadora)
Universidade Federal do Oeste do Pará

Marcos Gervânio de Azevedo Melo (Examinador 1)
Universidade Federal do Oeste do Pará

Charles da Rocha Silva (Examinador 2)
Instituto Federal do Pará

Carlos José Freire Machado (Suplente interno)
Universidade Federal do Oeste do Pará

Simone da Graça de Castro Fraiha (Suplente externo)
Universidade Federal do Pará

Dedico este trabalho à minha família, em especial minha esposa que sempre esteve ao meu lado e me incentivou, minha irmã que continuamente torceu positivamente para esta etapa de estudos, minhas filhas, meus alunos que tenho um carinho imenso e minha orientadora que muito me inspirou e contribuiu nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

Diversos foram os professores do curso de Mestrado Profissional em Física que me inspiraram durante estes dois anos e meio de especialização.

Primeiramente, agradeço à minha orientadora, Professora Doutora Nilzilene Gomes de Figueiredo, pelo suporte, por acreditar em mim e contribuir para o professor que me tornei.

Gostaria também de agradecer com muito carinho aos demais professores do Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFOPA (polo 49) que contribuíram muito com o desenvolvimento do meu conhecimento e tornar-me um profissional mais bem qualificado.

Também agradeço enormemente aos estudantes que participaram desta pesquisa.

Deixo aqui também meus agradecimentos aos demais profissionais e técnicos da UFOPA que mesmo indiretamente contribuem para que seja realizado o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (polo 49) e à UFOPA que em parceria com a Sociedade Brasileira de Física (SBF) ofertaram a oportunidade do Mestrado Profissional em ensino de Física para professores da região.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Carta fechada para o meu professor

“Eu aprendi que existem professores, e existem Aqueles Professores...Esses professores são aqueles, que independentemente do quão ruim o aluno é na sua matéria ele sempre quer o aluno com uma boa nota, não importa o quão bagunceiro seja, ele sempre quer que o aluno se saia bem.

Queria dizer que você é Esse Professor, o que briga, insiste, que fala umas verdades, mas sempre quer o nosso bem. És o professor que me fez ver é entender que a física é bem mais interessante. Digamos que até fez eu gostar, uma vez que a minha tão sonhada profissão que escolhi aborda muito sobre sua matéria, então agradeço por me fazer a gostar da sua matéria.

E obrigado, por ter nos proporcionados, adquirir tanto conhecimento, e sabemos, que se não fosse pela sua ajuda e insistência, em acreditar em nós, não teríamos chegado ao primeiro lugar... O primeiro lugar que independente de tudo, almejamos por dois anos, e finalmente chegamos ao topo.

Esse mérito não é só nosso, mas temos orgulho de compartilharmos ele com você”.

Agradecimento de estudante após o término do projeto que compõe esta dissertação.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo identificar contribuições para o processo de alfabetização científica de estudantes de ensino médio ao desenvolverem projetos experimentais investigativos de física para uma feira de ciências. A proposta de ensino de física que ampara este trabalho constitui-se na junção de atividade experimental, ensino investigativo e feira de ciências descritos em etapas as quais possibilitem a promoção da alfabetização científica. Teve como foco o magnetismo e eletromagnetismo, temas que estavam sendo trabalhados no 3º ano do ensino médio. O produto educacional consiste em um guia de orientações para desenvolvimento de projetos experimentais investigativos de física para feira de ciências, seguindo as etapas do laboratório aberto, dividida em 6 momentos: 1º) Proposta do problema; 2º) Levantamento de hipóteses; 3º) Elaboração do plano de trabalho; 4º) Montagem do arranjo experimental e coleta de dados; 5º) Análise dos dados; 6º) Conclusão. Neste trabalho foi adicionada mais uma etapa que consiste no preparo e apresentação dos resultados em uma feira de ciências da escola, comunidade ou outro evento similar. A aplicação da proposta foi realizada em duas turmas do terceiro ano do ensino médio em uma escola pública estadual do sudoeste de estado do Pará e teve como problema inicial da atividade didática: Como podemos encontrar um valor quantitativo do campo magnético terrestre? Para fins de atingir os objetivos dessa dissertação, buscava-se responder a questão de investigação: “que contribuições surgem para o processo de alfabetização científica de estudantes do ensino médio ao desenvolverem projetos experimentais investigativos de física para uma feira de ciências?”. Desenvolveu-se uma pesquisa qualitativa e translacional como orientado pela CAPES, buscando verificar a existência de indicadores da alfabetização científica nos resultados, utilizando como instrumentos de coleta de dados 26 questionários, 6 vídeos, 35 fotografias e 2 diálogos de mensagens. Para a análise e organização e análise dos dados usou-se a análise de conteúdo de Bardin (2016) o qual indica a análise em três polos. Buscou-se na produção dos relatos e trechos transcritos dos vídeos, na escrita e fala dos estudantes indicadores que sugerem a promoção da alfabetização científica. Nos trechos descritos percebe-se na linguagem dos estudantes a construção associada de diversos indicadores e possivelmente a possibilidade de formar habilidades inerentes à ciência. O produto educacional contido nesta dissertação, destinado a guiar professores e estudantes

para a realização de atividades experimentais investigativas possibilitando condições para que seja apresentado em feiras de ciências, contribui inclusive para que o estudante se insira em uma cultura científica e seja conduzido a um processo de alfabetização científica.

Palavras-chave: ensino de física; atividade experimental; ensino por investigação; feira de ciências; alfabetização científica.

ABSTRACT

This work aimed to identify contributions to the scientific literacy process of high school students when developing experimental physics investigative projects for a science fair. The physics teaching proposal that supports this work consists of the combination of experimental activity, investigative teaching and science fair described in stages which enable the promotion of scientific literacy. It focused on magnetism and electromagnetism, topics that were being worked on in the 3rd year of high school. The educational product consists of a guide for developing investigative experimental physics projects for science fairs, following the steps of the open laboratory, divided into 6 moments: 1st) Problem proposal; 2) Survey of hypotheses; 3) Preparation of the work plan; 4th) Assembly of the experimental arrangement and data collection; 5th) Data analysis; 6th) Conclusion. In this work, another step was added, which consists of preparing and presenting the results at a school, community science fair or other similar event. The application of the proposal was carried out in two third-year high school classes in a state public school in the southwest of the state of Pará and had as its initial problem the teaching activity: How can we find a quantitative value of the Earth's magnetic field? In order to achieve the objectives of this dissertation, we sought to answer the research question: "what contributions arise to the scientific literacy process of high school students when developing investigative experimental physics projects for a science fair?". A qualitative and translational research was developed as guided by CAPES, seeking to verify the existence of indicators of scientific literacy in the results, using 26 questionnaires, 6 videos, 35 photographs and 2 message dialogues as data collection instruments. organization and analysis of the data, Bardin's content analysis (2016) was used, which indicates the analysis in three poles. We sought in the production of reports and excerpts transcribed from the videos, in the students' writing and speech, indicators that suggest the promotion of scientific literacy as described in table 1 of chapter 2 of this dissertation, taking as a reference the work described by Sasseron and Carvalho (2008). In the excerpts described, the associated construction of various indicators and possibly the possibility of forming skills inherent to science can be seen in the students' language. The educational product contained in this dissertation is intended to guide teachers and students to carry out experimental investigative activities, enabling conditions for it to be presented at science fairs, it also

contributes to the student becoming part of a scientific culture and becoming scientifically literate.

Keywords: physics teaching; experimental activity; research-based teaching; science fair; scientific literacy.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Indicadores da Alfabetização Científica.....	25
Quadro 2 - Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais.....	31
Quadro 3 - Equações de Maxwell.....	43
Quadro 4 - Instrumentos de coleta de dados.....	49
Quadro 5 - Etapas do desenvolvimento do projeto experimental investigativo usando o Laboratório aberto.....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas de um método científico.....	36
Figura 2 - Representação do campo magnético como um ímã e suas linhas de indução.....	39
Figura 3 - Componentes do campo magnético terrestre.....	40
Figura 4 - Intensidade da componente horizontal do campo magnético terrestre.	41
Figura 5 - Intensidade da componente vertical do campo magnético terrestre.	42
Figura 6 - Magnetosfera, Campo magnético externo da Terra.....	43
Figura 7 - Corrente elétrica é mantida em uma espira circular - aplicação da Lei de Biot-Savart.....	46
Figura 8 - Mesorregiões do estado do Pará indicando o sudoeste Paraense.....	51
Figura 9 - Questão do livro didático de Física de Alberto Gaspar que inspirou o experimento.....	58
Figura 10 - Imagem do conjunto experimental.....	59
Figura 11 - Posição inicial do experimento.....	61
Figura 12 - Galvanômetro de tangente sendo usado em sala de aula pelos estudantes.....	62
Figura 13 - Dados quantitativos da atividade experimental.....	63
Figura 14 - Momento de análise de resultados após o experimento.....	63
Figura 15 - Apresentação do projeto na feira de ciências da escola.....	65
Figura 16 - Apresentação do projeto na feira de ciências da escola para visitantes.....	66
Figura 17 - Apresentação do projeto na FECITBA-PA em outubro de 2023.....	67

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
3.1 Alfabetização científica	23
3.2 Ensino por investigação	26
3.3 Atividade experimental.....	29
3.4 Feiras de ciências	34
4 FÍSICA APLICADA AO EXPERIMENTO GALVANÔMETRO DE TANGENTE	38
4.1 Introdução	38
4.2 Campo magnético	38
4.3 Elementos do campo magnético da terra.....	39
4.4 Algumas aplicações do eletromagnetismo	43
4.4.1 Lei de Ampère	44
4.4.2 Lei de Biot - Savart.....	45
4.4.3 Campo magnético gerado por corrente elétrica contínua em uma espira circular	466
5 ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	48
5.1 Tipo de pesquisa	48
5.2 Instrumentos para coleta de dados	49
5.3 Caracterização da escola	50
5.4 Caracterização dos estudantes.....	52
5.5 Relato das etapas da pesquisa e construção do produto educacional	52
5.6 Relato da atividade experimental investigativa com uma turma	54
5.6.1 Proposta do problema.....	56
5.6.2 Levantamento de hipóteses.....	57
5.6.3 Elaboração do plano de trabalho.....	58
5.6.4 Montagem do arranjo experimental e coleta de dados	60
5.6.5 Análise dos dados	62
5.6.6 Conclusão.....	64
5.6.7 Exposição dos resultados em uma feira de ciências	64
5.7 Método de análise de dados e categorias	67
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	70
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	77

REFERÊNCIAS.....	79
APÊNDICE A – Produto educacional.....	86

1 INTRODUÇÃO

O ensino de física exerce um papel fundamental na formação dos estudantes da educação básica, pois apresenta conhecimentos essenciais para compreender o mundo no qual vivemos, já que a Física é uma ciência que busca explicações para os fenômenos naturais. Segundo Chassot (1993), compreender essa linguagem em que está escrita a natureza é um primeiro passo para um cidadão ser alfabetizado cientificamente, além de ser uma possibilidade de inclusão social (Chassot, 2003). Além de contribuição individual, a educação científica também é um dos importantes fatores que determinam a prosperidade de uma nação, por meio de sua capacidade de dispor o conhecimento para produzir bens com alto valor tecnológico associado (Fazzio *et al.*, 2007).

Carvalho (2010) nos faz refletir sobre a importância de um ensino de Física mais contextualizado que vá além da manipulação de equações matemáticas e símbolos que muitas vezes não trazem muito sentido para os estudantes e não contribuem para uma formação cidadã. Neste aspecto, é importante que o estudante seja protagonista de sua aprendizagem, permitindo que um processo de alfabetização científica se efetive (Sasseron, 2015). Por outro lado, Sasseron e Carvalho (2018) destacam a importância que as interações discursivas entre alunos e professor possuem no papel da linguagem no ensino, apontando um caminho por meio do qual os conhecimentos científicos são debatidos e compreendidos em sala de aula.

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino médio (Brasil, [2018?]) a Física encontra-se na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias. Este documento indica a importância do desenvolvimento de metodologias de ensino que estimulem o engajamento dos estudantes em atividades investigativas para a aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, tais como análise de fenômenos, utilização de modelos e fazer previsões. Assim, como última etapa da educação básica, é fundamental que os estudantes do ensino médio construam esse pensamento científico, apropriando-se da linguagem científica para além de nomes e fórmulas, mas de “modo que permita ao aluno interagir com o outro e com o meio em que vive compartilhando seus pensamentos, tirando conclusões acerca do fenômeno estudado” (Silva, 2020, p. 216).

Em documento anterior à BNCC, nas Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino médio, PCN+ (Brasil, 2002b), já havia sinalização sobre a importância de se superar as abordagens tradicionais de ensino, ou seja, aquelas que focam apenas na memorização, desconsiderando a realidade dos educandos e partindo do pressuposto que a aprendizagem se dá por mera transmissão. Neste documento de 2022, reconhece-se que a experimentação como uma importante estratégia metodológica por possibilitar o engajamento de estudantes na resolução de problemas ligados em seu cotidiano.

Percebe-se que as atividades experimentais sempre foram vistas como fundamentais no ensino de física e importante aliadas para a aprendizagem, além de auxiliarem no desenvolvimento de habilidades importantes da produção do conhecimento científico. No entanto, pesquisas apontam que dependendo de como estas atividades são desenvolvidas podem não trazer os resultados esperados de motivação e aprendizagem, como indicam Pena e Ribeiro Filho (2009) e Neves, Caballero e Moreira (2006). Assim, a experimentação investigativa tem sido apontada na literatura da área como uma estratégia motivadora e que fornece condições para construção do conhecimento e o protagonismo juvenil (Azevedo, 2004; Carvalho, 2013).

O desenvolvimento de atividades experimentais investigativas nas aulas de física possibilita ir além da compreensão de conteúdos conceituais, podendo levar os estudantes a compreenderem como a ciência funciona, ou seja, a natureza da ciência, além de possibilitar o envolvimento e engajamento com determinadas ações que permitam analisar variáveis, coletar dados, identificar ingerências, formular explicações, entre outros, viabilizando a argumentação e a construção do conhecimento pelo aluno. Além disso, o desenvolvimento dessas práticas experimentais é influenciado também por concepções de ciência, de conhecimento dos professores, como apontado por Carvalho (2013, p. 118).

Acreditamos que a metodologia utilizada pelo docente na condução de seu trabalho traz, mesmo que implicitamente, características da Natureza da Ciência. Ao conduzir situações de aprendizagem, ao criar um ambiente propício para o ensino, também se ensina sobre Ciência e não apenas sobre aspectos conceituais. Uma metodologia investigativa, por exemplo, pode ressaltar o caráter investigativo do conhecimento científico, além de outros aspectos. Portanto, a metodologia de trabalho não é neutra, o método de trabalho utilizado pelo docente também é conteúdo.

A possibilidade de os estudantes mostrarem os resultados de projetos experimentais investigativos em uma feira de ciências na escola e/ou externamente, como culminância de um projeto onde atuaram e aprenderam também tem se mostrado muito eficaz. Silva e Infante-Malachias (2023) indicam que participar da feira gera motivação dos estudantes; contribui para a geração, organização, ou melhoria dos conhecimentos e estimula a escola a como melhor desenvolver a iniciação científica na educação básica.

Além disso, Rodrigues *et al.* (2019, p. 9) ressaltam que “o trabalho com projeto também estimula o protagonismo dos estudantes, pois eles se sentem com liberdade para identificar problemas existentes no contexto local, regional ou global” e identificando esses problemas vão em busca de melhorias para o meio ambiente, a saúde, a qualidade de vida, entre outros, utilizando o conhecimento científico.

Essas interações sociais proporcionadas pela metodologia investigativa e participação em feiras de ciências são um dos alicerces do desenvolvimento cognitivo do aluno para a construção do conhecimento, segundo Vygotsky (2000), Carvalho (2013) e Carvalho e Sasseron (2015).

Nesse sentido, este trabalho surge da inquietação de um professor de física, autor deste trabalho, que atua há 16 anos como professor da área e que desenvolve desde 2010 atividades experimentais, mas que começou a perceber antes do ingresso no Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) que a metodologia utilizada não estava trazendo resultados satisfatórios para a aprendizagem dos estudantes. Assim, o ingresso no MNPEF possibilitou conhecer outras abordagens experimentais, entre elas a investigativa, que pareceu ser uma oportunidade para trazer melhores resultados aos estudantes.

Assim, aproveitando uma feira de ciências idealizada em 2016 na escola para exposição de projetos de Física¹, foi pensada uma proposta de dissertação de mestrado que pudesse articular ensino de física, alfabetização científica, experimentação investigativa e feira de ciências. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo: **identificar contribuições para o processo de alfabetização científica de estudantes do ensino médio ao desenvolverem projetos experimentais investigativos de física para uma feira de ciências**. A questão de investigação a ser respondida com a pesquisa é: **Quais contribuições surgem para o processo de**

¹ Essa feira se tornou Feira de Ciências da Natureza em 2019.

alfabetização científica de estudantes do ensino médio ao desenvolverem projetos experimentais investigativos de física para uma feira de ciências?

O produto educacional gerado nesta dissertação consiste em um **Guia de orientações para desenvolvimento de projetos experimentais investigativos de Física para Feiras de Ciências**. Ele foi pensado para orientar o trabalho dos professores que desejarem desenvolver projetos experimentais de física com os estudantes do ensino médio, tendo como foco a experimentação investigativa voltada ao currículo escolar e uma feira de ciências interna e/ou externa à escola como motivadora para exposição dos resultados dos projetos.

Esta dissertação é apresentada em 6 capítulos da seguinte forma:

O capítulo 1 é composto por esta introdução, onde situa o leitor sobre os objetivos da dissertação, questão investigativa e o contexto da pesquisa. No capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica recomendada pelo MNPEF. No capítulo 3 consta os referenciais teóricos que fundamentam a pesquisa. O capítulo 4 destina-se à alguns tópicos do eletromagnetismo clássico, física aplicada no experimento investigativo com um galvanômetro de tangente. No capítulo 5 apresenta-se os aspectos metodológicos, como o tipo de pesquisa desenvolvida, os instrumentos de coleta de dados, o contexto onde foi realizada a pesquisa e o relato da atividade desenvolvida com a construção do produto educacional. O capítulo 6 traz os resultados e discussões e por fim o capítulo 7, faz-se as considerações finais contendo algumas considerações no processo da pesquisa com a elaboração do produto educacional.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um projeto de mestrado inicia-se norteado de sentimentos, ideias e visões, no entanto no início desta caminhada o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) a Sociedade Brasileira de Física (SBF) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior (CAPES) indicam que além de estabelecer metas e objetivos é necessário uma revisão da literatura permitindo ao mestrando ter e dar conhecimento aos trabalhos já existentes relacionados ao ensino de Física.

Como orientado no documento da Sociedade Brasileira de Física, a revisão bibliográfica de trabalhos de pesquisa já realizados tem como um dos objetivos de constatar o que já foi produzido e publicado sobre um determinado assunto, por quem, quando e como. Sendo então uma parte importante da dissertação que permite nortear e contribuir o trabalho de pesquisa acadêmico (Sociedade Brasileira de Física, 2022).

A partir das orientações do MNPEF procurou-se investigar os trabalhos de pesquisa de materiais já publicados norteados pelos termos ensino por investigação, experimentação, atividade experimental, iniciação científica e alfabetização científica com um recorte temporal de sete anos e que é acompanhada de um produto educacional no endereço eletrônico de Banco de dissertações do MNPEF².

Na pesquisa realizada na página <https://www1.fisica.org.br/mnpef/>, com a palavra chave no ícone produções e subsequentemente dissertações procurando pelo título de trabalhos como “Ensino por Investigação” obtivemos 7 resultados, mudando a palavra chave por “Experimentação” apareceu 14 resultados e com o termo “Atividade Experimental” resultou em 3 trabalhos e para a palavra chave “Iniciação Científica” ergueu-se 3 resultados e por fim com o termo “Alfabetização Científica” também resultou em 3 trabalhos.

Prosseguindo a pesquisa no Portal da CAPES³ a pesquisa foi feita com a palavra-chave “feira de ciências para promoção da Alfabetização Científica” onde observamos 8 resultados compondo somente 1 relacionando alfabetização científica, 6 como feiras de ciências e 1 como mostra científica. Já na aba de periódico pesquisando com o filtro em mestrados profissionais com o termo “atividade

² <https://www1.fisica.org.br/mnpef/dissertacoes>

³ <https://educapes.capes.gov.br/>

experimental investigativa no ensino de Física”, não mostrou resultados, porém para “atividade experimental” resultou em 51 trabalhos e usando o termo na aba de “atividade experimental investigativa” mostrou apenas 4 trabalhos e associada a Alfabetização Científica apenas 2 resultados. A partir deste ponto precedeu-se com a leitura dos resumos e análise parcial de algumas dissertações dispostas na página do MNPEF que se enquadravam com o objetivo do trabalho de pesquisa.

A dissertação de Wesley Pereira Nunes da Silva intitulada “Alfabetização científica: perspectivas para as séries Iniciais” foi defendida no Instituto de Física da Universidade de Brasília para obtenção do título para Mestre em Ensino de Física no programa MNPEF. O autor incentivou o protagonismo dos alunos através da problemática regional ou local ao qual os alunos estavam inseridos e desta forma promover a alfabetização científica nos mesmos. Seu produto educacional contém uma sequência didática apoiada no ensino investigativo com uso de questionário, figuras de gibis da turma da Mônica e vídeos, os quais permitem, segundo autor, a promoção de conhecimentos ligados à ciência através de uma sequência didática elaborada pelo mesmo (Silva, 2018).

A dissertação de Wagner Henrique de Melo (2019) intitulada “Guia metodológico para o ensino de física, usando a experimentação, aplicado aos alunos com dificuldades no aprendizado” foi defendida no programa de Pós Graduação da Universidade de Brasília no curso de Mestrado do MNPEF. Este autor defendeu o uso de experimentação como instrumento facilitador para o ensino de Física em conjunto com a perspectiva teórica de Vygotsky e o ensino inclusivo. Seu produto educacional é um guia onde promove a construção de um submarino, permitindo o desenvolvimento de diversos conhecimentos na área de hidrostática e hidrodinâmica a partir da construção e execução do equipamento. Com o trabalho o autor mostrou nos resultados que os estudantes desenvolveram diversas habilidades inerentes a ciências além de habilidades sociais e de convivência (Melo, 2019).

A dissertação de Ezequiel Bonfim dos Santos (2022) intitulada “O ensino por investigação como estratégia pedagógica para a construção dos conhecimentos científicos no ensino médio” foi defendida no programa de Pós Graduação do Instituto Federal do Espírito Santo no curso de Mestrado do MNPEF. O autor apresenta uma sequência de ensino investigativa para o ensino no conteúdo de ondas sonoras, contendo etapas de demonstração investigativa, textos de sistematização, atividade computacional, laboratório aberto e questionário pré e pós teste. A sequência didática

do autor é apresentada em seu produto educacional onde sistematiza as diversas possibilidades de trabalho apresentadas na dissertação, contendo ícones dos aplicativos utilizados e o questionário aplicado no laboratório aberto. O autor também discute que como observado nos dados coletados na pesquisa, a sequência didática favoreceu a aprendizagem conceitual e procedimental dos estudantes e o método investigativo possibilitou o desenvolvimento da autonomia e do protagonismo juvenil (Santos, 2022).

A dissertação de Francisco Miranda Monteiro Júnior (2020) intitulada “A “borracha quântica” aplicada como atividade experimental no ensino da física quântica para alunos do ensino médio” foi apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 04, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas e Universidade Federal do Amazonas para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O autor apresenta uma atividade experimental em sequência didática desenvolvida em sete etapas intitulada de “BORRACHA QUÂNTICA” com a finalidade de auxiliar o professor a desenvolver atividade que busca a compreensão dos alunos a cerca do contexto da física quântica. O produto educacional contém uma sequência didática para ser aplicada em sete aulas; contém a descrição do material utilizado para a atividade experimental, link dos materiais e vídeos de apoio. Para o autor a atividade experimental possui limitações, mas no entanto permitiu a construção conceitual do princípio da incerteza de Heisenberg, o princípio da superposição e interferência quântica (Monteiro Júnior, 2020).

A dissertação de Débora Santos Miranda (2022) intitulada “Beleza natural, mitos, riscos e proteção: o tema raios, relâmpagos e trovões como proposta para a alfabetização científica” foi apresentada ao programa de pós graduação da Universidade Federal do Oeste do Pará, polo 49 do MNPEF. A autora desenvolveu sua pesquisa buscando identificar e analisar elementos de alfabetização científica que surgem da aplicação de uma proposta didática temática para trabalhar com tema de descargas elétricas atmosféricas com enfoque regional amazônico. O produto educacional consiste em um livreto onde possui um guia de atividades, um questionário para levantamento de conhecimentos prévios, um texto motivados para apresentação do tema, dois questionários para o aprofundamento e orientações. Na análise de seu trabalho a autora sugere que a alfabetização científica e os conhecimentos científicos na área de física podem ser viabilizados a partir de temas regionais (Miranda, 2022).

Por fim, com esse mote de revisões bibliográficas foi possível delimitar e promover uma compreensão mais panorâmica do campo de saber onde está inserida a proposta de dissertação, permitindo uma problematização mais estruturada em relação ao tema de estudo e pesquisa. Percebe-se que há indicações de articulação da Alfabetização científica com a teoria de Vigotski, como será tratado nesta dissertação, bem como identificou-se articulação das propostas experimentais com a alfabetização científica, mas trazemos um diferencial de articular a proposta de alfabetização científica com feiras de ciências a partir de projetos experimentais investigativos, o que não foi identificado neste levantamento realizado.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente capítulo a fundamentação teórica é apresentada em 4 seções: 2.1 Alfabetização Científica; 2.2 Ensino Investigativo; 2.3 Atividade Experimental e 2.4 Feira de Ciências. Na seção 2.1 apresenta-se alguns conceitos e a importância da promoção da alfabetização científica para a educação. Também é apresentado os indicadores e os eixos estruturantes da alfabetização científica em um processo de ensino e aprendizagem. Na seção 2.2 discorre-se alguns conceitos e perspectivas do ensino investigativo e sua importância no campo da educação. Também inclui-se algumas práticas e indicativos que podem ser seguidos. Na seção 2.3 indica-se a atividade experimental com foco investigativo, relacionando sua importância no ensino. Também é apresentada a metodologia investigativa do “Laboratório aberto” (Azevedo, 2004), que inspirou a elaboração da proposta que se apresenta no produto educacional desta dissertação. Por fim, na seção 2.4 discute-se sobre a importância e possibilidades na aprendizagem que a feira de ciências pode trazer, como ambiente onde os resultados da atividade experimental investigativa podem ser apresentados.

3.1 Alfabetização científica

Para Chassot (2003) a Alfabetização Científica pode ser entendida como uma das dimensões para fortalecer alternativas que sustentam uma educação mais comprometida socialmente. O mesmo autor considera que “seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo, e preferencialmente transformá-lo em algo melhor” (Chassot, 2003, p. 94).

Chassot (2003) afirma ainda que descrever o universo natural em uma linguagem científica, de forma sistemática a partir dos saberes adquiridos, é também “realizar ciência”. Desta forma, possibilitar a compreensão ou a interpretação dessa linguagem no ensino de ciências é tornar a educação comprometida com a promoção da inclusão social.

Sasseron e Carvalho (2008, 2011), aproximando das ideias de Chassot (2003), compreendem que “Alfabetização Científica” deve ser baseada nas ideias de alfabetização concebida por Paulo Freire. Para o educador e filósofo.

[...] a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. [...] Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto (Sasseron; Carvalho, 2008, p. 334).

Desta forma o termo “*Alfabetização Científica*”, designa a intenção de construir um ensino que permita aos estudantes interagir com uma nova cultura, com uma apresentação diferente da realidade do mundo ao qual está habituado em seu contexto e acontecimentos podendo então, através destas interações, produzir habilidades inerentes ao fazer científico (Sasseron; Carvalho, 2011).

Em nosso cotidiano é amplamente aceito que é crucial possuir algum entendimento de fatos, conceitos e vocabulário científicos básicos, especialmente em um mundo altamente tecnológico impulsionado por avanços científicos (Sasseron; Carvalho, 2011). Assim, aqueles que possuem tal conhecimento são mais capazes não apenas de acompanhar notícias científicas, mas também de participar ativamente de debates públicos sobre questões que envolvem a ciência. Exemplos claros dessa necessidade são tomadas de decisões relacionadas ao meio ambiente, poluição e adoção de novas fontes de energia. Ter uma compreensão de como as ideias são investigadas e analisadas pelos cientistas é um indicativo de letramento ou alfabetização científica (Santos, 2007).

Neste aspecto, torna-se imprescindível desenvolver atividades cuidadosamente planejadas que permitam a troca de argumentos entre os estudantes e o professor em diferentes momentos da investigação e do trabalho realizado em sala de aula. Dessa forma as discussões devem proporcionar aos estudantes a oportunidade de levantar hipóteses, construir argumentos para sustentar tais hipóteses, justificar suas afirmações e buscar reunir evidências capazes de dar consistência a uma explicação para o tema em estudo (Ogunkola, 2013).

Sasseron e Carvalho (2011) acreditam que é essencial desenvolver atividades que promovam diálogos entre estudantes e professor em sala de aula durante a o trabalho investigativo realizado, pois pode favorecer observações e análises de processos de ensino ocorridas em sala de aula (Santos, 2007; Chassot, 2003).

Para fornecer evidências se o processo de Alfabetização Científica está se desenvolvendo entre os estudantes, Sasseron e Carvalho (2008) apresentam eixos estruturantes seguidos de indicadores que possibilitam tal análise.

No Quadro 1 de indicadores de alfabetização científica apresentamos os 10 indicadores de alfabetização científica em conjunto com sua descrição conforme apresentado pelas autoras Sasseron e Carvalho (2008).

Quadro 1 - Indicadores da Alfabetização Científica

GRUPO ESTRUTURANTE	INDICADOR	DESCRIÇÃO
INVESTIGAÇÃO DE UM PROBLEMA	Seriação de informações	A organização de dados é um fator que não necessariamente implica em uma sequência a ser seguida, mas pode ser uma compilação de informações, uma enumeração de dados analisados. Deve ser aplicada quando se busca estabelecer fundamentos para tomar medidas.
	Organização de informações	A classificação de informações ocorre nos momentos em que se está debatendo sobre a forma como uma tarefa foi executada. Essa evidência pode ser percebida quando se deseja apresentar uma organização para novas informações ou para aquelas já mencionadas anteriormente. Por essa razão, esse indício pode surgir tanto no início da introdução de um assunto quanto na recapitulação de uma questão.
	Classificação de informações	A categorização de dados ocorre quando se procura atribuir uma ordem hierárquica às informações adquiridas. Isso envolve um processo meticuloso de organização dos elementos com os quais se está lidando, buscando estabelecer conexões entre eles.
ESTRUTURAÇÃO DO PENSAMENTO	Raciocínio lógico	O raciocínio lógico abrange a maneira pela qual as ideias são construídas e comunicadas, e está intimamente ligado à forma como o pensamento é expresso.
	Raciocínio proporcional	O raciocínio proporcional é semelhante ao raciocínio lógico e abrange a compreensão da estrutura do pensamento. Ele também se refere à forma como as variáveis estão inter-relacionadas, evidenciando a interdependência que pode ocorrer entre elas. Esse tipo de raciocínio é sistemático ao analisar as proporções e propor soluções baseadas nas relações entre as variáveis
ENTENDIMENTO DE UMA SITUAÇÃO ANALISADA	Levantamento de hipótese	O processo de levantar hipóteses envolve o momento em que são formuladas suposições sobre um determinado assunto. Essas suposições podem surgir sob a forma de afirmações ou perguntas, sendo uma prática muito comum entre os cientistas ao enfrentarem um problema.
	Teste de hipótese	O processo de teste de hipóteses envolve a verificação minuciosa das suposições previamente formuladas. Esse teste pode ser realizado tanto por meio da manipulação direta de objetos como por meio de atividades de pensamento embasadas em conhecimentos anteriores, quando se trata de testar ideias.
	Justificativa	A justificação ocorre quando, ao fazer uma declaração ou enunciado, utiliza-se um argumento para respaldar o que está sendo proposto, conferindo à declaração ou enunciado uma maior confiabilidade e segurança.

	Previsão	Previsão é explicitado quando certifica-se uma ação e/ou fenômeno que se efetua associado a certos acontecimentos.
	Explicação	A explicação emerge quando há uma tentativa de estabelecer uma conexão entre informações e suposições previamente mencionadas. Geralmente, a explicação segue uma justificação para um problema, porém é possível encontrar explicações que não se beneficiem dessas garantias. Sendo assim, são apresentadas explicações que ainda estão em processo de desenvolvimento e, certamente, ganharão mais credibilidade ao serem discutidas mais a fundo.

Fonte: Adaptado de Sasseron e Carvalho (2008).

O Quadro 1 desenvolvido a partir das pesquisas das autoras Sasseron e Carvalho (2008), pode ser utilizado como ferramenta para observar se está ocorrendo o desenvolvimento de habilidades que vão ao encontro de um processo de alfabetização científica.

3.2 Ensino por investigação

O desenvolvimento de propostas estimulantes e encorajadoras é recomendável em todos os graus de ensino na área de Ciências (Sasseron; Carvalho, 2008). Nesta ótica estas atividades em sala de aula devem ir ao encontro de uma proposta que permita argumentações entre estudantes e professores em diversas etapas dos trabalhos, pesquisas contendo problemas investigativos e questões reflexivas.

Diante disto, existem algumas pesquisas que descrevem um panorama onde indicam que o ensino de ciências deve se ancorar em práticas de investigação (Azevedo, 2004; Carvalho, 2011; 2013, 2018; Pérez; Castro, 1996; Sasseron, 2018; Zompero; Laburú, 2011). No decorrer destas pesquisas os autores defendem que os estudantes estejam ativamente participando de ações e mediações e que permitam a solução de problemas e construção de explicações.

Nesta ótica, no ensino investigativo a problematização, as hipóteses e o desenvolvimento da pesquisa devem preferencialmente ser construídas pelos estudantes e os mesmos devem possuir planos que auxiliem na resolução de problemas em relação às ideias previamente levantadas perante a intermediação da metodologia investigativa (Sasseron, 2015). Dessa forma, é possível que os estudantes sejam inseridos em um processo de compreensão de como a Física funciona como Ciência, como indicam Sasseron e Carvalho (2015, p. 262):

[...] e se as aulas forem dadas obedecendo aos pressupostos metodológicos de um Ensino por Investigação, então teremos proporcionado aos alunos a participação de discussões sobre o que é Física e como o conhecimento Físico é produzido e, portanto, estamos introduzindo esses alunos na enculturação científica e os ensinando a falar ciência [...].

Carvalho (2010) menciona a estruturação das atividades experimentais em sala de aula destacando em etapas e em graus de liberdade chegando a um ensino investigativo e opondo-se ao ensino tradicional. A autora evidencia a proposta investigativa problematizadora capaz de estruturar o desenvolvimento do conhecimento a fim de contribuir na aprendizagem dos estudantes, podendo inclusive promover um papel intelectual mais ativo dos educandos, como também indicado por Zompero e Laburú (2011).

Carvalho (2018) enfatiza a importância que deve ser dada ao grau de liberdade do estudante em relação a elaboração do problema a ser estudado, indicando que no ensino por investigação o professor deve criar condições em sala de aula para os estudantes pensarem; falarem; lerem e escreverem sobre o conteúdo estudado. Este contexto vai ao encontro do que é apresentado por Sasseron (2018; 2019) e Sasseron e Carvalho (2015) que reforçam a necessidade de que o ensino envolva liberdade de pensar e expor os pensamentos sobre o que se está aprendendo.

Já em relação ao desenvolvimento do raciocínio científico do estudante Sasseron (2018) menciona que o ensino por investigação considera o conhecimento de processos, conhecimento conceitual e conhecimento epistêmicos, relacionando-os com informações e conceitos familiares ao estudante, além da importância das interações dos estudantes com o problema proposto, visando investigação e análise (Carvalho, 2013; Sasseron; Carvalho, 2008). Sobre o que o ensino investigativo proporciona aos estudantes, Sasseron (2018, p. 1069) apresenta:

Ao transitar pelas informações por meio da investigação, construindo novos entendimentos sobre as informações que já possuem, e, por meio de análises críticas e constantes das ações, os estudantes estarão desenvolvendo práticas científicas e epistêmicas em estreita relação com o desenvolvimento do raciocínio científico.

Considerando que o desenvolvimento do raciocínio científico se dá por interação das informações e conceitos já trabalhados pelos estudantes, além dos modos de interação do estudante com o problema investigativo, Sasseron (2018) e

Zompero, Gonçalves e Laburú (2017) indicam particularidades semelhantes que devem ser consideradas numa prática investigativa em sala de aula:

[...] a necessidade de um problema a ser investigado; o engajamento dos alunos para realizar as atividades; o levantamento de hipóteses, nas quais é possível identificar os conhecimentos prévios dos estudantes; a busca por informações, tanto dos experimentos, como pela bibliografia que possa ser consultada pelos alunos para ajudá-los na resolução do problema proposto na atividade; a elaboração da conclusão da atividade, momento em que há sistematização do conhecimento pelos estudantes e a comunicação dos estudos feitos pelos alunos para os demais colegas de sala, refletindo, assim, um momento de grande importância na comunicação do conhecimento, tal como ocorre na ciência (Zompero; Gonçalves; Laburú 2017, p. 425).

Nessa perspectiva, Carvalho (2013), Zompero Gonçalves e Laburú (2017) concordam que a prática investigativa contribui para o desenvolvimento de diversas habilidades investigativas pelos estudantes, pois há a inserção dos mesmos em um ambiente com características que promovem a cultura científica, ou seja, pode viabilizar a alfabetização científica através do desenvolvimento de práticas investigativas (Galvão; Assis, 2019).

Quanto a estrutura do ensino investigativo Pedaste *et al.* (2015) apresenta a aprendizagem por meio da investigação por fases, ou seja, apresenta três diferentes caminhos que podem ser seguidos a partir de suas análises de pesquisa que são: (a) Orientação – Questionamento – Exploração – Interpretação dos Dados (possibilidade no ciclo de voltar ao Questionamento) – Conclusão; (b) Orientação – Geração de Hipóteses – Experimentação – Interpretação dos Dados (possibilidade no ciclo de voltar à Geração de Hipóteses) – Conclusão; e (c) Orientação – Questionamento – Geração de Hipóteses – Experimentação – Interpretação de Dados (possibilidade no ciclo de voltar ao Questionamento ou Geração de Hipóteses) – Conclusão (Pedaste *et al.*, 2015).

Percebemos que na pesquisa de Pedaste *et al.* (2015), as discussões e questionamentos estão envolvidos dentro de todos os elementos e em comum acordo com os trabalhos de Carvalho (2018), Sasseron (2018; 2019) e Sasseron e Carvalho (2015).

Na parte da conceitualização, o estudante faz perguntas, elabora previsões, elabora hipóteses, define problemas, escolhe o que deve ser conhecido e pesquisado. Já na investigação propriamente efetiva, o estudante já deve ter compreendido qual é o problema, já deve ter levantado algumas hipóteses e logo deve estar testando-as

de forma mais sistemática com o planejamento, observando a coleta de dados e interpretação dos mesmos, pois a fase investigativa está vinculada à execução do plano de trabalho para resolver o problema pré-definido pelo estudante anteriormente ao início da pesquisa (Carvalho, 2018; Pedaste *et al.*, 2015).

Na fase de conclusão, o estudante deve perceber as proposições ora utilizadas no início e final da pesquisa, permitindo o refino da teoria, a construção de modelos e a resolução de problemas com modelo explicativo (Carvalho, 2018; Pedaste *et al.*, 2015; Sasseron, 2018; Zompero; Gonçalves; Laburú, 2017).

A partir dos trabalhos dos autores citados anteriormente percebe-se que o desenvolvimento do conhecimento científico está intimamente ligado com diferentes habilidades investigativas e as mesmas conferem a condição do estudante estar em processo de alfabetização científica. Além disto, podemos destacar que o ensino investigativo pode ser capaz de alicerçar e construir diversas habilidades e capacidade mentais presentes durante o processo de construção do conhecimento.

Considerando então o ensino investigativo como método de ensino capaz de conduzir o estudante a fazer parte da construção de seu conhecimento, oportunizando o engajamento e o protagonismo dos estudantes em diferentes etapas do ensino, promovendo condições para a promoção da alfabetização científica, a metodologia proposta por Azevedo (2004) *Laboratório Aberto*, descrita na próxima seção, possibilita a prática experimental em conjunto com a prática investigativa, as quais podem promover a alfabetização científica a partir do desenvolvimento de diversas habilidades durante o desenvolvimento de diferentes atividades educacionais.

3.3 Atividade experimental

No contexto das aulas de física, o professor pode usar diversos recursos pedagógicos em suas aulas, as quais podem alicerçar, construir ou motivar o estudante na busca do conhecimento. Nesta perspectiva as atividades experimentais surgem como uma opção promissora (Uilbson; Nascimento, 2021).

Galvão e Assis (2019) e Zompero, Gonçalves e Laburú (2017) apontam que atividades experimentais com foco investigativo proporcionam um aprimoramento de diferentes habilidades expressas pelos estudantes além de contribuir com o engajamento destes estudantes. Uilbson e Nascimento (2021) destacam que as atividades experimentais no ensino de física possuem papéis importantes no ambiente

escolar, e que as mesmas são instrumentos metodológicos que favorecem a aprendizagem e permitem aos estudantes testarem e comprovarem teorias.

Hodson (1988, p. 2) destaca que a atividade experimental no ensino está imersa como subconjunto dentro de outras atividades como o método de ensino, trabalho prático e trabalho de laboratório, e que os mesmos podem ser conduzidos a fim de proporcionar distintos objetivos como “demonstrar fenômenos, mostrar um princípio teórico, coletar dados, analisar hipótese, conhecer equipamentos experimentais e desenvolver habilidades básicas de observação ou medida”. As atividades experimentais também possibilitam um entendimento mais profundo da natureza da ciência e do próprio experimento, proporcionando um ensino de ciências, sobre ciências e como fazer ciências, concordando com Sasseron e Carvalho (2015).

Para Séré *et al.* (2003) a atividade experimental pode ser entendida como uma forma de estabelecer relações entre objetos, conceitos e teorias, ou seja, permite que o estudante não fique somente no mundo dos conceitos e das linguagens, mas que através das atividades experimentais possa apropriar-se dos diversos conhecimentos e métodos necessários para a sua realização. Nas palavras dos autores:

[...] Através dos trabalhos práticos e das atividades experimentais, o aluno deve se dar conta de que para desvendar um fenômeno é necessária uma teoria. Além disso, para obter uma medida e também para fabricar os instrumentos de medida é preciso muita teoria. Pode-se dizer que a experimentação pode ser descrita considerando-se três polos: o referencial empírico; os conceitos, leis e teorias; e as diferentes linguagens e simbolismos utilizados em física (Séré *et al.*, 2003 p. 38).

Séré *et al.* (2003) ainda propõe que as atividades experimentais têm a função de relacionar conceitos, leis e teorias com as linguagens matemáticas e naturais. Desta forma, as inter-relações entre teoria e experimentação permitem ao estudante articular decisões de investigação, discussões e resultados, tornando-o mais ator na construção da ciência, quando é permitido ao estudante apropriar-se de técnicas, mecanismos e argumentos (Araújo; Abib, 2003; Séré *et al.*, 2003).

Carvalho (2010) menciona que as atividades experimentais investigativas, ou seja, atividade experimental em conjunto do método de ensino investigativo, permite a promoção da alfabetização científica, podendo inclusive contribuir na estruturação e elaboração de discussões e promovendo a argumentação, e este ato está intrinsecamente ligado ao compreender e ao fazer ciência (Carvalho, 2018).

No decorrer das atividades experimentais, item destacado por Carvalho (2018), a interação professor/aluno ocorrida nestas relações durante estas atividades experimentais, são responsáveis por conduzir e permitir condições que sejam estabelecidas para a liberdade intelectual do aluno, destacadas em graus de liberdade conforme o Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais

	GRAU 1	GRAU 2	GRAU 3	GRAU 4	GRAU 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipótese	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/CLASSE	A/P/CLASSE	A/P/CLASSE	A/P/CLASSE

Fonte: Carvalho (2018, p. 768).

Estes graus de liberdade estão diretamente ligados na aprendizagem do estudante a partir do modelo de abordagem didática oferecido pelo professor. Onde os graus 1 e 2 sugerem um modelo de aula dirigido com pouca ou nenhuma interação do estudante em relação ao plano de trabalho e formulação de hipóteses, estando assim mais ligado ao ensino tradicional não investigativo.

Já nos graus 3 e 4, representa um ensino por investigação, onde existe a interação intelectual do estudante, a partir da sua total ou parcial construção do desenvolvimento do trabalho experimental, na formulação de hipóteses e no desenvolvimento em grupos de pesquisa e estudo. E “o grau 5, no qual o problema é escolhido e proposto pelo aluno ou grupo de alunos, é mais raro de ocorrer, podendo ser encontrados com maior assiduidade em feiras de ciências” (Carvalho, 2018, p. 768-769).

Percebe-se assim que as atividades experimentais com ênfase na investigação podem contribuir para uma aprendizagem satisfatória e multiplicar diversas habilidades tais como capacidades de trabalho em grupo, desenvolver iniciativa pessoal e tomada de decisão, estimular a criatividade, inserir o estudante na cultura científica, o que vai ao encontro de um processo de alfabetização científica do estudante.

É importante ressaltar que as atividades experimentais investigativas, devem seguir alguns passos ou terem alguns componentes a fim de torná-las adequadas no processo de ensino, oportunizando a autonomia e protagonismo juvenil e assim

poderem dar condições de promover a alfabetização científica (Carvalho, 2010; 2013; 2018).

Seguindo este pensamento, o de promover o desenvolvimento do conhecimento tendo como metodologia a atividade experimental investigativa, destacamos as etapas descritas no trabalho de Azevedo (2004), “Laboratório Aberto”. Essa proposta possui etapas que contemplam de forma satisfatória os objetivos dos autores até então citados anteriormente, conciliando a atividade prática experimental, o ensino investigativo e a interação social ocorrida concomitantemente com as atividades em sala de aula realizadas entre professor e estudante, alicerçando ou promovendo a construção de multi - habilidades investigativas em relação ao ensino de física entre grau 3, 4 ou 5, conforme apresentado Carvalho (2018, p. 768).

Azevedo (2004) nos faz lembrar que a aprendizagem que se espera não se resume apenas aos conceitos e conteúdos científicos relevantes para adquirir conhecimento, mas também aprender procedimentos e atitudes desempenham um papel significativo no desenvolvimento do estudante. Assim, este deve ser incentivado a refletir, buscar explicações e participar ativamente das etapas necessárias para solucionar o problema proposto. Nesse contexto, o professor deixa de ser somente um transmissor de conhecimento e se torna um guia, auxiliando o aluno em seu percurso de aprendizagem (Sasseron; Carvalho, 2018).

De acordo com Azevedo (2004, p. 27-29), “uma atividade de laboratório aberto busca como as outras atividades de ensino por investigação, a solução de uma questão, que no caso será respondida por uma experiência. Essa busca de soluções pode ser dividida em seis momentos”, as quais destacamos a seguir.

1º) Proposta do problema: o problema deve ser apresentado de forma a estimular a curiosidade científica do estudante, ou formulado pelos mesmos preferencialmente. Neste aspecto a formalização da questão problema é essencial para que se instigue a investigação.

2º) Levantamento de hipóteses: os estudantes devem ser encorajados a levantar hipóteses para solucionar a problemática abordada pelo professor ou estudantes.

3º) Elaboração do plano de trabalho: com o problema proposto e levantamento de algumas hipóteses, é hora do professor se reunir com a turma e estabelecer em conjunto como será realizado o procedimento experimental, coleta e análise de dados, e material a ser utilizado. É importante que o professor exerça um papel de orientador.

4º) Montagem do arranjo experimental e coleta de dados: nesta etapa o professor acompanha os grupos separadamente, verifica e orienta a execução do plano de trabalho referente a coleta dos dados e a prática experimental.

5º) Análise dos dados: Uma vez coletados os dados, é fundamental realizar uma análise minuciosa para extrair informações relevantes em relação à questão em estudo. Os estudantes têm a oportunidade de descrever as observações feitas durante o experimento e comparar os dados obtidos, iniciando discussões envolvendo seus colegas de classe.

6º) Conclusão: Na etapa conclusiva, é necessário formalizar uma resposta efetiva em relação à problemática inicial, levando em consideração e debatendo cuidadosamente a autenticidade (ou ausência dela) das ideias e problemas iniciais. Ou seja, seguindo as demais etapas espera-se que o estudante construa um modelo explicativo a partir da problematização inicial da sua pesquisa.

Com o objetivo de ir ao encontro de um processo de alfabetização científica, por meio de atividades experimentais alicerçadas no ensino investigativo, no produto educacional que compõe esta dissertação, adicionamos mais uma etapa ao trabalho de Azevedo (2004) o de **exposição do trabalho de pesquisa investigativa**, a qual não é contemplada pela autora, e que consiste no preparo e apresentação dos resultados das etapas de investigação, em uma feira de ciências da escola, comunidade ou outro evento relevante para a comunidade científica.

Nesta última etapa acreditamos que a construção de diversas habilidades inerentes ao fazer científico, e a promoção da Alfabetização Científica alicerçadas pela atividade experimental e pesquisa investigativa são concebidas também pelas interações sociais como as atividades de iniciação científica e as feiras de ciências. Estas interações sociais podem proporcionar ambientes favoráveis para a aprendizagem e desenvolvimento de inúmeras habilidades de acordo com o teórico Vygotsky (Ivic, 2010). Desta forma entendemos que a escola é uma instituição a qual não vive isolada da sociedade, sendo então um espaço importante de discussões, reflexões e geração de diversos saberes científicos os quais são contemplados em eventos científicos escolares, como as feiras de ciências.

3.4 Feiras de ciências

As Feiras de Ciências são eventos que chegaram ao Brasil por volta da década de 60 do século XX (Azevedo, 2018; Mancuso *et al.*, 1996). Azevedo (2018, p. 47) define como Feira de Ciências “uma exposição que divulga para a comunidade os resultados de pesquisas realizadas por alunos, sob a orientação de um professor”. As primeiras feiras surgiram no âmbito interno das escolas, mas depois foram surgindo feiras municipais, regionais e nacionais. Por décadas as feiras passaram a ocorrer sem muita regularidade, mas nos últimos anos o governo federal tem estimulado as Feiras de ciências por meio de chamadas do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). É importante destacar que “Essas feiras ajudam a incentivar a criatividade e a reflexão nos estudantes, pelo estímulo ao desenvolvimento de projetos que usam a metodologia científica de investigação” (Azevedo, 2018, p. 47).

Pavão e Lima (2019) também definem Feiras de Ciências como eventos sociais, científicos e culturais realizados nas escolas ou na comunidade com intenções variadas e direcionadas para a aprendizagem educacional. Para os autores, a apresentação dos estudantes oportuniza um diálogo com os visitantes constituindo-se em uma oportunidade de discussão sobre os conhecimentos ora apreendidos e metodologias de pesquisa desenvolvidas, além de promover a mostra da criatividade dos estudantes em todos os aspectos referentes à exibição dos trabalhos. Mancuso e Leite Filho (2006) complementam que as feiras de ciências constituem-se em um ambiente e etapa essencial para o desenvolvimento ou aprimoramento do conhecimento.

As feiras de ciências são apontadas por diversos autores como oportunidades onde os estudantes podem comunicar os resultados de seus projetos investigativos (Infante-Malachias, 2023; Farias; Gonçalves, 2007; Neves; Gonçalves, 1989; Pavão; Lima, 2019; Rodrigues *et al.*, 2019). São eventos que promovem a divulgação científica e a interdisciplinaridade, ações que viabilizem a construção de diversas habilidades cognitivas (Galvão; Assis, 2019; Zompero; Gonçalves; Laburú, 2017).

Neves e Gonçalves (1989) ressaltam que as feiras de ciências são mais que amostras de produtos científicos, pois ela proporciona condições eficazes para a educação científica da comunidade escolar e local, assim como também apontado por Rodrigues *et al.* (2019). As feiras representam oportunidade para os estudantes

apresentarem sua criatividade e produtividade, para valorização dos professores orientadores, integra famílias e comunidades, incentivando a pesquisa e a construção do conhecimento conjunto a um meio sustentável, proporcionando inclusive o reconhecimento mútuo entre professor e estudantes como pesquisadores parceiros do conhecimento científico (Pavão; Lima, 2019).

Como a Ciência é uma produção humana, ao participarem de Feiras de Ciências os estudantes podem compreendê-la também como uma construção social, onde interagem e se desenvolvem, o que vai ao encontro do que Silva e Sasseron (2021) apresentam sobre o conhecimento científico como atividade social e o que Vigotsky apresenta sobre a importância da interação para a aprendizagem.

Diante disto, a prática social desenvolvida em feiras de ciências pode possibilitar o engajamento do estudante na cultura científica e contribuir para a assumir posições mais sustentáveis, baseadas em conhecimentos científicos, engajar-se na resolução de problemas do seu cotidiano alicerçando o conhecimento científico e tecnológico a fim de utilizar e modificar seu contexto social passando a ter significados com o mundo, articulados com seu meio social e cultural (Farias; Gonçalves, 2007; Hartmann; Zimmermann, 2009; Sasseron; Silva, 2021).

Entende-se assim que é de comum acordo entre os autores que os trabalhos a serem apresentados em uma feira de ciências tem mais chances de promover essas diversas habilidades se os estudantes forem envolvidos em um processo de iniciação científica. O desenvolvimento do ensino investigativo como alicerce para o desenvolvimento de iniciação científica na escola possibilita o envolvimento ativo dos estudantes a partir de práticas associadas à cultura científica possibilitando diversas formas de aprendizagem (Galvão; Assis, 2019; Infante-Malaquias, 2023; Zompero; Gonçalves; Laború, 2017).

Neste aspecto é recomendável que o professor orientador auxilie seus educandos quanto a organização do projeto de pesquisa o qual deve conter uma problematização inicial e que a mesma pode ser gerada com a tempestade de ideias. Azevedo (2018) no livro “Metodologia Científica ao alcance de todos” explica como os estudantes podem escolher a problemática a ser investigada no projeto, usando uma **tempestade de ideias**:

O primeiro passo para criar seu projeto é pensar em perguntas que você pode fazer sobre fatos observados no seu dia a dia. Esse processo de geração de projetos pode ser feito de várias maneiras. Você pode pensar individualmente

sobre essas perguntas ou pode formar um grupo, com mais um ou dois colegas e, por meio de uma tempestade de ideias, na qual vocês são livres para propor qualquer pergunta, as ideias iniciais são geradas (Azevedo, 2018, p. 37).

Isso contribui para que o estudante consiga gerar questões investigativas e que realmente se sinta autor, ou se sintam autores no caso de trabalhos em equipe. Além disto, a pesquisa bibliográfica também é item relevante, assim como o planejamento metodológico, a coleta e análise dos dados e posteriormente a conclusão, com oportunidade de exposição em uma Feira de Ciências. Esses itens vão ao encontro de uma metodologia científica que permite o desenvolvimento de um trabalho pedagógico capaz de possibilitar a aprendizagem, como ilustrado na Figura 1.



Fonte: <https://cienciaparatodos.com.br/wp-content/uploads/2023/04/Capacitacao-Eu-cientista-.pdf>

Maximino (2021) ressalta a importância do registro destas etapas em um **diário de bordo**, também chamado por alguns autores de **caderno de campo**. O diário de bordo é um instrumento elaborado em um caderno simples, mas muito importante, onde são registrados pelos estudantes pensamentos, textos, e dados de toda a etapa do projeto. Nas palavras do autor:

O Diário de Bordo será usado para registrar as ideias que surgem nessa fase e aquilo que estudaram para transformar as ideias da tempestade em temas factíveis. Estudantes também utilizarão os dados, observações, e cálculos nesse Diário. Dessa maneira, toda a informação necessária para escrever relatórios e preparar uma peça de comunicação estará organizada em um único lugar. Assim, é importante garantir que os Diários estejam organizados, com checagens constantes (Maximino, 2021, p. 16).

Quanto às características dos projetos apresentados em Feiras de ciências, Rosa (1995) apresenta algumas informações importantes:

- **Adequação dos trabalhos ao currículo:** “o trabalho a ser mostrado na feira deve refletir o tipo de assunto estudado em sala de aula” (Rosa, 1995, p. 225).
- **Regularidade:** “Fazer Ciência, como tudo na vida, exige, antes de mais nada, hábito. A atividade experimental regular, incorporada ao ensino de uma forma orgânica, é condição imprescindível para uma atividade eficaz em feira de ciências” (Rosa, 1995, p. 225).
- **Pesquisa:** A pesquisa deve conter aplicação dos procedimentos científicos adequados como observação, medição, análise, levantamento de hipóteses, tomada de decisões, obtenção de dados e conclusões (Rosa, 1995).
- **Relevância:** “Um trabalho que vai ser desenvolvido ao longo de meses pelos alunos deve ter algum tipo de apelo a eles e para a comunidade onde a escola está inserida” (Rosa, 1995, p. 225).
- **Cotidiano:** “A feira de ciências deve fazer parte do cotidiano da escola, sendo uma atividade prevista no calendário escolar desde o início do ano” (Rosa, 1995, p. 226).
- **Envolvimento:** “Outro ponto a merecer consideração é o envolvimento da comunidade com os projetos de pesquisa. Lembremo-nos de que a comunidade faz parte da escola tanto quanto os professores e alunos” (Rosa, 1995, p. 226).
- **Realidade:** “Os problemas de pesquisa devem ser escolhidos no dia-a-dia da comunidade de onde os alunos são retirados, partindo de suas vivências e respeitando os seus níveis etários” (Rosa, 1995, p. 226).

Considerando a importância das feiras de ciências como ambiente privilegiado para que os estudantes possam aperfeiçoar habilidades que vem sendo construídas durante o processo da prática experimental investigativa, o produto educacional apresentado traz a participação na feira como último e importante momento de fechamento de um ciclo de iniciação científica.

4 FÍSICA APLICADA AO EXPERIMENTO GALVANÔMETRO DE TANGENTE

O produto educacional traz o experimento do Galvanômetro de tangente como exemplo para o desenvolvimento de uma proposta experimental investigativa. Neste capítulo trazemos conhecimentos de Física presente neste experimento.

4.1 Introdução

O campo magnético, ou mais exatamente, os efeitos desses campos são conhecidos há muitos séculos, quando inicialmente foram presenciados os efeitos da magnetita (Fe_3O_4), um ímã permanente, o qual encontra-se de forma natural.

A evidência de propriedades de orientação norte-sul deste material teve uma importante interferência na navegação e na exploração. Excluindo esta aplicação, o magnetismo foi pouco usado e compreendido até o início do século dezanove, quando Oersted observou que correntes elétricas produzem campos magnéticos.

Este trabalho, juntamente com os trabalhos de Gauss, Henry, Faraday, Ampère, e outros, delineou o campo magnético como associado ao campo elétrico.

O trabalho teórico de Maxwell permitiu verificar que esta associação é real e que campos magnéticos e elétricos estão intrinsecamente entrelaçados.

As perseveranças de indivíduos que se entregaram a essas pesquisas e experimentações investigativas acarretaram no progresso das máquinas elétricas, dos dispositivos de comunicação e dos sistemas computacionais que são responsáveis pelos fenômenos magnéticos que exercem função crucial em nosso cotidiano (Reitz; Milford; Christy, 1982).

4.2 Campo magnético

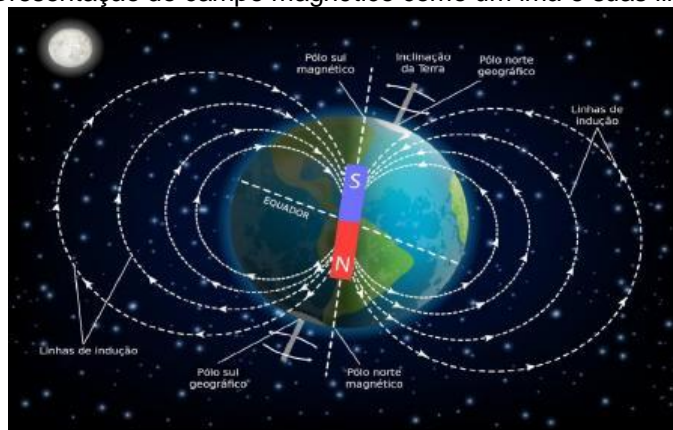
Em 1269 Pierre de Marricourt, um engenheiro Francês, descobriu que ao dispor uma agulha sobre um ímã esférico natural e em várias posições permitia-se observar a reorientação da mesma a partir de linhas que passam pela extremidade oposta da esfera. Desta observação, Pierre chamou estes pontos de pólos do ímã. Posteriormente vários experimentos se sucederam até a compreensão que qualquer formato de ímã e tamanho possui dois pólos (Tipler; Mosca, 2012).

Apesar de cargas elétricas e dos pólos magnéticos terem algumas semelhanças, não podemos de forma análoga à eletrostática introduzir cargas

magnéticas (Nussenzveig, 1997), pois pólos magnéticos sempre ocorrem aos pares. Desta forma quando um ímã é quebrado, instantaneamente aparecerá dois pólos no mesmo ímã, um norte e outro sul, sendo assim teremos dois ímãs, o que nos permite afirmar que não existem monopólos magnéticos (Griffiths, 2011; Tipler; Mosca, 2012).

Em 1600 William Gilbert propôs em seu trabalho sistemático “De Magnete” a compreensão que a terra é um ímã natural e que possui os pólos magnéticos próximos aos pólos geográficos norte e sul. Como o pólo norte da agulha de uma bússola aponta para o polo sul de um ímã qualquer, podemos verificar experimentalmente utilizando uma bússola que o polo norte da Terra é, na verdade, um pólo sul magnético (Tipler; Mosca, 2012; Santos; Gomes; Gonçalves, 2023). A Figura 2 representa a compreensão da terra como um ímã proposto por William Gilbert.

Figura 2 - Representação do campo magnético como um ímã e suas linhas de indução



Fonte: <https://www.infoescola.com/fisica/campo-magnetico-da-terra/>

O campo magnético terrestre atua como um escudo de proteção para o planeta. Essas linhas que saem do polo norte em sentido ao polo sul, como na figura 2, desviam partículas com altas energias vindas do vento solar. Além disso, aves e outros animais são sensíveis ao campo magnético, podendo usá-lo como referência, assim como mecanismos desenvolvidos pelo homem como bússolas e GPS.

4.3 Elementos do campo magnético da terra

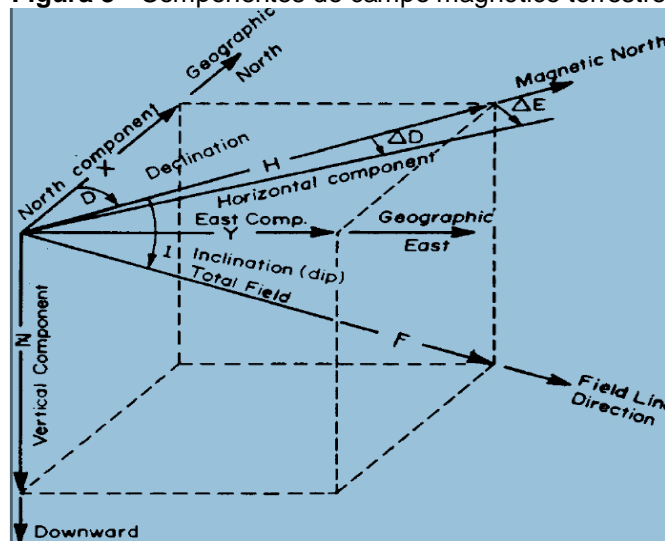
A terra se comporta como um gigantesco ímã e esse fato é observável quando um observador deseja explorar uma grande área utilizando uma bússola. Pois a agulha imantada da bússola se alinha com o meridiano magnético local apontando

para a direção norte – sul magnético, o que nos indica que é distinta da direção norte – sul geográfico, ou seja, norte magnético não coincide com o norte geográfico.

Uma forma conveniente de descrever a força magnética em um determinado local da superfície terrestre seria a decomposição do vetor força magnética em três componentes: declinação magnética, inclinação magnética e a força magnética.

A Figura 3 a seguir mostra as componentes das medições do campo geomagnético para uma amostra do vetor de campo total (\vec{F}), que é a direção das linhas do campo magnético \vec{B} do hemisfério norte inclinado em direção à Terra.

Figura 3 - Componentes do campo magnético terrestre



Fonte: Campbell (1997, p. 5).

Observando a Figura 3 que representa as componentes do campo magnético terrestre (CMT) podemos observar um primeiro conjunto de componentes ortogonais representados por X,Y e Z (componentes XYZ), sendo X (intensidade norte), Y (intensidade leste) e Z (intensidade vertical, positivo para baixo), e um último conjunto, as componentes HDZ, onde H representa a intensidade horizontal, I é a inclinação (que é o ângulo entre o plano horizontal e o vetor de campo, medido positivo para baixo) e a declinação ou variação magnética D (o ângulo horizontal entre o norte verdadeiro e o vetor de campo, medido positivo para leste). Declinação, inclinação e intensidade total.

Nos primórdios das navegações de navios à vela, era dada importância na medida para a direção do navio em simplesmente D, ou seja, o ângulo entre o norte verdadeiro e a direção para a qual aponta a agulha da bússola. Portanto utilizava-se o sistema HDZ de representações vetoriais.

Usando geometria obtemos as seguintes relações matemáticas:

$$X = H \cdot \cos(D) \quad (1)$$

$$Y = H \cdot \sin(D) \quad (2)$$

Onde a intensidade total do campo magnético é dado como:

$$F = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} = \sqrt{H^2 + Z^2} \quad (3)$$

O ângulo que o campo total faz com o plano horizontal é chamado de inclinação (Campbell, 1997), representado por:

$$\tan(I) = \frac{Z}{H} \quad (4)$$

Onde

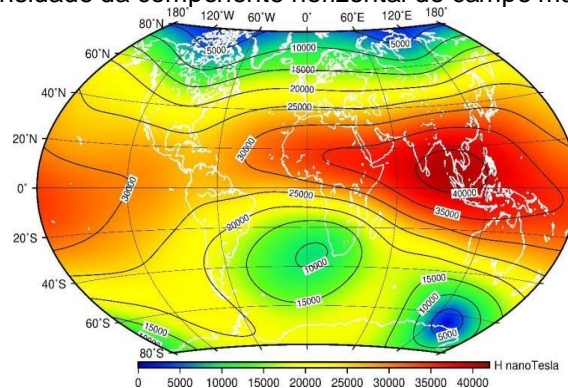
$$H = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad (5)$$

$$D = \tan^{-1} \frac{Y}{X} \quad (6)$$

A Figura 4 apresenta as intensidades dos vetores de campo magnético horizontais com dados referentes ao ano de 2020.

Pode-se observar a descontinuidade das intensidades do campo magnético terrestre e seus respectivos valores quantitativos em diversas áreas do planeta.

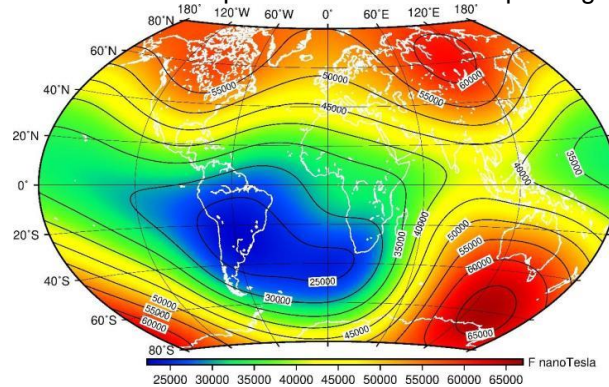
Figura 4 - Intensidade da componente horizontal do campo magnético terrestre



Fonte: <http://www.geomag.bgs.ac.uk/education/earthmag.html>

Na Figura 5 mostra-se as intensidades quantitativas da componente vertical do campo magnético terrestre nas diferentes áreas do planeta, em especial na América do Sul.

Figura 5 - Intensidade da componente vertical do campo magnético terrestre



Fonte: <http://www.geomag.bgs.ac.uk/education/earthmag.html>

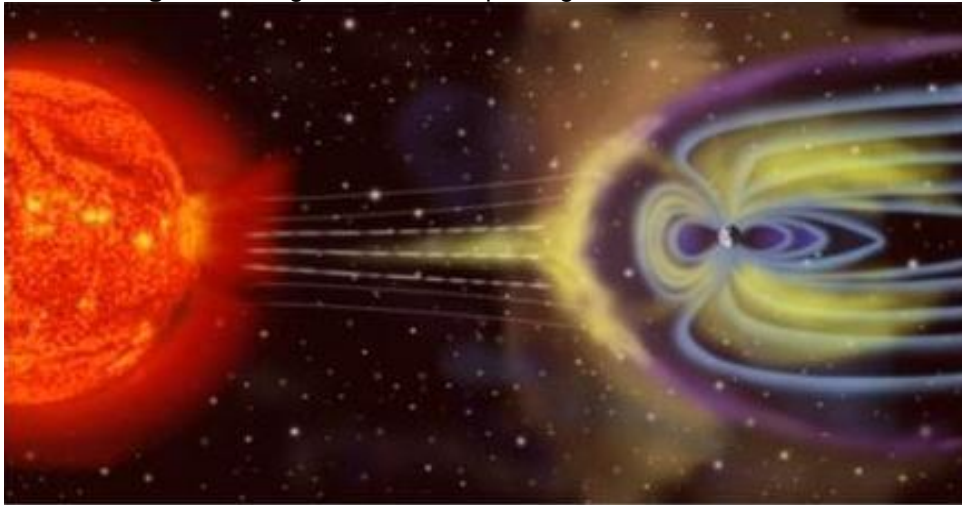
Pode-se perceber na Figura 5, que na região da América do Sul há “uma anomalia do campo magnético terrestre”, do inglês South American Magnetic Anomaly (SAMA), a qual é uma região que abrange o Atlântico Sul e a América do Sul, onde o campo magnético da Terra está no seu nível mais fraco. No SAMA a intensidade do campo é cerca de um terço daquela perto do pólos magnéticos.

O SAMA afeta a proximidade com que partículas carregadas de energia podem atingir a Terra, o que impacta danos por radiação de satélite e propagação de rádio. As regiões polares também são fortemente afetadas por cargas energéticas (Santos; Gomes; Gonçalves, 2023; State [...], 2022, p. 11).

É importante destacar que o campo magnético terrestre, em qualquer posição da superfície da Terra é a soma de três origens distintas que são: o campo interno produzido no núcleo externo da Terra; o campo crustal ligado diretamente aos materiais magnetizados e induzidos na crosta terrestre e o campo externo produzido na magnetosfera.

A Figura 6 ilustra um destes campos magnéticos da Terra, a Magnetosfera.

Figura 6 - Magnetosfera, Campo magnético externo da Terra



Fonte: http://www.geomag.bgs.ac.uk/education/earthmag.html#_Toc2075552

Ainda em relação ao campo magnético, é importante destacar que o mesmo é uma grandeza vetorial, portanto deve-se caracterizá-lo pelo seu módulo, direção e sentido. No eletromagnetismo, usa-se a letra maiúscula \vec{B} para representar o campo de indução magnética ou fluxo de densidade e sua unidade de medida no sistema internacional (SI) é o Tesla ($1 \frac{N.s}{C.m} = 1 T$), e a permeabilidade no vácuo é: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} Tm/A$ (Halliday; Resnick; Walker, 2006). Na superfície da Terra a intensidade total varia de 22.000 nanotesla (nT) a 67.000 nT.

As equações de Maxwell expressas no Quadro 3 (Griffiths, 2011) conseguem dar conta dos fenômenos aqui descritos. Em especial a Lei de Gauss para o Campo magnético vai indicar que não existe monopólio magnético, por isso o divergente do campo magnético é nulo.

Quadro 3 - Equações de Maxwell

- Lei de Ampère: $\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \cdot \vec{J}$
- Lei de Faraday: $\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
- Lei de Gauss: $\nabla \cdot \vec{E} = \frac{1}{\epsilon_0} \rho$
- Lei de Gauss para o campo magnético: $\nabla \cdot \vec{B} = 0$

Fonte: Griffiths (2011, p. 223).

4.4 Algumas aplicações do eletromagnetismo

Nesta seção serão apresentadas algumas situações envolvendo o campo magnético e discute-se como são analisadas.

4.4.1 Lei de Ampère

A lei de Ampère é usualmente utilizada em condições de simetria e em que a corrente elétrica é constante e contínua. A equação do rotacional do campo magnético (\vec{B}) é expressa por:

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} \quad (7)$$

Chamada de Lei de Ampère.

Essa equação também pode ser convertida à forma integral pelo recurso usual de aplicar um dos teoremas fundamentais, neste caso, o teorema de Stokes (Griffiths, 2011, p. 156), resultando em:

$$\int (\nabla \times \vec{B}) \cdot d\vec{a} = \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \int \vec{J} \cdot d\vec{a} \quad (8)$$

Em outra perspectiva, empregando a integral de linha fechada, podemos envolver a corrente de condução e a corrente de deslocamento em uma única corrente e representar como:

$$I = \int \vec{J} \cdot d\vec{a} \quad (9)$$

E que a densidade de corrente pode ser escrita como:

$$\vec{J} = \vec{J}_c + \epsilon_0 \cdot \frac{d\vec{E}}{dt} \quad (10)$$

Onde \vec{J}_c é a densidade de corrente elétrica de condução. Logo o termo:

$$\epsilon_0 \cdot \frac{d\vec{E}}{dt} \quad (11)$$

Provém de:

$$I_d = \epsilon_0 \frac{d\phi\vec{E}}{dt} = \epsilon_0 \frac{d}{dt} \int \vec{E} \cdot d\vec{a} = \int \left(\epsilon_0 \cdot \frac{d\vec{E}}{dt} \right) \cdot d\vec{a} \quad (12)$$

A qual pode ser reescrita como:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \int \vec{J} \cdot d\vec{a} \quad (3)$$

Esta última expressão da Lei de Ampère representa as relações matemáticas de uma superfície aberta.

Vale ressaltar que a Lei de Ampère é uma das equações de Maxwell, sendo então uma das leis fundamentais do eletromagnetismo.

Podemos observar que a Lei de Ampère aplica-se para um fio infinito de corrente elétrica contínua a uma distância (r) do fio em que:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi r} \quad (14)$$

Neste aspecto, para um circuito circular ao fio, onde sabemos que o campo magnético produzido pelo mesmo é constante, e apontando para $d\vec{l}$, temos a equação 15 Para um fio retilíneo e longo (Halliday; Resnick; Walker, 2006; Tipler e Mosca, 2012).

$$\begin{aligned} \oint B dl &= B \oint dl \\ &= \left(\frac{\mu_0 i}{2\pi r}\right) \cdot (2\pi r) = \mu_0 \cdot i \\ \oint B dl &= \mu_0 \cdot i \end{aligned} \quad (15)$$

4.4.2 Lei de Biot - Savart

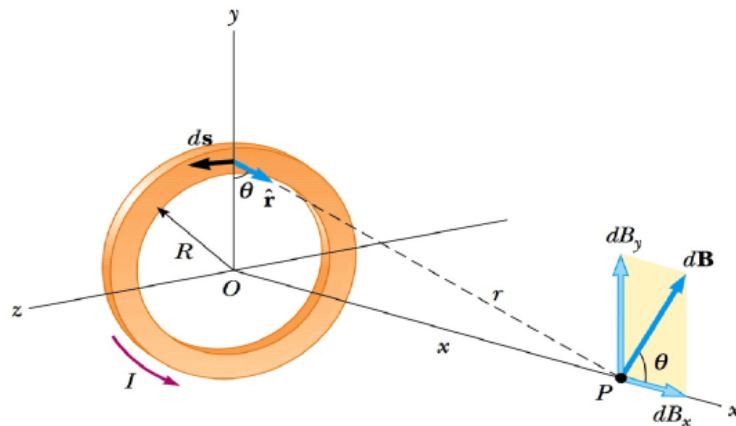
O nome dessa lei é uma homenagem aos físicos franceses Jean-Baptiste Biot e Félix Savart a qual permite calcular o vetor do campo magnético (\vec{B}) em qualquer distribuição de corrente contínua, considerando a magnitude, a direção da fonte de corrente, a distância desta fonte de corrente elétrica e a permeabilidade do meio. Utilizando a lei de Biot-Savart, é possível deduzir a Lei de Ampère, que por sua vez também é deduzida a partir da Lei de Biot-Savart a qual é representada pela relação matemática (Halliday; Resnick; Walker, 2006).

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2} \quad (16)$$

4.4.3 Campo magnético gerado por corrente elétrica contínua em uma espira circular

A Figura 7 ilustra as componentes vetoriais de um campo magnético produzido em uma espira circular devido a uma intensidade de corrente elétrica contínua que circunda a mesma. Neste caso a descrição matemática pode ser feita utilizando-se da lei de Biot – Savart.

Figura 7 - Corrente elétrica é mantida em uma espira circular - aplicação da Lei de Biot-Savart



Fonte: Serway e Jewett (2006, p.157).

Considerando uma espira circular de corrente contínua com

$$\theta = 2\pi \quad (17)$$

Como a da Figura 9 podemos verificar a contribuição do campo magnético produzido pela mesma no ponto P no eixo x.

Temos que o elemento $d\vec{s}$ é perpendicular ao elemento \hat{r} , considerando todos os pontos do fio onde o ângulo θ entre \hat{r} e o eixo y será:

$$|d\vec{s} \times \hat{r}| = ds \quad (18)$$

Substituindo na equação de Biot – Savart, temos:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{ds}{x^2 + R^2} \quad (19)$$

A componente de $d\vec{B}$ é proporcional a dB_x ao longo do eixo, e:

$$dB_y = dB_z \quad (20)$$

Na direção perpendicular. Somando as contribuições de

$$B_{\perp} = 0 \quad (21)$$

por cancelamentos. Calculamos B_x , integrando

$$dB_x = dB \cos \theta \quad (22)$$

Onde

$$\cos \theta = \frac{R}{\sqrt{x^2+R^2}} \quad (23)$$

$$B_x = \oint dB \cos \theta \quad (24)$$

Substituindo:

$$B_x = \oint \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{ds}{x^2+R^2} \frac{R}{\sqrt{x^2+R^2}} \quad (25)$$

Simplificando e separando os elementos constantes teremos:

$$B_x = \frac{\mu_0 i R}{4\pi(x^2+R^2)^{\frac{3}{2}}} \oint ds = \frac{\mu_0 i R}{4\pi(x^2+R^2)^{\frac{3}{2}}} (2\pi R) \quad (26)$$

Onde

$$B_x = \frac{\mu_0 i R^2}{2(x^2+R^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (27)$$

Se $x = 0$, sendo o ponto no centro da espira, teremos como resultado:

$$B = \frac{\mu_0 i}{2R} \quad (28)$$

Esta equação permite calcular o módulo campo magnético no centro de uma espira circular (Halliday; Resnick; Walker, 2006; Tipler; Mosca, 2012).

5 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo apresenta-se o tipo de pesquisa, instrumento de coleta de dados, caracterização da escola e estudantes e descrição das atividades desenvolvidas.

5.1 Tipo de pesquisa

Este trabalho segue uma *abordagem qualitativa*. Essa modalidade de pesquisa explora as características do sujeito e contexto, e que não são facilmente descritos numericamente, no qual “o dado é frequentemente verbal e é coletado pela observação, descrição e gravação” (Moreira; Caleffe, 2006, p. 73).

Bogdan e Biklen (1994, p. 47-50) apresentam cinco características dessa modalidade de pesquisa qualitativa em educação, que vão ao encontro de como se desenvolveu a pesquisa desta dissertação de mestrado. Segundo os autores a pesquisa qualitativa: 1. deve ter o ambiente natural onde os pesquisadores se inserem, permanecendo um tempo relevante a fim de elucidar questões educativas; 2. é descritiva, ou seja, “os dados recolhidos são em forma de palavras, imagens ou vídeos e não de números” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 48); 3. o mais importante é o processo, e não o produto; 4. a análise é feita de forma indutiva; 5. é dada maior importância aos significados dos resultados.

Por outro lado, o estudo realizado nesta dissertação tem características de uma *pesquisa translacional*, cujas características são discutidas por autores como: Colombo, Anjos e Antunes (2019), Moreira e Rizzatti (2020), Jones *et al.* (2022), Silva *et al.* (2022) indicam que a pesquisa em ensino envolve a geração de conhecimento, a procura por respostas a questionamentos relacionados ao processo educativo, ao currículo, ao ambiente escolar e à formação contínua dos professores. Isso ocorre dentro de um referencial teórico, metodológico e epistemológico coerente, no qual determinados temas são constantemente abordados. A pesquisa em ensino ultrapassa a atividade de ensinar em si, onde a produção de conhecimento é gerada por meio de estudos e que essa procura por soluções é realizada através da interação entre um entendimento conceitual e epistemológico e uma abordagem metodológica. Para os autores, no âmbito da investigação no campo do ensino, as indagações dizem respeito não apenas ao próprio ato de ensinar, mas também à aprendizagem, ao

currículo (conhecimento), ao contexto (meio social) e à formação docente (Moreira; Rizzatti, 2020).

Donovan (2013 *apud* Moreira; Rizzatti, 2020), indica que a conexão entre a prática e a pesquisa tem sido ineficientes e para alterar o atual cenário, é necessário buscar novos processos, como a *pesquisa translacional*, a qual está mais próxima da linguagem da prática, destacando ainda a importância da cultura de pesquisa e experimentação em contextos reais de sala de aula.

Na pesquisa translacional é importante dar “voz ao aluno”, a qual influencia a prática do professor, dando espaço aos alunos para que avaliem e percebam suas próprias práticas e experiências de aprendizagem, levando o aluno a um processo de investigação, de autoria da construção do seu conhecimento (Jones *et al.*, 2022).

Neste sentido a pesquisa translacional é mais ampla do que a pesquisa aplicada, no tocante que a mesma tem ligação direta e atenta à comunidade, possibilitando alterações imediatas “translados” para a resolução de problemas (Silva *et al.*, 2022).

Desta forma, a ideia central da pesquisa translacional deve estar diretamente ligada nas concepções de transferência de resultados de pesquisa para o ambiente escolar, ou seja, a incorporação de resultados de pesquisa à prática profissional, além disto, o desenvolvimento de uma pesquisa translacional também é uma orientação da CAPES de 2016 para os programas de mestrado e doutorado na área de ensino (Colombo, Anjos e Antunes 2019).

5.2 Instrumentos para coleta de dados

Para o relato das atividades e análise foram utilizados quatro instrumentos de coleta de dados, cujas descrições estão listadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Instrumentos de coleta de dados

Nº	Tipo	Descrição	Quantidade
1	Diálogos das duas turmas em aplicativo de mensagens instantâneas	Mensagens trocadas no período de 27/04/2023 a 18/10/2023 exclusivamente sobre o desenvolvimento do projeto.	2 grupos
2	Fotografias	Registros de todo o desenvolvimento do projeto: reuniões de grupos, construção do experimento e apresentação na feira da escola e na FECITBA-PA	35
3	Vídeos	Vídeos de apresentações das duas equipes de estudantes na feira de	6

		ciências da escola e vídeos produzidos por cada equipe para o canal da FECITBA-PA	
4	Questionário final sobre a importância da proposta para os estudantes	Breve relato dos estudantes sobre as atividades desenvolvidas	26

Fonte: O Autor (2024).

Os *Diálogos das duas turmas em aplicativo de mensagens instantâneas WhatsApp* foram coletados no período de 27/04 a 18/10/2023. A necessidade desse acompanhamento por rede social foi motivada pela iminente reforma da escola, a qual ocasionaria em aulas remotas. Mas para além desta necessidade, Gomes (2022) destaca que o uso de tecnologia como o aplicativo WhatsApp pode facilitar a comunicação entre estudantes e professores e permitir o compartilhamento de diversos documentos pertinentes a aula, promovendo a aquisição dos mesmos e diálogos em qualquer tempo e espaço.

Quanto ao uso de vídeos Powell, Francisco e Maher (2004, p. 5) indica que é “um importante e flexível instrumento para a coleta de dados oral e visual”. Permite a visualização de várias interações complexas, além da possibilidade de reexaminar continuamente o material, podendo observar momento a momento as interações no *locus* da pesquisa, inclusive monitorar e revisitar detalhes simultâneos comportamentais de falas e gestos.

O uso de fotografia em pesquisa, além de uma forma de documentar o processo de desenvolvimento e aprendizagem, também permite analisar e gerar situações que podem ser vistas por distintos ângulos, “permitindo a visualização da complexidade do conjunto da cultura material e/ou de um problema educacional” (Egas, 2018, p. 963).

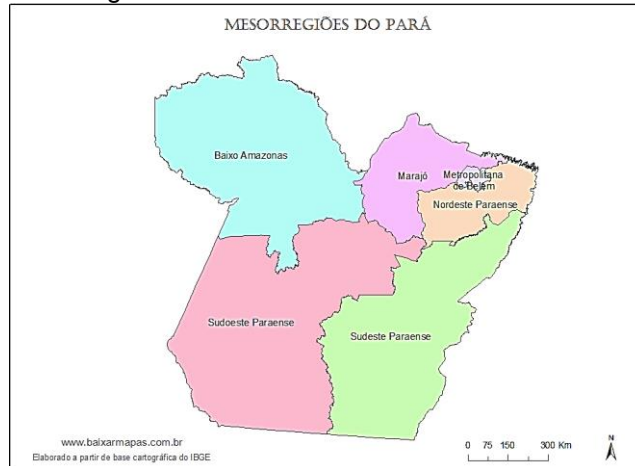
O texto final, em forma de pergunta aberta, possibilita ilimitada liberdade de respostas ao informante, não trazendo influências das respostas pré-estabelecidas pelo pesquisador, dando oportunidade ao informante escrever o que lhe possuir em mente como significados.

5.3 Caracterização da escola

As atividades descritas nesta dissertação foram realizadas em uma escola da rede pública estadual de ensino médio, situada na zona urbana de um município da mesorregião do Sudoeste paraense (ver Figura 8) e da microrregião de Itaituba, sendo

a única escola pública de ensino médio do município. A escola oferece ensino médio regular e em 2023, quando foi aplicada a proposta, não era uma escola de tempo integral.

Figura 8 – Mesorregiões do estado do Pará indicando o sudoeste Paraense



Fonte: <https://www.baixarmapas.com.br/mapa-de-mesorregioes-do-para/>

A escola possui 15 salas de aulas climatizadas, com uma secretaria, uma sala de coordenação, uma sala de direção, uma cozinha, uma sala do Atendimento de Educacional Especializado (AEE), um banheiro para Pessoas com Deficiência (PCd), e dois banheiros restantes para os estudantes, além de uma sala para professores e uma quadra descoberta. No momento da aplicação da proposta a escola estava iniciando uma reforma, as quais pretendiam adequar toda a estrutura do ambiente, contemplando uma quadra coberta e saguão coberto para atividades extras, além de mudanças de logística e estrutura.

Em 2023 a escola funcionava nos três turnos contendo turmas do primeiro, segundo e terceiro ano do ensino médio, totalizando aproximadamente 900 estudantes divididos em 13 turmas do primeiro ano, 7 turmas do segundo ano e 6 turmas do terceiro ano. Entre os estudantes da escola havia 6 considerados público alvo do AEE.

A escola desenvolve várias atividades educacionais ao longo do ano de forma interdisciplinar, como a Feira de ciências da natureza e suas tecnologias, festas folclóricas, atividades poliesportivas, atividades ligadas ao meio ambiente, jogos escolares, atividades de consciência negra, entre outras.

5.4 Caracterização dos estudantes

Por ser a única escola de ensino médio pública do município, a idade destes estudantes varia da adolescência até a idade adulta. Além disso, uma característica do município onde está situada a escola é a diversidade da população, o que leva a um multiculturalismo, fato ocasionado devido à grande imigração de estudantes vindos de outras regiões do Brasil para o município e que se matriculam na escola. Assim, na escola é possível em uma mesma turma ter estudantes de origem maranhense, paulistas, goianos, paraenses, mato-grossenses, entre outros. Além disso, na escola percebe-se que os estudantes são de classes sociais diferentes, com diversidade social e financeira.

Quanto aos estudantes que participaram da pesquisa, são de duas turmas do terceiro ano do ensino médio, uma da manhã e outra da tarde e estão inseridos dentro desta realidade. A faixa etária dos estudantes das turmas é de 17 a 20 anos. É importante destacar que esses estudantes eram alunos do autor desta dissertação, o que favoreceu a aplicação da proposta.

5.5 Relato das etapas da pesquisa e construção do produto educacional

Para a elaboração desta dissertação, primeiramente foram feitas várias reuniões com a orientadora e leituras, até se definir o foco do trabalho. Considerando a experiência do autor como professor de física da escola onde foi aplicada a proposta, coordenador da Feira de ciências da Natureza e simpatizante pelo uso da experimentação no ensino de Física, optamos por elaborar uma proposta que articulasse esses três enfoques.

Assim, após uma conversa com as turmas do 3º ano da escola, optamos por trabalhar algo relacionado ao campo magnético e eletromagnetismo, que eram objetos de conhecimento daquele nível de ensino. Aproveitaríamos assim a oportunidade da feira da escola para expor os resultados à comunidade. Foi dado início então à fase dos estudos para a elaboração do produto educacional desta dissertação e aplicação da proposta.

Foram realizados estudos sobre as diretrizes do estado do Pará em relação ao ensino médio na área de ciências da natureza como o Caderno de Projetos Integrados de Ensino e Campos de Saberes e Práticas Eletivos da Área de Ciências da Natureza

e suas Tecnologias – Etapa Ensino Médio do estado do Pará (Pará, 2022), a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) – Lei nº 9.394/96 (Brasil, 1996), Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) (Brasil, 2000; 2002a), Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, [2018?]) e sobre os itinerários formativos do novo ensino médio (Brasil, [2021?]). Este levantamento possibilitou verificar se a proposta estaria adequada ao currículo escolar, já que as mudanças eram recentes.

Em seguida foram realizadas revisões bibliográficas como leituras de dissertações, artigos científicos e livros relacionados ao processo de alfabetização científica, ensino por investigação, atividades experimentais e feira de ciências relacionados no contexto de aprendizagem na disciplina de física. Esta etapa foi muito importante, pois possibilitou compreender e estruturar o trabalho de pesquisa a partir de aspectos teóricos e pesquisas já realizadas no campo de ensino da disciplina de física.

A partir destes dados da pesquisa bibliográfica permitiu-nos compreender e estruturar o nosso trabalho de pesquisa a partir de aspectos teóricos e pesquisas já realizadas no campo de ensino da disciplina de física, além de nos possibilitar como a atividade experimental no ensino de Física, o ensino investigativo, as feiras de ciências e a Alfabetização Científica poderiam se comunicar e entrelaçar para o desenvolvimento da pesquisa e produto educacional.

Na etapa seguinte elaborou-se um desenho do produto educacional baseado no livro de Costa e Costa (2015) que sugere algumas etapas a se seguir para elaborar um produto para o Mestrado Profissional. Planejamos o que seria o produto educacional, como seria aplicado e o tipo de método a ser desenvolvido, o qual procura interligar quatro tópicos importantes para ensino de física: a alfabetização científica construída pelo ensino investigativo através da atividade experimental e alicerçada pela mostra em feira de ciências.

Após uma primeira ideia de como estruturar o produto, a proposta foi apresentada em um Simpósio do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), do polo 49 da UFOPA. Após análise de uma banca foi possível fazer algumas adaptações para implementar possíveis melhorias. Desta forma já inicialmente conseguimos “transladar”, implementar adequações e aperfeiçoamentos no desenvolvimento do produto e da pesquisa, concomitantemente com as reuniões regulares de orientação.

Subsequentemente, após realizado melhorias didáticas e metodológicas no desenho inicialmente elaborado, a proposta do produto educacional foi desenvolvida com os estudantes, seguindo as etapas do laboratório aberto proposta por Azevedo (2004) e culminando na Feira de Ciências da escola. Durante o processo houve diálogo, troca de materiais e ideias com os estudantes pelo grupo de WhatsApp. Os estudantes realizaram pesquisas bibliográficas e produziram de forma artesanal seu equipamento didático experimental na escola até sua apresentação final na feira de ciências da escola e posteriormente na Feira de ciências e Tecnologias Educacionais da Mesorregião do Baixo Amazonas-Pará (FECITBA-PA).

Quanto aos aspectos éticos da pesquisa, foi assinado pelos estudantes um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). A tomou-se o cuidado para que não fossem identificados pelos nomes pessoais, nem expostos em fotos de modo a identifica-los.

Sobre a descrição da aplicação da proposta com os estudantes discorre-se na próxima seção.

5.6 Relato da atividade experimental investigativa com uma turma

Apresenta-se a seguir detalhes da aplicação da atividade experimental investigativa com os estudantes seguindo as etapas expressas no Quadro 5. Esse quadro é também apresentado no produto educacional com a proposta de tempo estimado, objetivos e proposta de descrição metodológica para os professores de Física desenvolverem cada etapa.

Quadro 5 – Etapas do desenvolvimento do projeto experimental investigativo usando o Laboratório aberto

Etapas	Objetivo	Tempo estimado	Descrição metodológica
Proposta do problema	Estimular a curiosidade científica do estudante, a pesquisa e formalizar a questão problema para a investigação.	40 min	Sugere-se usar Tempestade de ideias, instigar os estudantes para gerar o maior número de ideias ou curiosidades para pesquisa.

Levantamento de hipóteses	Oferecer uma explicação inicial para o fenômeno observado ou para a questão que está sendo estudada, sendo então uma suposição fundamentada que orienta as etapas da investigação e experimentação.	30 min	Encorajar e orientar os estudantes a levantar hipóteses para solucionar a problemática abordada pelo professor ou pela classe. (Anotar tudo no diário de bordo).
Elaboração do plano de trabalho	Promover o protagonismo juvenil, entender e definir claramente o propósito desta atividade prática experimental, verificar os procedimentos e recursos necessários. Garantir que a atividade experimental seja realizada de forma eficiente e segura, garantindo a plena aprendizagem e aproveitamento para os estudantes.	60 min	Estabelecer em conjunto com os estudantes como será realizado o procedimento experimental em grupos, coleta e análise de dados, e que material serão utilizados, além de definir como será realizada e observada a coleta de dados. (Anotar tudo no diário de bordo).
Montagem do arranjo experimental e coleta de dados	Desenvolver diversas habilidades, entre elas, observação, experimentação, análise, exploração e interpretação de fenômenos físicos, comunicação científica, capacidade de registrar resultados e conclusões, criar pensamento crítico e relacionar teoria e prática.	90 min	Acompanhar e orientar os grupos de estudantes separadamente durante a atividade experimental, verificar e garantir a execução do plano de trabalho referente a coleta dos dados e a prática experimental. (Anotar tudo no diário de bordo).
Análise dos dados	Entender os resultados obtidos na experiência, identificar os padrões e comportamento dos dados, comparar e calcular medidas de grandeza, avaliar as medições, verificar a consistência dos resultados com a teoria física, estabelecer relações quanto à tomada de decisão na resolução de problemas.	25 min	Uma vez coletados os dados, é fundamental realizar uma análise minuciosa para extrair informações relevantes em relação à questão em estudo. Os estudantes devem ser oportunizados a descrever as observações feitas durante o experimento e comparar os dados obtidos, iniciando discussões envolvendo seus colegas de classe. (Anotar tudo no diário de bordo).

Conclusão	Fornecer uma resposta para a pergunta de pesquisa ou a hipótese investigada, e contribuir para o desenvolvimento do conhecimento a partir da análise dos dados.	45 min	Formalizar uma resposta efetiva em relação à problemática inicial, levando em consideração e debatendo cuidadosamente a autenticidade (ou ausência dela) das ideias e problemas iniciais. (Anotar tudo no diário de bordo).
Exposição dos resultados em uma feira de ciências	Compartilhar conhecimentos e descobertas realizadas na pesquisa, divulgar a ciência, disseminar informações relevantes ao desenvolvimento científico, mostrar a importância do conhecimento científico para a comunidade local, aprender através das apresentações e interações sociais, proporcionar o reconhecimento do trabalho de pesquisa dos estudantes.	Depende da organização do evento	Apresentar cuidadosamente os passos que antecederam até a conclusão em conjunto com as anotações do diário de bordo.

Fonte: O Autor (2024), baseado em Azevedo (2004), com adaptações.

A seguir, descrevemos como foi realizada cada uma dessas etapas.

5.6.1 Proposta do problema

Na última semana do mês de abril de 2023 foi feita uma reunião com uma turma do terceiro ano do ensino médio matutino a fim de estabelecer o contexto a ser estudado e escutar as proposições dos estudantes. Neste encontro os estudantes comunicaram que participariam da feira de ciências da natureza da escola e que também gostariam de estudar um contexto que houvesse vínculo com os assuntos curriculares da disciplina de física, que estava voltado ao eletromagnetismo. A partir destas informações realizamos uma tempestade de ideias com a turma, promovendo discussões acerca do contexto a ser estudado.

Neste momento os estudantes citaram várias situações, como aves migratórias que se orientam com o campo magnético terrestre, magnetosfera terrestre e campos magnéticos. Dito isto, a escolha de pesquisa dos estudantes foi direcionada para campo magnético terrestre e eletromagnetismo como o conteúdo conceitual a ser abordado no estudo. Foi sugerido então que os estudantes a partir da tempestade de ideias formulassem uma questão problematizadora dentro do contexto de física sugerido pelos mesmos.

Na mesma semana os estudantes apresentaram uma questão problematizadora possível para investigação: ***Como podemos encontrar um valor numérico do campo magnético terrestre?***

Os estudantes foram questionados sobre o que os levou a formularem tal questão. Os mesmos explicaram que o estudo do campo magnético terrestre e a abordagem do eletromagnetismo estava dentro da matriz curricular do terceiro ano e que este conhecimento seria a base para compreensão de situações abordadas na tempestade de ideias, além dos mesmos mostrarem interesse no estudo. Também observaram em uma breve pesquisa que teria a possibilidade de fazer uma atividade experimental para este problema, como ilustrado no livro do autor Gaspar (2016) (ver Figura 11 na próxima página que mostra a questão 5 sobre o galvanômetro de Tangente).

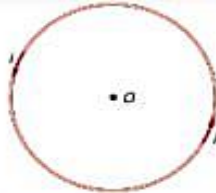
5.6.2 Levantamento de hipóteses

Após a etapa de formulação da questão investigativa, os estudantes foram orientados a formularem uma suposição ou uma prévia resposta que explicasse a questão inicial (hipótese).

Sendo assim a hipótese inicial levantada pelos estudantes foi que o campo magnético terrestre tem um valor, uma grandeza, e que esse valor pode ser descoberto através de um experimento utilizando o galvanômetro de tangente e que o experimento poderia ajudar a compreender melhor as leis e aplicações do eletromagnetismo.

De acordo com a discussão dos estudantes foi salientado que existem teorias que descrevem os fenômenos eletromagnéticos e que o experimento deveria estar conciliado aos conhecimentos das leis físicas abordadas, e que para melhor compreensão seria necessário o prévio estudo teórico.

Figura 9 - Questão do livro didático de Física de Alberto Gaspar que inspirou o experimento




Resolução:

a) Como a corrente elétrica percorre a figura no sentido anti-horário, aplicamos a regra da mão direita, concluindo que \vec{B} é perpendicular ao plano da figura, com sentido orientado para fora.

b) Da expressão $B = \frac{\mu_0 I}{2r}$, temos:

$$B = \frac{1,3 \cdot 10^{-6} \cdot 2,0}{2 \cdot 5,0 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow B = 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

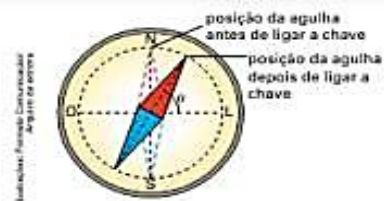
5. A figura representa uma montagem experimental denominada **galvanômetro de tangente**. Uma bobina plana, com N espiras de raio r , disposta verticalmente, está ligada a um circuito constituído por uma fonte de tensão contínua, uma chave e um amperímetro. No centro da bobina há uma pequena plataforma onde se coloca uma bússola. Com o circuito desligado, alinha-se o plano da bobina ao campo magnético terrestre (a agulha da bússola deve ficar contida no plano da bobina apontando para o norte).



AS ILUSTRAÇÕES DESTA PÁGINA ESTÃO REPRESENTADAS SEM ESCALA E EM CORES FANTASIA.

• Representação de montagem com o circuito desligado.

Em seguida fecha-se o circuito. Observa-se que a agulha da bússola gira até encontrar nova posição de equilíbrio. O ângulo θ formado pela agulha da bússola



• Representação da agulha de uma bússola.

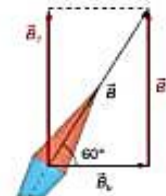
Qual o módulo do vetor campo magnético terrestre nesse local?

(Adote: $\mu_0 = \mu_{\text{ar}} = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ T} \cdot \text{m/A}$.)

Resolução:

Inicialmente, vamos determinar o vetor campo magnético \vec{B} resultante no centro O da bobina quando o circuito é fechado. A montagem e o procedimento experimental foram feitos para que o vetor campo magnético da bobina (\vec{B}_b) esteja na perpendicular ao campo magnético terrestre (\vec{B}_t). Com o circuito ligado, no equilíbrio, a agulha da bússola assinala a direção e o sentido do vetor campo magnético \vec{B} , que é a direção da hipotenusa do triângulo retângulo formado por \vec{B}_t e \vec{B}_b . Veja a figura ao lado. Assim, da definição de tangente para o triângulo retângulo, podemos escrever:

$$\tan \theta = \frac{B_t}{B_b} \Rightarrow B_t = B_b \cdot \tan \theta$$



Como $\theta = 60^\circ$, para determinar o módulo do campo magnético terrestre, basta determinar o módulo do campo da bobina (B_b). Sendo $\mu_0 = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ T} \cdot \text{m/A}$, $N = 10$, $r = 5,0 \text{ cm} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ e $I = 0,20 \text{ A}$ (medida do amperímetro), da expressão $B_b = \frac{\mu_0 Ni}{2r}$, temos:

$$B_b = \frac{1,3 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 0,20}{2 \cdot 5,0 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow B_b = 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

Fonte: Gaspar (2016, p. 161).

5.6.3 Elaboração do plano de trabalho

Nesta etapa os estudantes foram encorajados a elaborar um plano de trabalho sobre como desenvolveriam o projeto meticulosamente e como poderiam construir o equipamento experimental.

Também nesta etapa discutimos qual era o propósito da atividade experimental, a fim de garantir a compressão dos objetivos ligados à aprendizagem de conceitos físicos do eletromagnetismo e rever a questão problematizadora inicial.

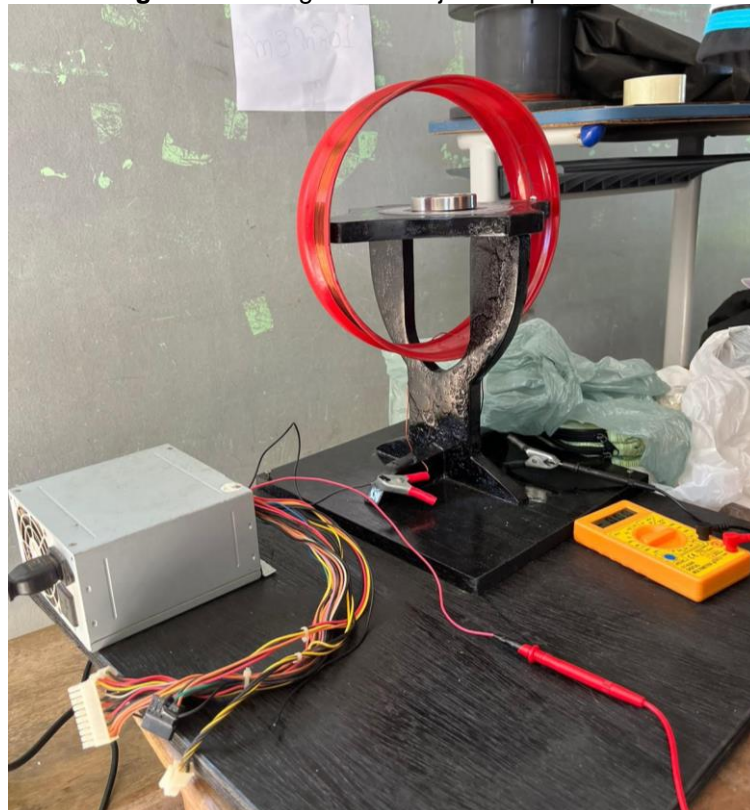
Posteriormente os estudantes foram orientados para se dividirem em grupos menores para a aquisição de materiais, e assegurar a construção do equipamento de forma mais eficiente.

Os materiais utilizados foram:

- Uma fonte de tensão de 12 volts reutilizada de um computador em desuso.
- Uma bobina com 10 voltas de fio condutor, contendo 20 centímetros de diâmetro aproximadamente. Foi utilizado plástico reciclado para fabricar a bobina.
- 1 multímetro para medir a corrente elétrica contínua.
- Uma bússola.
- Um metro de fio condutor de 1,5 milímetros de diâmetro, (aproximadamente).
- Cabos de conexão e fita isolante.
- Transferidor (para verificar a variação do ângulo sofrido pela bússola durante o experimento).
- Uma base de compensado de 2 centímetros de espessura para servir como base de apoio ao equipamento.

Conseguindo então reunir os materiais, os estudantes montaram o equipamento e realizaram o acabamento para melhorar a estética e permitir o uso do equipamento com outras turmas. A Figura 10 mostra o equipamento pronto para uso em sala de aula.

Figura 10 - Imagem do conjunto experimental



Fonte: O Autor (2024).

Após a construção do equipamento que foi realizado parcialmente na escola, foi oportunizado um momento de duas aulas para ensinar os estudantes a utilizarem o multímetro, equipamento que possibilita a medição da corrente elétrica e que faz parte do conjunto experimental, revisar alguns conceitos de circuitos elétricos e uma breve discussão das leis físicas aplicadas ao equipamento.

Antes da atividade experimental, foi realizada uma reunião com a turma para discutir e compartilhar conhecimentos e dúvidas adquiridas durante a pesquisa bibliográfica realizada pelos estudantes. Neste momento os estudantes também tiraram dúvidas de algumas leis físicas, como a lei de Ampère, Biot – Savart, entre outros conceitos e fenômenos físicos estudados em suas leituras e discussões realizadas no grupo de WhatsApp além do surgimento de outras questões investigativas.

5.6.4 Montagem do arranjo experimental e coleta de dados

Esta etapa da pesquisa foi desenvolvida com grupos de no máximo 6 estudantes, para que assim permitisse a participação de todos da sala de aula no desenvolvimento completo da atividade experimental. Ela consistiu na prática experimental aberta, ou seja, os estudantes realizaram a atividade experimental sem intervenção direta do professor, estando presente como mediador, possibilitando aos estudantes estarem no papel de investigadores.

Levando em consideração que o método de ensino investigativo pudesse ser novidade para os estudantes, foi orientado que os estudantes durante a atividade experimental investigativa aberta analisassem, explorassem, registrassem, comunicassem, discutissem e revisitassem conceitos físicos e anotações pertinentes que julgassem necessários, a fim de contribuir na compreensão do fenômeno observado, já que a pesquisa bibliográfica e estudo das leis já tinham sido precedidas deste momento.

Para aplicar as equações constituintes como descrito no problema apresentado no livro de Gaspar (2016), como já indicado por Colombo, Anjos e Antunes (2019). Na Figura 9, inicialmente os estudantes mediram o raio da bobina e contaram o número de voltas do fio condutor da bobina. Posteriormente fizeram a ligação do circuito em série contendo a fonte de tensão a bobina e o multímetro. Ligando o equipamento e

fazendo a leitura da corrente elétrica no multímetro, foi possível estabelecer o valor do campo magnético no centro da bobina com a equação equação 28, já apresentada no final do capítulo 3 desta dissertação, sendo N o número de voltas na espira:

$$B_b = \frac{\mu \cdot i}{2R} N$$

Essa foi a primeira etapa experimental onde foi possível aplicar a lei de Biot – Savart.

Na fase seguinte experimental os estudantes verificaram que para analisar a variação angular sofrida pela bússola no interior da bobina, a mesma deveria estar em posição paralela ao campo magnético terrestre, como na Figura 11.

Figura 11 - Posição inicial do experimento



Fonte: O Autor (2024).

Ligando então o circuito novamente, os estudantes observaram e anotaram a variação angular sofrida pela bússola, para então aplicar a seguinte equação

$$B_h = B_b \tan \theta$$

Onde B_b é o campo magnético no interior da bobina e B_h representa o vetor campo magnético horizontal da Terra. Nesta etapa prática final o valor matemático encontrado responderia uma questão investigativa inicial dos estudantes.

A seguir apresentamos a Figura 12, uma imagem dos estudantes com uso do equipamento Galvanômetro de Tangente em sala de aula.

Figura 12 - Galvanômetro de tangente sendo usado em sala de aula pelos estudantes



Fonte: O Autor (2024).

Logo após a etapa prática experimental foi instigado aos estudantes que apresentassem seus resultados e fizessem uma pré-análise coletiva dos resultados quantitativos e qualitativos.

5.6.5 Análise dos dados

Esta etapa foi realizada logo após a montagem e execução da atividade experimental. Como um único equipamento foi utilizado por diferentes grupos, foi solicitado que os estudantes confirmassem as medições pré realizadas nos equipamentos com o máximo de exatidão possível, como raio da bobina, número de voltas na bobina e corrente elétrica. Logo após, de posse dos dados coletados na atividade experimental os estudantes aplicaram os dados coletados nas equações dispostas para o experimento.

Assim que os estudantes encontraram valor para a grandeza física estudada e compararam seus resultados com outros grupos a fim de verificar possíveis erros matemáticos. Os mesmos chegaram a um valor próximo como estes da Figura 13 apresentados na feira de ciências da escola.

Figura 13 – Dados quantitativos da atividade experimental



Fonte: O Autor (2024).

A Figura 14 mostra um momento em que os estudantes fazem a análise dos resultados, após o experimento ser realizado.

Figura 14 - Momento de análise de resultados após o experimento



Fonte: O Autor (2024).

Esta etapa permitiu aos estudantes sistematizarem os fenômenos observados em conjunto com a teoria preestabelecida, fazendo análise individual e em grupo, possibilitando a compreensão dos resultados estabelecidos para a questão a ser investigada.

5.6.6 Conclusão

Nesse momento foi solicitado aos estudantes que formulassem uma resposta para a questão investigativa e que a mesma tivesse embasamento nos resultados experimentais encontrados, a pesquisa e leis físicas ora estudadas.

Os estudantes verificaram que os resultados matemáticos esperados para o campo magnético horizontal foi diferente do esperado da literatura (ver capítulo 3). Contudo os estudantes destacaram que os valores não eram muito distantes, porém o equipamento possuía limitações por ser artesanal e que pesquisas bibliográficas haviam indicado que no atlântico sul, assim como em outras localidades do planeta, existe uma anomalia do campo magnético terrestre, o que talvez justificasse esse valor encontrado. Também no decorrer das explicações os mesmos apresentaram satisfação em desenvolver a atividade experimental investigativa por compreender mais a física envolvida.

5.6.7 Exposição dos resultados em uma feira de ciências

Para a apresentação na feira de ciências na escola, ocorrida na primeira semana do mês de junho de 2023, os estudantes se subdividiram em dois grupos, para apresentar sua atividade experimental investigativa, o equipamento e suas pesquisas para a comunidade local. Os mesmos então se organizaram com banners, mesa para mostrar o equipamento e dispunham de cartaz para destacar os resultados obtidos com as leis físicas aplicadas no experimento. Uma foto de um momento durante a feira é apresentada na Figura 15.

Figura 15 - Apresentação do projeto na feira de ciências da escola



Fonte: O Autor (2024).

A apresentação do trabalho ocorreu na entrada de acesso da escola, além da mesma estar em obras, havia muito fluxo de pessoas, e vários estudantes apresentavam de forma simultânea para todos que ali chegavam. No decorrer da apresentação foram realizadas duas filmagens para poder avaliar o discurso e aprendizagem destes estudantes, e registradas imagens do momento. A Figura 16 apresenta um momento de exposição dos estudantes durante a feira da escola para os estudantes visitantes.

Figura 16 - Apresentação do projeto na feira de ciências da escola para visitantes



Fonte: O Autor (2024).

O projeto dos estudantes também foi inscrito na modalidade “Projeto Maker” para participar em outubro de 2023 da VI Feira de Ciências e Tecnologias Educacionais da Mesorregião do Baixo Amazonas – Pará (FECITBA-PA), que é um evento promovido pela Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) e coordenado pelo Centro Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico (CPADC) da UFOPA, Campus Santarém. A FECITBA-PA possui alguns objetivos específicos que vão ao encontro dos pressupostos teóricos desta dissertação como: estimular atitude investigativa dos estudantes por meio de projetos e atividades de iniciação científica na educação básica; estimular o gosto pelas ciências; contribuir na melhora no ensino e aprendizagem de conhecimentos científicos e tecnológicos; estimular jovens talentosos na carreira técnico – científica, entre outros. A Figura 17 apresenta o ambiente de exposição de dois estudantes da turma na FECITBA-PA 2023 no Restaurante Universitário da UFOPA em Santarém.

Figura 17 - Apresentação do projeto na FECITBA-PA em outubro de 2023



Fonte: O Autor (2024).

Desta forma essa experiência de apresentar para a comunidade escolar e científica da UFOPA a pesquisa experimental investigativa dos estudantes possibilitou além de novas oportunidades e aprendizagens aos estudantes, (ganhadores do 1º lugar em sua categoria na FECITBA-PA 2023) oportunamente para o professor/pesquisador, autor desta dissertação, melhorar o produto educacional final, como indicado em pesquisas translacionais, o qual se destina a servir de apoio a professores e estudantes para o desenvolvimento de atividades experimentais investigativas.

5.7 Método de análise de dados e categorias

Para identificar contribuições para um processo de alfabetização científica, buscamos no trabalho de Sasseron e Carvalho (2008), os *Indicadores da Alfabetização Científica* a partir do que foi coletado nos relatos, diálogos no grupo de rede social, fotografia e dos vídeos da apresentação dos estudantes durante o desenvolvimento da proposta. Seguimos a metodologia de análise de conteúdo de

Bardin (2016). A organização da análise dos dados se deu por três pólos (Bardin, 2016, p. 123): “1. Pré análise, 2. Exploração do material e Tratamento dos resultados”.

A pré análise consistiu em uma organização do material, além da leitura na íntegra de todos os materiais coletados, possibilitando a familiaridade dos vídeos, relatos, chat, e fotografias, promovendo a elaboração ou pré - confirmação dos indicadores correlacionados ao objetivo da pesquisa, além da verificação de possíveis falhas.

Na próxima fase (Exploração do material) exploramos os materiais a fim de realizar as transcrições dos relatos, chat e vídeos coletados, e também agrupamos as fotografias.

Posteriormente, na fase de tratamento dos resultados, definimos os resultados encontrados na pesquisa a partir de 3 grupos estruturantes de indicadores da Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008):

- **Investigação de um problema.**

Indicadores: Seriação de informação; Organização de informação; Classificação de informação.

- **Estruturação do pensamento.**

Indicadores: Raciocínio lógico; Raciocínio proporcional.

- **Entendimento de uma situação analisada.**

Indicadores: Levantamento de hipótese; Teste de hipótese; Justificativa; Previsão; Explicação.

Estes 3 grupos estruturantes de indicadores são utilizados como categorias de análise e busca-se nos instrumentos indicados na metodologia elementos que possam justificar a presença dos indicadores da alfabetização científica de cada um desses grupos.

No capítulo 5, destinado ao tratamento dos resultados, para não identificar diretamente os estudantes usaremos códigos aleatórios de letras maiúsculas seguidas de números como exemplo: G1, E1, D1. Em relação aos relatos indicaremos como 1, 2, 3 e assim sucessivamente para os demais relatos. Os vídeos serão indicados como vídeo 1, 2, 3, 4, 5, ou 6. Já os grupos de *WhatsApp* de grupo 1 e grupo 2. Personagens como visitantes da feira da escola como visitante 1, visitante 2 e assim sucessivamente.

Dentre estes materiais coletados dispostos no Quadro 4 usaremos os que estão diretamente ligados ao projeto e que permitem uma análise mais assertiva no entendimento que venham a possibilitar com mais compreensão a verificação de indicadores da alfabetização científica citados por Sasseron e Carvalho (2008), usando também como referência os trabalhos de pesquisa de Carvalho *et al.* (2022), Del Corso (2014) e Miranda (2022).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Retomando a questão de investigação desta dissertação, apresentada na introdução: **“Quais contribuições surgem para o processo de alfabetização científica de estudantes do ensino médio ao desenvolverem projetos experimentais investigativos de física para uma feira de ciências?”**, neste capítulo apresenta-se os resultados encontrados na pesquisa a partir de 3 grupos estruturantes de indicadores de Alfabetização científica propostos por Sasseron (2008): **investigação de um problema, estruturação do pensamento e entendimento de uma situação analisada**. Os grupos de indicadores são utilizados como categorias de análise e busca-se nos instrumentos indicados na metodologia elementos que possam justificar a presença desses indicadores.

Na transcrição de alguns vídeos, em especial os gravados na feira de ciências da escola, observou-se a influência de muito barulho pois a gravação foi realizada no “calor” da feira, em momento que havia várias pessoas como visitantes e também vários estudantes falando ao mesmo tempo. No entanto com este mote foi possível observar que a pesquisa dos estudantes incorporou temas que variam de adventos tecnológicos, fenômenos físicos e climáticos.

Notamos que as falas dos estudantes são cheias de informações e possivelmente nos confrontamos com episódios onde sugerem a ação de diversas habilidades e indicadores que aparecem associadamente, inclusive nas três categorias. Desta forma, buscamos realizar a análise dos trechos observando e destacando o desenrolar das palavras a fim de identificar estes indicadores citados por Sasseron e Carvalho (2008), descritos no capítulo 2 desta dissertação.

No início do vídeo 1 o estudante G1 inicia o relato do trabalho do grupo.

Para calcular o módulo do campo magnético da bobina nós usamos essa fórmula (mostrando a equação em um cartaz sobre a mesa) para chegar nesse módulo do campo magnético, depois aplica com a tangente (mostrando novamente outra equação no cartaz sobre a mesa) para conseguir calcular o módulo do campo magnético horizontal da Terra (G1 – Vídeo 1)⁴.

Observa-se neste trecho 1 de fala do estudante uma determinada **organização de informação** sequenciais claramente expostas seguindo uma hierarquia **classificatória de informação** por importância de vez implicando em uma **seriação**

⁴ Para diferenciar de citações de referenciais teóricos, os trechos dos instrumentos de coleta de dados serão apresentados em itálico.

de informação, uma determinada organização dos dados. A maneira como o estudante apresenta o conjunto de informações e como elas se relacionam sugerem um **raciocínio proporcional** além de **explicar e justificar** suas suposições, ou seja, é um momento em que o estudante **testa suas hipóteses**, conciliando seus dados ao processo matemático. Percebe-se neste primeiro trecho na fala deste estudante que distintos indicadores se fazem presente, comunicando-se e se inter-relacionando-se possibilitando a verificação da existência parcial dos três grupos estruturantes, os quais são nossas categorias de análise.

No trecho 2 do vídeo 1 o visitante observa o material sobre a mesa e pergunta: “É o módulo do campo magnético da Terra nesse lugar”?

Em resposta, responde o estudante A1 no trecho 3:

A Terra possui um campo magnético que funciona como um grande ímã Norte magnético orientado ao sul geográfico e sul magnético para norte geográfico pela interação do campo magnético criado pela bobina e a bússola. A gente chega ao ângulo que pega a tangente, e aplicamos em outra fórmula para conseguir calcular o módulo do campo magnético terrestre (A1 – Vídeo 1).

Neste trecho 3 o estudante A1 aproxima uma linguagem mais direta com o visitante, ao passo que o mesmo enumera os dados analisados relatando como o foi analisado ou executado, atribuindo uma certa ordem. Essas atribuições estão intimamente ligadas ao grupo estruturante de investigação de um problema a **seriação, organização e classificação de informações**. Em conjunto o estudante estabelece relações entre as variáveis a partir do seu modo de pensamento, isto indica a estruturação do pensamento que são os indicadores de **raciocínio lógico e proporcional**. O estudante também cita o uso de um mecanismo em conjunto com uma atividade matemática; isso se deve à argumentação que ocorre quando o estudante estabelece relações entre as atividades, isso se deve a um grupo estruturante o entendimento de uma situação analisada, referenciada aqui pelos indicadores **teste de hipótese, justificativa e explicação**.

Já no trecho 12 do vídeo 1 o visitante 4 pergunta: “está ligado?” (Visitante 1 – Vídeo 1). O estudante G1 no trecho 13 responde: “sim está” (G1 – Vídeo 1).

Logo no trecho 14 do vídeo 1 o estudante E1 fala, direcionando-se a outras pessoas no lado também:

A gente tem um projeto aqui que é o galvanômetro de tangente. A gente tem objetivo de estudar e analisar o campo magnético da Terra e também o campo eletromagnético, mais especificamente o resultado que nós vamos obter é um vetor do campo magnético terrestre. Vai fazer [foi feito] através dos cálculos e análises. Nós temos essa fonte de computador usada [e] fizemos adaptações para funcionar em corrente contínua. Essa energia passa pelo amperímetro; a gente mede a intensidade da corrente que vai chegar até(...). Temos um suporte feito de madeira, parte da bobina feita com galão d'água, material reciclado, também no interior temos uma régua e também uma bússola. O que acontece aqui no momento em que a corrente elétrica chega da bobina? Ela está passando por essas voltas, ela vai percorrendo, e quando a corrente passa pelo fio condutor vai criando um campo magnético em volta e que afetar a bússola (E1 – Vídeo 1).

Olhando atentamente a fala do estudante E1, neste trecho 12, percebe-se que o mesmo ao ser questionado pelo visitante 4 procura fundamentar suas informações a fim de fazer comparações e aproximar os demais contextos, ou seja, existe uma **seriação de informações**. No desenrolar das palavras constata-se também na linguagem do estudante o relato de como foi realizado a atividade e algumas etapas, permitindo a nós sugerir outros dois indicadores a **classificação e organização de informações**, os quais fazem parte do grupo investigação de um problema. Neste trecho também podemos perceber um entrelaçamento de diversos indicadores que se comunicam, pois o estudante procura organizar suas ideias apontando inter-relações entre o fazer científico e as grandezas físicas envolvidas e é nesse aspecto que seus conhecimentos se comunicam integralmente na atividade desenvolvida. Suas declarações parecem mostrar autoconfiança, quando estabelecido fenômenos físicos ao acontecimento experimental. Estas conexões sugerem diversas habilidades do fazer científico, verificadas nos diversos indicadores como o de **raciocínio lógico e proporcional**, ligados ao grupo de estruturação do pensamento, **teste e levantamento de hipótese, justificativa, previsão e explicação** contemplando o grupo de entendimento de uma situação analisada.

O trecho 2 do vídeo 5 a seguir, apresenta a fala do estudante D1 apresentando o projeto em um vídeo apresentado para o FECITBA-PA.

Quanto à metodologia, em conjunto com o orientador realizamos uma tempestade de ideias para analisarmos, discutirmos em qual contexto iríamos estudar, após isso criamos um grupo de WhatsApp que serviu para discutirmos ideias e compartilhar materiais de pesquisa. Também registramos tudo isso em nosso diário de bordo. Quanto ao tema estudado, aproveitamos que o eletromagnetismo seria tema de estudo nosso; nós queríamos saber como seria possível calcular um vetor [valor] de um campo, através de vários estudos e discussões nós conseguimos chegar ao galvanômetro de tangente que através da lei de Biot Savart nos possibilitou

chegar a um valor quantitativo, ou seja, chegar num valor do campo magnético terrestre. Quanto ao resultado, esse experimento foi muito bom para nós pois nós conseguimos apresentar para a comunidade escolar realizar discussões em sala de aula e também testar teorias através do Galvanômetro de Tangente. Quanto aos resultados experimentais, nós chegamos à conclusão que houve uma discrepância de valores entre os resultados obtidos com o aparelho e os esperados. [Inferimos que] Isso se deve pois segundo os estudos há uma anomalia do campo magnético terrestre na América do Sul e também por ser um equipamento artesanal e haver limitações nele (D1 – Vídeo 5).

No trecho 2 do vídeo 5 observamos no discurso do estudante uma coletânea de informações seguindo uma determinada ordem executada sobre como uma tarefa foi realizada, isso são indicativos de **seriação, classificação e organização de informações**. Na fala do estudante também evidenciamos o estabelecimento de relações entre as informações, além de propor solução em relação a sua pesquisa, isso se deve ao **raciocínio proporcional** do estudante contemplando o grupo de estruturação do pensamento. Estas suposições também se relacionam diretamente com o **levantamento de hipóteses**, pois estão diretamente ligadas ao contexto do campo magnético, onde ligeiramente surge o fato relacionado a discussões e atividade experimental (testar teorias), indicando o processo de **teste de hipótese**.

Percebe-se que o estudante apresenta enunciados de possíveis procedimentos matemáticos e experimentais que levaram-nos a fazer certas **associações de informações**, justificando resultados, refletindo diretamente em uma **explicação** dos resultados conectando todos as etapas da pesquisa, onde podemos observar outros indicadores relacionados ao entendimento de uma situação analisada como **justificativa, a previsão e a explicação**.

A seguir são apresentados três relatos independentes de estudantes que participaram da pesquisa. O breve relato feito pelos estudantes busca expor o que foi importante no projeto a partir da visão do mesmo.

Ao longo de três anos escolares passamos por 3 feiras diferentes. Com experiências boas e ruins, mas sem sombras de dúvidas as melhores lembranças foram constituídas sob pressão de desenvolver um projeto novo, inspirador e vencedor. Desde o descobrimento de conceitos, leis físicas, equações, trabalho em equipe, apresentação. Um turbilhão de informações é construído e analisado. E isto fica marcado pelo resto de nossas vidas. Ainda lembro-me do afamado virabrequim, projeto construído no primeiro ano do ensino médio. Ondas sonoras e suas movimentações construída no segundo ano e agora sobre o campo magnético terrestre no terceiro ano, fechando com chave de ouro (R2 - Relato 1).

E estes conhecimentos são habilidades que podem ser observadas também pelos indicadores da alfabetização científica. Abaixo seguem relatos de outros dois estudantes.

Através dessa experiência de desenvolver um projeto científico em conjunto com os demais colegas, e apresentar tal projeto para o público, pude adquirir certo conhecimento científico significativo na área designada do meu tema, como conhecer mais o campo magnético terrestre, cientistas e estudiosos responsáveis pelo conhecimento presente na área do eletromagnetismo, leis físicas e até mesmo aplicações dessas leis no cotidiano. O trabalho em equipe foi um ponto a ser considerado já que dependemos uns aos outros para que consigamos uma boa aprovação do público e jurados, o que fez com que assumíssemos a responsabilidade de estudar e aprimorar nossos conhecimentos na área (S1 – Relato 8).

De acordo com minha experiência na feira de ciências consegui entender melhor os estudos sobre as ciências da natureza e seus fenômenos, como participante do projeto Galvanômetro de tangente evolui meu trabalho em equipe. Como um membro da sociedade pude além de contribuir com meu trabalho para apresentar conhecimento a sociedade pude também obter com vários outros projetos (W2 – Relato 3).

Nestes breves relatos é possível perceber que o estudante identifica-se como sujeito pesquisador no processo de ensino. Como indicado por Vygotsky (Ivic, 2010) e reafirmados por Silva e Sasseron (2021), interações sociais também são responsáveis por possibilitar o desenvolvimento de diversas habilidades inerentes a ciência que podem ser observados nos indicadores da alfabetização científica de Sasseron e Carvalho (2008) e também em competências como a investigativa, argumentativa e a comunicativa, que são ligados a iniciação científica (Hartmann; Freitas, 2024).

Em relação aos relatos a forma como o pensamento é expresso e o posicionamento dos estudantes em estabelecer conexões do conhecimento adquirido viabilizado pela pesquisa, trabalho em equipe e potencializado pela feira de ciências percebemos que o estudante compreende como este processo foi importante para sua aprendizagem e desenvolvimento. Neste sentido, é possível perceber a existência dos **indicadores de raciocínio lógico e proporcional**. Nestas falas a palavra conhecimento segue uma **justificativa** de certos acontecimentos relacionando-os ao trabalho de equipe ou interações sociais dando a entender que isto é uma **explicação**, no sentido de estabelecer relações entre informações e suposições.

A pesquisa e a realização da atividade mostraram o quão é importante a realização de atividades experimentais investigativas em conjunto com feiras de ciências no ensino de física. Por meio destas atividades associadas identificamos que

a feira serve como motivadora e como fechamento de um ciclo da iniciação científica de estudantes na educação básica, pois permite aos mesmos desenvolverem habilidades como as investigativas, comunicativas e argumentativas, que podem ser aperfeiçoadas em cada feira que apresentam. Percebemos que, como apontado por Azevedo (2018), essas feiras ajudam a incentivar a criatividade e a reflexão nos estudantes, o que pode ser identificado nos trechos dos relatos.

A apropriação do conhecimento científico por parte dos estudantes deu-se através das distintas etapas desenvolvidas e em cada etapa contribuiu para a formação de conhecimentos, conceitos e concepções científicas além de aspectos de natureza própria das ciências e estas contribuições intermediadas pela investigação, experimentação e apresentação do trabalho tornou o estudante mais consciente permitindo relacionar a tecnologia, a sociedade e o ambiente.

As etapas desenvolvidas com os estudantes e que foram apresentadas no quadro 5 desta dissertação permite observar que a atividade experimental investigativa contribui para a formação ou estruturação do processo de alfabetização científica quando permitiu ao estudante “aprender a aprender” como fazer questionamentos, realizar e criar aparatos experimentais, coletar dados, formular hipótese e a partir disto promover justificativas e explicações com base em sua atividade investigativa de aprendizagem. Estas questões estão diretamente ligadas aos três eixos estruturantes apresentados por Sasseron e Carvalho (2008), e vão ao encontro de habilidades como as investigativas e argumentativas.

As apresentações nas feiras de ciências, na perspectiva da alfabetização científica, contribuíram para além de habilidades comunicativas, pois na análise dos trechos e relatos sugere-se que neste processo existe a oportunidade de o estudante revisitar, reformular e aprimorar os conhecimentos ora adquiridos na pesquisa investigativa, podendo dar condições efetivas para que neste processo venha a surgir oportunamente habilidades argumentativas.

Podemos perceber na fala ou escrita dos estudante uma atribuição relevante em relação ao trabalho em equipe, ou seja, as interações sociais realizadas na feira de ciências e durante o desenvolvimento do projeto são nitidamente percebidas e associadas ao desenvolvimento do conhecimento e aprendizagens, o que vai ao encontro do que é apresentado por Vygotsky (Ivic, 2010) quando afirma que o desenvolvimento de raciocínio pode ser determinado pelos instrumentos linguísticos do pensamento e pelas experiências sócio-culturais. Segundo o autor, há

transformações influenciadas pela cultura, individualidade e interação com o meio em que a aprendizagem é ativa. Assim, pode haver o aprimoramento da aprendizagem do estudante que podem ocorrer através das atividades sociais, o que é também reforçado por Silva e Sasseron (2021). Esta interação entre o meio e o indivíduo é um fator essencial para o desenvolvimento do indivíduo, ou seja, a aprendizagem é potencializada quando existe a interações em grupos e ou equipes de pesquisa, o que pode ser nitidamente percebido nos trechos das falas ou escritas dos estudantes.

Ainda na perspectiva sócio histórica e de trabalho em grupo defendida por Vygotsky, com o trabalho coletivo nos grupos de iniciação científica, é possível que um estudante atue na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) do outro, favorecendo a aprendizagem e desenvolvimento do outro a partir de um colega mais experiente. Neste sentido, as feiras de ciências assim como as atividades de pesquisa em pequenos grupos de estudantes permitem inserir o estudante em um ambiente provocativo de intensas interações sociais e culturais possibilitando uma experiência capaz de trazer o estudante a conhecimentos novos, tanto conceituais, quanto procedimentais e atitudinais.

Assim, podemos inferir que o desenvolvimento dos projetos experimentais investigativos tendo as feiras de ciências como culminância do processo contribuem para a aprendizagem e para o processo de alfabetização científica dos estudantes, por terem apresentado indicadores no processo como apresentado neste capítulo de resultados.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação iniciou com o objetivo geral de identificar contribuições para o processo de alfabetização científica de estudantes do ensino médio ao desenvolverem projetos experimentais investigativos de física para uma feira de ciências. Para tanto surgiu a seguinte questão: quais contribuições surgem para o processo de alfabetização científica de estudantes do ensino médio ao desenvolverem projetos experimentais investigativos de física para uma feira de ciências? Para responder esta questão desenvolveu-se uma pesquisa qualitativa e translacional tendo como ferramenta um guia de orientações para desenvolvimento de projetos experimentais investigativos de Física para Feiras de Ciências, que consiste no produto educacional desta dissertação.

A proposta do guia foi de possibilitar o engajamento de atividades experimentais, ensino investigativo e mostra científica em feiras de ciências no ensino de física, além disto o guia pôde permitir condições de auxiliar professores e estudantes a desenvolverem projetos e associadamente desenvolverem diversas habilidades na área de ciências da Natureza de forma geral, e mais particularmente no ensino de Física.

Na análise dos dados contidos no capítulo 5, observa-se na fala dos estudantes a presença de diversos indicadores da alfabetização científica como descritos no capítulo 2 desta dissertação, os quais são relevantes pois permitem verificar como ocorreu o processo de aprendizagem, além de apresentar resultados positivos quanto a importância de atividades experimentais investigativas associadas com as feiras de ciências.

Nos dados coletados da pesquisa podemos observar no discurso dos estudantes que as habilidades desenvolvidas não aparecem segmentadas, ou seja, algumas habilidades investigativas e comunicativas assim como os indicadores estão intimamente ligados, mesmo que em grupos estruturantes diferentes.

Como professor da disciplina de física pude observar que o guia possui condições efetivas de auxiliar os professores e estudantes a realizarem diversas atividades de pesquisa independentemente de serem realizadas associadas a feiras

de ciências. Desta forma o guia pode ser utilizado em conjunto com as diversas disciplinas de ciências para incentivar o estudante a se integrar na iniciação científica.

Durante as etapas realizadas na implementação do produto educacional percebeu-se a participação dos estudantes em níveis mais elevados com relação a reflexão crítica das atividades propostas e da autonomia, pois os estudantes conseguiam organizar suas ideias e oportunamente procuraram estabelecer conexões entre a pesquisa, pensamentos e discussões, demarcando desta forma a prática experimental investigativa.

Numa perspectiva mais ampla o objetivo do trabalho foi alcançado, pois possibilitou identificar que atividades experimentais investigativas e feiras de ciências, além de se mostrarem atraentes e eficazes para o desenvolvimento e aprendizagem dos estudantes de forma crítica e se valendo das interações sociais, também contribuem para a formação de diversos indicadores da alfabetização científica. O produto educacional também mostrou-se ser de fácil e de ampla utilização, permitindo uso por parte de professores que desejam desenvolver atividades experimentais investigativas em aulas de Física.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, jun., 2003.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizado as atividades em sala de aula. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

AZEVEDO, C. B. **Metodologia científica ao alcance de todos**. 4. ed. Barueri: Manole, 2018. *E-book*. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555762174/>. Acesso em: 13 out. 2024.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução Luiz Alberto Reto. São Paulo: Edições 70, 2016.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**: ensino médio, ciências humanas e suas tecnologias. Brasília, DF: MEC, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2023.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNEM mais**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, DF: MEC, 2002a.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: MEC, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 15 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, [2018?]. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 12 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ ensino médio**: orientações Educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2002b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 14 set. 2020.

CAMPBELL, W. H. **Introduction to geomagnetic fields**. 2. ed. Reino Unido: Cambridge University, 1997.

- CARVALHO, A. M. P. As Práticas experimentais no ensino de Física. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 53-78. (Coleção Ideias em Açai).
- CARVALHO, A. M. P. As práticas experimentais no ensino de física. *In*: CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ensino de física**. São Paulo: Cengage, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. v. 1.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação na sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 18, n. 3, p. 765 - 794, dez. 2018.
- CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Ensino de física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino investigativas. **Ensino em Re-Vista**, Minas Gerais, v. 22, n. 2, p. 249-266, jul./dez. 2015.
- CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, 2018.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 23, n. 22, p. 89-100, 2003.
- CHASSOT, A. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Editora Unijuí, 1993.
- COLOMBO, I. M.; ANJOS, D. A. S.; ANTUNES, J. R. Pesquisa translacional em ensino: uma aproximação. **Educação Profissional e Educação em Revista**, Vitória, ES, v. 3, n. 1, 2019.
- COSTA, A. F; COSTA, M. F. B. **Projeto de pesquisa entenda e faça**. 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.
- DEL CORSO, T. M. **Indicadores de alfabetização científica, argumentos e explicações: análise de relatórios no contexto de uma sequência de ensino investigativo**. Orientadora: Silvia Luiza Frateschi. São Paulo, 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- EGAS, O. M. B. A fotografia na pesquisa em educação. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, SP, v. 13, n. 3, p. 953-966, jul./set., 2018.

FARIAS, L. N.; GONÇALVES, T. V. O. Feira de ciências como espaço de formação e desenvolvimento de professores e alunos. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Belém, v. 3, n. 6, jan./jun. 2007.

FAZZIO, A *et al.* **Física para um Brasil competitivo**: estudo encomendado pela Capes visando maior inclusão da física na vida do País, 2007. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/publicacoes/FisicaCapes.pdf. Acesso em: 01 fev. 2024.

GALVÃO, I. C. M.; ASSIS, A. Atividade experimental investigativa no ensino de física e o desenvolvimento de habilidades cognitivas. **REnCiMa**, São Paulo, v. 10, n.1, p. 14-26, 2019.

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

GOMES, E. N. Educação e as TICS: a utilização do aplicativo whatsapp como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem. **REBESDA**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. e-014, 2022.

GRIFFITHS, D. J. **Eletrodinâmica**. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

HARTMANN, Â. M.; FREITAS, J. Q. P. Indicadores de iniciação científica em investigações realizadas por estudantes da educação básica. **Investigação em Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 29, n. 1, p. 235-253, abr. 2024.

HARTMANN, Â. M.; ZIMMERMANN, E. Feira de ciências: a interdisciplinaridade e a contextualização em produção de estudantes de ensino médio. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DE CIÊNCIAS, 7., Florianópolis, 2009. **Anais [...]**. Florianópolis, 2009.

HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. **Educational Philosophy and Theory**, [online], v. 20, p. 53-66, 1988. Disponível em: <https://www.iq.usp.br/palporto/TextoHodsonExperimentacao.pdf>. Acesso em: 12 set. 2024.

INFANTE-MALAQUIAS, M. E. Feiras de ciências: possibilidades e desafios na construção de um novo perfil de professores e de estudantes. **Revista Contemporânea**, v. 3, n. 12, p. 32178-195, 2023.

IVIC, I. **Lev Semionovich Vygotsky**. Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, Massangana, 2010. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4685.pdf>. Acesso em: 13 set. 2024.

JONES, S. L. *et al.* Conceptualising translational research in schools: a systematic literature review. **International Journal of Educational Research**, [online], v. 114, 2022.

MAXIMINO, C. **Feiras de ciências e tecnologias educacionais: um guia para potencializar a aprendizagem por investigação**. Marabá/PA: UNIFESSPA, 2021. 55 p. v. 43.

MANCUSO, R.; LEITE FILHO, I. Feiras de ciências no Brasil: uma trajetória de quatro décadas. *In: PROGRAMA NACIONAL DE APOIO ÀS FEIRAS DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA*. Brasília, DF: FENACEB, 2006.

MELO, W. H. **Guia metodológico para o ensino de física, usando a experimentação, aplicado aos alunos com dificuldade no aprendizado**. Orientador: Wytler Cordeiro dos Santos. 67 f. 2019. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

MIRANDA, D. S. **Beleza natural, mitos, riscos e proteção: o tema raios, relâmpagos e trovões como proposta para a alfabetização científica**. Orientadora: Nilzilene Gomes de Figueiredo. 2022. 197 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/handle/123456789/827>. Acesso em: 12 set. 2024.

MONTEIRO JÚNIOR, F. M. **A “borracha quântica” aplicada como atividade experimental no ensino da física quântica para alunos do ensino médio**. Orientador: Denilson da Silva Borges. 102 f. 2020. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Centro, Manaus, 2020.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para professor pesquisador**. Rio de Janeiro: DP&A, 2006.

MOREIRA, M. A.; RIZZATTI, I. M. Pesquisa em ensino. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, Itapetininga, SP, v. 1, p. 1-15, 2020.

NEVES, M. S.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da Física, em sala de aula: um estudo exploratório. **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 11, n. 3, p. 383-401, 2006.

NEVES, S. R. G.; GONÇALVES, T. V. O. Feira de ciências. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 6, n. 3, p. 241-247, dez. 1989.

OGUNKOLA, B. J. Scientific literacy: conceptual overview, importance and strategies for improvement. **Journal of Educational and Social Research**, [online], v. 3, n. 1, jan. 2013.

PARÁ. Secretaria de Estado de Educação. **Caderno de projetos integrados de ensino e campos de saberes e práticas eletivos da área de ciências da natureza e suas tecnologias: etapa ensino médio: orientação para as escolas da rede estadual de ensino médio do estado do Pará (2022)**. Belém, PA: SEDUC, 2022. 50 p.

PAVÃO, A. C.; LIMA, M. E. C. Feiras de ciência, a revolução científica na escola. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, DF, v. 15, n. 34, p. 1-11, 2019. Disponível em: <https://rbpg.capes.gov.br/rbpg/article/view/1612>. Acesso em: 10 jun. 2024.

PEDASTE, M. *et al.* Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, [online], v. 14, p. 47-61, 2015.

PENA, F. L. A.; RIBEIRO FILHO, A. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 9, n. 1, jan./abr. 2009.

PÉREZ, G. D.; CASTRO, P. V. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Ensenanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996.

POWELL, A. B.; FRANCISCO, J. M.; MAHER, C. A. Uma Abordagem à análise de dados de vídeo para investigar o desenvolvimento das ideias matemáticas e do raciocínio de estudantes. **Bolema**, Rio Claro, SP, v. 17, n. 21, 2004.

REITZ, J. R.; MILFORD, F. J.; CRISTY, R.W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. 3. ed. São Paulo: Editora Campos, 1982.

RODRIGUES, C. F. *et al.* Educação científica mediada por feira de ciências na educação básica: um enfoque CTSA. **Cadernos de Educação Básica**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 58-67, 2019.

ROSA, P. R. S. Algumas questões relativas a feiras de ciências: para que servem e como devem ser organizadas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 12, n. 3, p. 223-228, dez. 1995.

SANTOS, E. B. **Ensino por investigação como estratégia pedagógica para construção dos conhecimentos científicos no ensino médio**. Orientador: Jardel da Costa Brozeguini. 269 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cariacica, Cariacica, ES, 2022.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento com prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 12, 2007.

SANTOS, V. E. A.; GOMES, J. P.; GONÇALVES, R. A. SAMA: anomalia magnética do Atlântico Sul. **E-Boletim da Física**, Brasília, DF, v. 11, n. 1, 2023. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/371562928>. Acesso em: 10 set. 2024.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relação entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015.

SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, dez. 2018.

SASSERON, L. H. Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 25, n. 3, p. 563-567, 2019.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Ensino de física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino investigativas. **Ensino Em Re-Vista**, Uberlândia, MG, v. 22, n. 2, p. 249-266, jul./dez. 2015.

SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. **Princípios de física: eletromagnetismo: v. 3**. São Paulo: Thomson Learning Edições, 2006.

SERÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino de física. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 20, n. 1, p. 30-42, abr. 2003.

SILVA, N. M. O ensino de Física para estudantes de nível médio: por que é difícil ensinar? *In*: ASENSI, F. (org.). **Conhecimento e multidisciplinaridade**. Rio de Janeiro: Pembroke Collins, 2020. p. 214-229. v. 1.

SILVA, W. P N. **Alfabetização científica: perspectivas para as séries iniciais**. Orientadora: Roseline Beatriz Strieder. 2018. 206 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018. 206 p.

SILVA, M. B.; SASSERON, L. H. Alfabetização científica e domínio do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **ENSAIO: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 23, 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA (SBF). **Notas sobre a revisão bibliográfica nas dissertações do MNPEF**. Disponível em: https://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/anexospagina/orientacoes_revisao_literatura.pdf. Acesso em: 04 maio 2023.

STATE of the geomagnetic field. 2022. Disponível em: http://www.geomag.bgs.ac.uk/documents/WMM_Report_2022.pdf. Acesso em: 20 ago. 2024.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**: v. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

UILBSON, J.; NASCIMENTO, C. S. Uso de experimento no ensino de física: uma revisão sistemática da literatura. *In*: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 15., 2021, Aracajú, SE. **Anais** [...]. Aracajú, SE: 2021. n. 5.

VYGOTSKY, L. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

ZOMPERO, A. F.; GONÇALVES, C. E. S. G.; LABURÚ, C. E. Atividades de investigação na disciplina de ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v. 23, n. 2, 2017.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p.67-80, set-dez. 2011.

APÊNDICE



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

APÊNDICE A – Produto educacional

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 49**

**DENILSON BOFF
NILZILENE GOMES DE FIGUEIREDO**

PRODUTO EDUCACIONAL

**GUIA DE ORIENTAÇÕES PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS
EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVOS NO ENSINO DE FÍSICA**

**SANTARÉM-PA
2024**

**DENILSON BOFF
NILZILENE GOMES DE FIGUEIREDO**

**GUIA DE ORIENTAÇÕES PARA DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS
EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVOS NO ENSINO DE FÍSICA**

Produto educacional elaborado como parte de requisito para obtenção do título de mestre em ensino de Física pelo Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFOPA.

Orientadora: Profa Dra. Nilzilene Gomes de Figueiredo

**SANTARÉM-PA
2024**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	90
2 O QUE SIGNIFICA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA?.....	93
3 O QUE É EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA?.....	94
4 QUAL A IMPORTÂNCIA DA EXPOSIÇÃO EM FEIRAS DE CIÊNCIAS?.....	96
5 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA.....	98
6 FICHAS PARA AUXÍLIO ÀS ETAPAS DA PROPOSTA.....	100
7 ORIENTAÇÕES PARA DIÁRIO DE BORDO.....	104
8 EXEMPLO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA PARA O ESTUDO DO CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE COM O GALVANÔMETRO DE TANGENTE.....	105
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	113
REFERÊNCIAS.....	114

1 INTRODUÇÃO

A Física é uma Ciência que se propõe a explicar os fenômenos do mundo natural. Compreender essa linguagem em que está escrita a natureza é um primeiro passo para um cidadão ser alfabetizado cientificamente (Chassot, 1993), além de ser uma possibilidade de inclusão social (Chassot, 2003). Para além de uma contribuição individual, a educação científica também é um dos importantes fatores que determinam a prosperidade de uma nação, por meio de sua capacidade de “utilizar o conhecimento para produzir bens com alto valor tecnológico agregado” (Fazzio *et al.*, 2007).

Na Base Nacional Comum Curricular do ensino médio (BNCC, 2018) a Física encontra-se na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias e este documento indica a importância do desenvolvimento de metodologias de ensino que estimulem o engajamento dos estudantes em processos investigativos para a aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, tais como análise de fenômenos, utilização de modelos e fazer previsões. Assim, como última etapa da educação básica, é fundamental que os estudantes do ensino médio construam esse pensamento científico, apropriando-se da linguagem científica para além de nomes e fórmulas, mas de “modo que permita ao aluno interagir com o outro e com o meio em que vive compartilhando seus pensamentos, tirando conclusões acerca do fenômeno estudado” (Silva, 2020, p. 216).

As atividades experimentais, por outro lado, sempre foram vistas como fundamentais no ensino de física e importantes aliadas para a aprendizagem, além de auxiliarem no desenvolvimento de habilidades importantes da produção do conhecimento científico. No entanto, pesquisas apontam que dependendo de como estas atividades são desenvolvidas podem não trazer os resultados esperados de motivação e aprendizagem, como indicam Pena e Ribeiro Filho (2009) e Neves, Caballero e Moreira (2006). Assim, a experimentação investigativa tem sido apontada na literatura da área como uma estratégia motivadora e que fornece condições para construção do conhecimento e o protagonismo juvenil (Azevedo, 2004; Carvalho, 2013).

A possibilidade de os estudantes mostrarem os resultados em uma feira de ciências na escola e/ou externamente, como culminância de um projeto onde atuaram e aprenderam também tem se mostrado muito eficaz, pois gera motivação dos

estudantes; contribui para a geração, organização, ou melhoria dos conhecimentos e estimula a escola a como melhor desenvolver a iniciação científica na educação básica (Silva; Infante-Malachias, 2023). Além disso, Rodrigues *et al.* (2017, p. 9) ressaltam que “o trabalho com projeto também estimula o protagonismo dos estudantes, pois eles se sentem com liberdade para identificar problemas existentes no contexto local, regional ou global” e identificando esses problemas vão em busca de melhorias para o meio ambiente, a saúde, a qualidade de vida, entre outros, utilizando o conhecimento científico.

Mas ainda percebemos no cotidiano da maioria das salas de aulas brasileiras um ensino de Física distante dessa realidade. Um dos grandes desafios dos professores é colocar em prática propostas que tenham essas características, mas que ao mesmo tempo sejam viáveis para desenvolver nas escolas, considerando fatores como: um grande número de estudantes por turma, carga horária da disciplina de física reduzida, falta de familiaridade dos professores com essas novas tendências de ensino em virtude da falta de formação continuada e condições precárias estruturais das escolas, em especial das escolas públicas. São muitos desafios a serem superados, mas é possível aos poucos criar condições para uma melhor aprendizagem desenvolvendo estratégias didáticas que vão ao encontro das características já apresentadas nesta introdução.

Considerando estas questões, este produto educacional foi pensado para orientar o trabalho dos professores que desejarem desenvolver projetos experimentais de física com os estudantes do ensino médio, tendo como foco a experimentação investigativa voltada ao currículo escolar e uma feira de ciências interna e/ou externa à escola como motivadora para exposição dos resultados dos projetos. Assim, o produto educacional consiste em um **Guia de orientações para desenvolvimento de projetos experimentais investigativos de Física para Feira de Ciências**.

Nos capítulos 2, 3 e 4 discorre-se sobre alguns aspectos teóricos relacionados à alfabetização científica, experimentação investigativa e feiras de Ciências, para que os leitores possam compreender as concepções que são adotadas nas propostas.

No capítulo 5 e 6 apresenta-se a descrição das etapas e das fichas que poderão ser úteis no desenvolvimento da proposta. No capítulo 7 apresenta-se algumas orientações para o diário de bordo que é um instrumento muito importante para o registro das etapas da pesquisa. No capítulo 8 apresenta-se um exemplo que pode orientar os professores iniciantes na experimentação investigativa como desenvolver

uma proposta dessas no ensino de Física. Nas considerações finais apresenta-se algumas possíveis contribuições deste produto educacional.

2 O QUE SIGNIFICA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA?

A Alfabetização Científica é um estado ou nível de conhecimento que a pessoa precisa ter para compreender o mundo que nos cerca em consonância com os debates públicos sobre ciências, tecnologia e meio ambiente. Para tanto é imprescindível compreender a ciências como uma construção humana e apropriar-se desse conhecimento é fundamental para um cidadão na sociedade (Chassot, 2003; Sasseron; Carvalho, 2008; Sasseron; Carvalho, 2011; Sasseron, 2018).

Esta concepção de alfabetização científica deve estar ligada à prática docente de formar pessoas e estudantes que possam promover melhorias no cotidiano das mesmas, na sociedade e ambiente em que estão inseridos.

Diante disto, no processo de ensino deve ser observado na linguagem dos estudantes o desenvolvimento de algumas habilidades investigativas inerentes ao fazer científico (que são o conjunto de capacidades mentais que permitem a construção do conhecimento) como: capacidade de organizar dados e informações, classificar informações, observar como as ideias são construídas e interligadas (raciocínio lógico e proporcional), levantar e testar hipóteses, justificar, fazer previsões e explicações. Estes indicadores nos permitem observar o desenvolvimento e a construção do conhecimento que são indicativos da promoção da alfabetização científica no processo de ensino (Sasseron; Carvalho, 2008).

3 O QUE É EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA?

No sentido de promover a Alfabetização Científica, vários autores indicam que o ensino investigativo em conjunto com as atividades experimentais (Carvalho, 2010; 2013) podem favorecer condições efetivas na construção de diversas habilidades investigativas (Galvão; Assis, 2019; Zompero; Gonçalves; Laburú, 2017).

A prática investigativa permite além da aprendizagem, construir ou ampliar diversas habilidades, pois oportuniza o estudante vivenciar um ambiente capaz de promover a cultura científica (Carvalho, 2013; 2018; Zompero; Gonçalves; Laburú, 2017). Para isso, Azevedo (2004), Pedaste (2015) e Zompero, Gonçalves e Laburú (2017) indicam características do ensino investigativo que devem nortear ou estar presente no processo de ensino aprendizagem.

[...] a necessidade de um problema a ser investigado; o engajamento dos alunos para realizar as atividades; o levantamento de hipóteses, nas quais é possível identificar os conhecimentos prévios dos estudantes; a busca por informações, tanto dos experimentos, como pela bibliografia que possa ser consultada pelos alunos para ajudá-los na resolução do problema proposto na atividade; a elaboração da conclusão da atividade, momento em que há sistematização do conhecimento pelos estudantes e a comunicação dos estudos feitos pelos alunos para os demais colegas de sala, refletindo, assim, um momento de grande importância na comunicação do conhecimento, tal como ocorre na ciência (Zompero; Gonçalves; Laburú, 2017, p. 425).

Diante disto Seré, Coelho e Nunes (2003) discorrem que as atividades experimentais possibilitam o aprendizado de técnicas de investigação além de correlacionar o mundo abstrato e formal das linguagens possibilitando a autonomia do estudante e permitindo um olhar crítico sobre resultados (Araújo; Abib, 2003).

Carvalho (2010) cita que as atividades experimentais investigativas além da promoção da alfabetização científica podem contribuir na estruturação e elaboração de discussões promovendo a argumentação, e este ato está intrinsecamente ligado ao compreender e ao fazer ciência (Carvalho, 2018).

Em relação ao uso de atividades experimentais com foco investigativo para a promoção da Alfabetização Científica, Carvalho (2013) orienta que devem ser seguidos alguns passos ou terem alguns componentes a fim de torná-las adequadas no processo de ensino, oportunizando a autonomia e protagonismo juvenil e assim poderem dar condições para uma aprendizagem mais efetiva. Carvalho (2018) discute o grau de liberdade que deve ser oferecido ao estudante, entendendo que quanto maior for a liberdade ofertada para a formulação de perguntas investigativas,

formulação de hipóteses entre outros mecanismos investigativos, maior será o desenvolvimento e acréscimo de habilidades para com o estudante.

Seguindo este pensamento, o de promover a Alfabetização Científica tendo como metodologia a atividade experimental investigativa, destacamos a proposta do “*Laboratório Aberto*” indicado por Azevedo (2004). Esta metodologia de ensino é a base para nosso Produto Educacional desta dissertação e são sugeridas etapas que contemplam de forma satisfatória os objetivos dos autores até então citados nos referenciais teóricos conciliando a prática experimental, o ensino investigativo e a interação social, conforme apresentado Carvalho (2018).

Ainda conforme Azevedo (2004), propõe que a aprendizagem não se resume apenas aos conceitos e conteúdos relevantes para adquirir conhecimento, aprender procedimentos e atitudes também desempenham um papel significativo no desenvolvimento do estudante onde o mesmo deve ser incentivado a refletir, buscar explicações e participar ativamente das etapas necessárias para solucionar o problema proposto. Nesse contexto o professor deixa de ser somente um transmissor de conhecimento e se torna um guia, auxiliando o estudante em seu percurso de aprendizagem (Sasseron; Carvalho, 2018).

A aprendizagem por laboratório aberto, descrita por Azevedo (2004), é uma proposta de ensino por investigação que **busca resolver um problema a partir de uma experiência**, com roteiro aberto a ser elaborado pela equipe de estudantes. Nessa proposta o estudante é colocado em um ambiente em que pode questionar, explorar, testar hipóteses, solucionar problemas e construir seu conhecimento, tendo o professor como mediador. Uma das principais características dessa metodologia é a liberdade oferecida aos alunos para investigar e explorar em busca de resultados a um problema/situação.

Essa busca de soluções no Laboratório aberto pode ser dividida em seis momentos: 1. proposta do problema; 2. levantamento de hipótese; 3. elaboração do plano de trabalho; 4. montagem do arranjo experimental e coleta de dados; 5. análise dos dados e 6. conclusão. Neste produto educacional adicionamos a etapa de Exposição dos resultados em uma feira de ciências.

4 QUAL A IMPORTÂNCIA DA EXPOSIÇÃO EM FEIRAS DE CIÊNCIAS?

As Feiras de Ciências são eventos que chegaram ao Brasil por volta da década de 60 do século XX (Azevedo, 2018; Mancuso *et al.*, 1996). Azevedo (2018) define como Feira de Ciências “uma exposição que divulga para a comunidade os resultados de pesquisas realizadas por alunos, sob a orientação de um professor” (p. 47). As primeiras feiras surgiram no âmbito interno das escolas, mas depois foram surgindo feiras municipais, regionais e nacionais. É importante destacar que “Essas feiras ajudam a incentivar a criatividade e a reflexão nos estudantes, pelo estímulo ao desenvolvimento de projetos que usam a metodologia científica de investigação” (Azevedo, 2018, p. 47).

Pavão e Lima (2019) também definem Feiras de Ciências como eventos sociais, científicos e culturais realizados nas escolas ou na comunidade com intenções variadas e direcionadas para a aprendizagem educacional. Para os autores, a apresentação dos estudantes oportuniza um diálogo com os visitantes constituindo-se em uma oportunidade de discussão sobre os conhecimentos ora apreendidos e metodologias de pesquisa desenvolvidas, além de promover a mostra da criatividade dos estudantes em todos os aspectos referentes à exibição dos trabalhos. Mancuso e Leite Filho (2006) complementam que as feiras de ciências constituem-se em um ambiente e etapa essencial para o desenvolvimento ou aprimoramento do conhecimento.

Também é importante destacar que os trabalhos a serem apresentados em feiras de ciências possuem características de iniciação científica as quais vão ao encontro aos pressupostos do ensino por investigação (Farias e Gonçalves, 2007; Maximiano, 2021). Neste aspecto Rosa (1995, p. 226) aponta algumas características importantes em relação aos projetos a serem apresentados em feira de ciências, que estabelecem relações do cotidiano do estudante, a pesquisa, a relevância, envolvimento e a realidade do estudante.

Como a Ciência é uma produção humana, ao participarem de Feiras de Ciências os estudantes podem compreendê-la também como uma construção social, onde interagem e se desenvolvem, o que vai ao encontro do que Sasseron e Silva (2021) apresentam sobre o conhecimento científico como atividade social e o que Vigotsky apresenta sobre a importância da interação para a aprendizagem.

Diante disto, a prática social desenvolvida em feiras de ciências pode possibilitar o engajamento do estudante na cultura científica e contribuir para a assumir posições mais sustentáveis, baseadas em conhecimentos científicos, engajar-se na resolução de problemas do seu cotidiano alicerçando o conhecimento científico e tecnológico a fim de utilizar e modificar seu contexto social passando a ter significados com o mundo, articulados com seu meio social e cultural (Hartmann; Zimmermann, 2009; Farias; Gonçalves, 2007; Sasseron; Silva, 2021).

Entende-se assim que é de comum acordo entre os autores que os trabalhos a serem apresentados em uma feira de ciências tem mais chances de promover essas diversas habilidades se os estudantes forem envolvidos em um processo de iniciação científica. O desenvolvimento do ensino investigativo como alicerce para o desenvolvimento de iniciação científica na escola possibilita o envolvimento ativo dos estudantes a partir de práticas associadas à cultura científica possibilitando diversas formas de aprendizagem (Galvão; Assis, 2019; Infante-Malaquias, 2023; Zompero; Gonçalves; Laburú, 2017).

Neste aspecto é recomendável que o professor orientador auxilie seus educandos quanto a organização do projeto de pesquisa o qual deve conter uma problematização inicial e que a mesma pode ser gerada com a tempestade de ideias. Azevedo (2018, p. 38, grifo nosso) indica que:

[...] O primeiro passo para criar seu projeto é pensar em perguntas que você pode fazer sobre fatos observados no seu dia a dia. Esse processo de geração de projetos pode ser feito de várias maneiras. Você pode pensar individualmente sobre essas perguntas ou pode formar um grupo, com mais um ou dois colegas e, por meio de uma **tempestade de ideias**, na qual vocês são livres para propor qualquer pergunta, as ideias iniciais são geradas.

O livro de Azevedo (2018), intitulado: “Metodologia Científica ao alcance de todos” é uma ótima referência para ajudar na compreensão de como fazer iniciação científica na educação básica. O Gibi “Eu, cientista?” do Programa Ciência para Todos do Seminário Potiguar apresenta de forma prática como estudantes e professores podem fazer uma tempestade de ideias na escola⁵. No próximo capítulo apresenta-se o Guia com a descrição das etapas a serem desenvolvidas e proposta de como desenvolvê-las.

⁵ Acessar o Gibi em: <https://cienciaparatodos.com.br/livros-e-gibis/>

5 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA

No Quadro 1 deste produto educacional apresentamos as etapas da proposta de atividade experimental investigativa, baseada na autora Azevedo (2004), indicando o objetivo de cada etapa, tempo estimado e descrição metodológica de modo a orientar o trabalho docente. Além das 6 etapas indicadas pela autora, adicionamos também a etapa de “Exposição dos resultados em uma feira de ciências”, considerando o potencial que este momento representa na autonomia e aprendizagem dos estudantes.

Quadro 1 – Etapas do desenvolvimento do projeto experimental investigativo usando o Laboratório aberto

Etapas	Objetivo	Tempo estimado	Descrição metodológica
Proposta do problema	Estimular a curiosidade científica do estudante, a pesquisa e formalizar a questão problema para a investigação.	40 min	Sugere-se usar (Tempestade de ideias), instigar os estudantes para gerar o maior número de ideias ou curiosidades para pesquisa. A leitura do
Levantament o de hipóteses	Oferecer uma explicação inicial para o fenômeno observado ou para a questão que está sendo estudada, sendo então uma suposição que orienta as etapas da investigação e experimentação. São as ideias iniciais da equipe que serão testadas. Não deve ser amparada em pesquisa bibliográfica prévia.	30 min	Encorajar e orientar os estudantes a levantar hipóteses para solucionar a problemática abordada pelo professor ou pela classe. (Anotar tudo no diário de bordo).
Elaboração do plano de trabalho	Promover o protagonismo juvenil, entender e definir claramente o propósito desta atividade prática experimental, verificar os procedimentos e recursos necessários. Garantir que a atividade experimental seja realizada de forma eficiente e segura, garantindo a plena aprendizagem e aproveitamento para os estudantes.	60 min	Estabelecer em conjunto com os estudantes como será realizado o procedimento experimental em grupos, coleta e análise de dados, e que material serão utilizados, além de definir como será realizada e observada a coleta de dados. (Anotar tudo no diário de bordo).
Montagem do arranjo experimental e coleta de dados	Desenvolver diversas habilidades, entre elas, observação, experimentação, análise, exploração e interpretação de fenômenos físicos, comunicação científica, capacidade de registrar resultados e conclusões, criar pensamento crítico e relacionar teoria e prática.	90 min	Acompanhar e orientar os grupos de estudantes separadamente durante a atividade experimental, verificar e garantir a execução do plano de trabalho referente a coleta dos dados e a prática experimental. (Anotar tudo no diário de bordo).

Análise dos dados	Entender os resultados obtidos na experiência, identificar os padrões e comportamento dos dados, comparar e calcular medidas de grandeza, avaliar as medições, verificar a consistência dos resultados com a teoria física, estabelecer relações quanto à tomada de decisão na resolução de problemas.	40 min	Uma vez coletados os dados, é fundamental realizar uma análise minuciosa para extrair informações relevantes em relação à questão em estudo. Os estudantes devem ser oportunizados a descrever as observações feitas durante o experimento e comparar os dados obtidos, iniciando discussões envolvendo seus colegas de classe. (Anotar tudo no diário de bordo).
Conclusão	Fornecer uma resposta para a pergunta de pesquisa ou a hipótese investigada, e contribuir para o desenvolvimento do conhecimento a partir da análise dos dados.	45 min.	Formalizar uma resposta efetiva em relação à problemática inicial, levando em consideração e debatendo cuidadosamente a autenticidade (ou ausência dela) das ideias e problemas iniciais. (Anotar tudo no diário de bordo).
Exposição dos resultados em uma feira de ciências	Compartilhar conhecimentos e descobertas realizadas na pesquisa, divulgar a ciência, disseminar informações relevantes ao desenvolvimento científico, mostrar a importância do conhecimento científico para a comunidade local, aprender através das apresentações e interações sociais, proporcionar o reconhecimento do trabalho de pesquisa dos estudantes.	Depende da organização do evento.	Apresentar cuidadosamente os passos que antecederam até a conclusão em conjunto com as anotações do diário de bordo.

Fonte: Os Autores (2024).

6 FICHAS PARA AUXÍLIO ÀS ETAPAS DA PROPOSTA

Para dar apoio ao desenvolvimento da proposta, foram elaboradas três fichas que podem auxiliar os professores na implementação da proposta. Essas fichas se encontram nas próximas páginas. O Quadro 2 apresenta os objetivos de cada uma dessas fichas. Nas próximas três páginas é possível ter acesso às fichas.

Quadro 2 – Descrição das fichas de apoio

Nº	Tipo	Objetivo
1	Ficha para tempestade de ideias	Servir de apoio para a tempestade de ideias e elaboração de hipóteses, que são os dois primeiros momentos da proposta didática.
2	Ficha para elaboração de plano de trabalho	Apoiar a elaboração do Plano de trabalho da atividade experimental, que corresponde à terceira etapa, após a escolha da questão de investigação que será trabalhada e terem sido elaboradas as hipóteses.
3	Ficha para coleta, análise de dados e conclusão	Orientar a montagem do arranjo experimental e coleta de dados, análise de dados e conclusão. Não há limite para este espaço, portanto, são indicadas algumas perguntas orientadores que podem orientar as anotações que serão feitas pelos estudantes.

Fonte: Os Autores (2024).

FICHA PARA TEMPESTADE DE IDEIAS

Etapa 1 - Proposta do problema

Etapa 2 – Levantamento de hipótese(s)

Escola									
Data		Série		Nível	() Fundamental () Médio	Turma		Turno	
Assuntos/temas do currículo escolar									
Disciplina(s)/Área									
Integrantes da equipe									
Professor(a) orientador(a)									
Co-orientador(a)									
O que gostaríamos de investigar?		1.							
		2.							
		3.							
		4.							
		5.							
		6.							
		7.							
		8.							
		9.							
		10.							
Qual problema (questão de investigação) foi o escolhido pela equipe? (Reformule a pergunta caso necessário neste espaço)									
Hipótese(s) da equipe para este problema									

Fonte: BOFF, D.; FIGUEIREDO, N.G. **Guia de orientações para desenvolvimento de projetos experimentais investigativos no ensino de física:** produto educacional. Santarém: 2024. Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Oeste do Pará.

FICHA PARA COLETA, ANÁLISE DE DADOS E CONCLUSÃO

Etapa 4 - Montagem do arranjo experimental e coleta de dados

Etapa 5 – Análise de dados

Etapa 6 – Conclusão

Data: ____/____/____

Estudantes integrantes do grupo:

Orientador(a): _____

Coorientador(a): _____

1. Problema proposto:

2. Nome do experimento (caso tenha):

3. Quais materiais foram utilizados?

4. Quais procedimentos foram realizados?

5. O que foi observado na realização do experimento? Façam as anotações de todos os dados do experimento realizado (Entregar junto com esta ficha preenchida)

6. Discutam sobre os dados encontrados e façam previsões baseadas no problema que querem responder e anatem os resultados dessas discussões para entregar junto a esta ficha. Caso necessário, construam gráficos, apresente ou demonstre equações que ajudem a explicar a situação.

7. Concluem o projeto experimental formalizando uma resposta ao problema inicial discutindo a validade ou não das hipóteses iniciais e as consequências delas derivadas. Discuta outras informações, convicções do grupo importantes que surgiram ao longo da atividade. Entregue também junto a essa ficha.

7 ORIENTAÇÕES PARA DIÁRIO DE BORDO

O diário de bordo é um instrumento muito importante para se registrar todas as etapas de um projeto. Ele é instrumento elaborado em um caderno simples, mas muito importante, onde são registrados pelos estudantes pensamentos, textos, e dados de toda a etapa do projeto. Nas palavras de Maximino (2021, p. 16):

O Diário de Bordo será usado para registrar as ideias que surgem nessa fase e aquilo que estudaram para transformar as ideias da tempestade em temas factíveis. Estudantes também utilizarão os dados, observações, e cálculos nesse Diário. Dessa maneira, toda a informação necessária para escrever relatórios e preparar uma peça de comunicação estará organizada em um único lugar. Assim, é importante garantir que os Diários estejam organizados, com checagens constantes.

O prof. José Breno de Oliveira, assessor de projetos de iniciação científica com larga experiência na maior feira de ciências da América Latina, a Mostratec, indica que o diário de bordo é um instrumento indispensável para o êxito e credibilidade da pesquisa científica. Nele deve-se constar registros detalhados de todas as etapas da pesquisa, tais como: local, data, bibliografias consultadas, reflexões, observações, transcrições sintéticas de livros, conversa com pesquisadores, parecer de orientador, além da assinatura do relator ao final de cada registro. Segundo o autor, “Outros alunos também podem assinar, mas sempre a primeira assinatura é do redator”. Deve-se evitar rasuras e não ser passado a limpo, a fim de dar credibilidade ao documento. Maiores detalhes sobre a elaboração de diário de bordo e como se dá a sua elaboração prática podem ser consultado no artigo disponível em: <https://gcpstorage.caxias.rs.gov.br/documents/2024/07/567349b4-a797-47f2-a008-6d4c2888312a.pdf> e no vídeo disponível no canal da FECITBA: https://www.youtube.com/watch?v=E3HIhhr49_4&t=122s.

8 EXEMPLO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA PARA O ESTUDO DO CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE COM O GALVANÔMETRO DE TANGENTE

Com o objetivo de exemplificar aos professores como se desenvolve uma proposta de maneira prática no ensino de física, apresentamos uma proposta de desenvolvimento de uma atividade experimental com o Galvanômetro de Tangente, que relaciona conhecimentos de magnetismo e eletromagnetismo, que pode ser desenvolvida com estudantes do ensino médio.

Sugere-se iniciar a aula com uma introdução teórica, explicando o que é um campo magnético, sua importância e suas aplicações na vida cotidiana. Apresente os conceitos básicos do magnetismo, como ímãs, pólos magnéticos e o campo magnético gerado por eles. Posteriormente, introduza o conceito de campo magnético terrestre e sua relação com a bússola. Diferencie campos magnéticos gerados por ímãs e por bobinas. Por fim, apresente a Lei de Ampère e de Biot – Savart. Após esta explanação, dá-se início às etapas do laboratório aberto. O ideal seria o(a) professor(a) estimular os estudantes a pensarem em um problema a partir do que estão estudando. Abre-se então a possibilidade do uso da “Ficha de Tempestade de ideias”. Após as discussões em pequenos grupos, buscando fazerem perguntas que ainda não saberiam responder e depois escolhendo uma delas para investigar, vamos supor que os estudantes escolham ao final da primeira etapa o seguinte problema:

- **Proposta do problema:**

Como podemos encontrar um valor quantitativo do campo magnético terrestre?

- **Levantamento de hipóteses:**

Os estudantes organizados em grupo então passam à fase de elaboração de hipóteses relacionada a problemática escolhida, que seriam possíveis respostas que teriam a essa pergunta. A hipótese é uma afirmação, mas ainda não sabemos se é verdadeira ou não. A pesquisa bibliográfica seguida da experimentação e diálogos com a equipe é que dirá se ela é verdadeira ou falsa. Desde esse primeiro momento, além do preenchimento da ficha, o(a) professor(a) também deve orientar seus alunos a anotar tudo em um diário de bordo. A cada aula que participarem deverão registrar, local, data e anotações daquele dia e no final o relator assina.

- **Elaboração do plano de trabalho:** Os estudantes então usarão a “Ficha de elaboração do plano de trabalho” para descreverem com detalhes como a experiência será realizada, os materiais necessários, como e onde será feita a coleta e análise de

dados. O equipamento do Galvanômetro de Tangente é de fácil produção e pode ser desenvolvido pelos estudantes em aula com a orientação do professor. Os estudantes deverão descrever os passos que seguirão, materiais que serão usados e o(a) professor(a) conduzirá esse processo de elaboração, com base em sua experiência como professor de física, mas deixando que as equipes construam uma proposta deles, que seja viável.

Os materiais necessários para montar o Galvanômetro de Tangente podem ser os que seguem abaixo:

- Fonte de tensão (corrente contínua de 12 volts).
- Uma bobina com 10 voltas de fio condutor, contendo 20 centímetros de diâmetro aproximadamente.
- Multímetro ou amperímetro.
- Uma bússola
- Um metro de fio condutor de 1,5 milímetros de diâmetro, (aproximadamente).
- Cabos de conexão.
- Transferidor (para verificar a variação do ângulo sofrido pela bússola durante o experimento).
- Uma base de compensado de 2 milímetros de espessura, ou madeira reaproveitada para servir como base de apoio ao equipamento.

Observações: Durante ou após a elaboração do plano de trabalho é importante reservar um momento para ensinar a utilizar e fazer a leitura da corrente elétrica contínua com o amperímetro e apoiar a construção do equipe pelas equipes. Em diálogo com as equipes o professor pode ir tirando dúvidas sobre o funcionamento do galvanômetro de tangente, sua estrutura e como ele é utilizado para medir o campo magnético terrestre. Mas mesmo que o professor possa dar dicas, é importante estimular a participação dos estudantes para elaboração de projetos autênticos de cada grupo, incluindo melhorias. Com base em experiências anteriores, o(a) professor(a) pode dar dicas de que a fabricação da bobina é feita com fio esmaltado, próprio para este fim e pode ser reaproveitado de sucata, o diâmetro do fio pode ser de 1,5 a 2,5 mm de diâmetro. Para enrolar o fio e fazer a bobina pode-se usar pedaços de tubo ou outro recipiente para suporte. A fonte de tensão deve ser de corrente contínua até 12 volts.

- **Montagem do arranjo experimental e coleta de dados:**

A Figura 1 indica uma possibilidade de equipamento construído.

Figura 1 – Imagem do latera do Galvanômetro de Tangente



Fonte: Os Autores (2024).

A bobina plana construída deve ter uma plataforma em seu centro a fim de suportar a bússola e o transferidor, e *alinhar o plano da bobina ao campo magnético terrestre (Norte – Sul)*, (ajustada quando o circuito estiver desligado).

É importante o(a) professor(a) oriente que nesta fase os estudantes devem usar a “Ficha para coleta, análise de dados e conclusão”, que dará suporte para um possível relatório a ser elaborado, assim como o diário de bordo que também não deve ser esquecido de serem anotados os registros diários das atividades desenvolvidas.

Em conformidade com a realidade da escola e dependendo do número de equipamentos construídos, a sala pode ser subdividida em grupos menores de 3 a 5 pessoas, a fim de assegurar que todos realizem a atividade experimental e possam confrontar seus resultados com outros grupos.

Na configuração do equipamento, é importante se certificar que a bobina está perpendicular ao campo magnético terrestre com a bússola justaposta no centro para conferência, como indicado na Figura 2.

Figura 2 – Visão vertical do Galvanômetro de Tangente



Fonte: Os Autores (2024).

Quanto ao circuito, deve-se conectar a fonte de corrente contínua aos fios utilizando conexão. É importante se certificar que as ligações estão em série para que a corrente elétrica flua pelo fio em uma única direção específica.

Deve-se realizar duas medidas com o experimento, veremos cada uma delas:

Primeiro experimento: Nesta fase inicial, a atividade é realizada sem o transferidor e a bússola no centro. Desta forma ao ligar o equipamento poderemos obter a leitura da corrente elétrica do circuito, feito pelo amperímetro. Em posse desta informação, e com medições realizadas in loco como número de voltas do fio que a bobina possui e raio de circunferência, já é possível encontrar um valor quantitativo do campo magnético produzido pela bobina em seu centro.

Aplicando a seguinte equação: $B = \frac{\mu \cdot N \cdot i}{2 \cdot r}$, (de posse dos dados correlacionados podemos calcular campo magnético produzido pela bobina em seu centro), onde B representa o campo magnético no centro da espira circular, μ representa a permeabilidade magnética no ar ($4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$), N o número de voltas do fio condutor na espira, i representa a corrente elétrica contínua do circuito, medido no instante do experimento pelo amperímetro, e r é o raio de circunferência da espira (ver Figura 3).

Figura 3 – Imagem vertical do Galvanômetro de Tangente, primeira etapa do experimento



Fonte: Os Autores (2024).

Segundo experimento: agora repetimos o mesmo procedimento inicial, porém, usando o transferidor e a bússola no centro da espira, “**na posição correta**”.

Ao ligar o circuito pode-se observar que a agulha da bússola, sob efeito do campo magnético da bobina gira até encontrar uma nova posição de equilíbrio, formando um ângulo na direção Leste-Oeste, o qual deve ser observado com atenção e anotado.

De posse desta informação é possível aplicar a seguinte relação matemática: $B_t = B \cdot \tan \sigma$ em que B_t representa o vetor campo magnético terrestre (componente horizontal), B representa o campo magnético produzido na bobina circular (valor encontrado no primeiro experimento), σ é o ângulo formado pela interação da bússola com o campo magnético formado no centro da espira, e $\tan \sigma$ é a tangente do ângulo formado, pela interação da bússola (Campbell, 1997; Gaspar, 2016, p. 161) – ver Figura 4.

Figura 4 – Galvanômetro de Tangente em funcionamento



Fonte: Os Autores (2024).

Sugestão de questões orientadoras para discussões:

- A- Qual é o papel do galvanômetro de tangente no experimento?
- B- Quais são as variáveis controladas durante o uso do galvanômetro de tangente?
- C- Qual foi a hipótese inicial sobre o desempenho do galvanômetro de tangente antes do experimento?
- D- Em relação à hipótese inicial, os resultados apontaram alguma discrepância de valor?
- E- Quais são as possíveis fontes de erro durante o experimento com o galvanômetro de tangente?
- F- O que pode ser melhorado no procedimento experimental para garantir uma precisão mais adequada nos resultados?
- G- Quais são os questionamentos dos alunos em relação a suas pesquisas investigativas?

- **Análise dos dados:**

Após as medições, peça aos estudantes que registrem os dados obtidos, incluindo a leitura do galvanômetro e a direção indicada pela bússola, como na Figura 5.

Figura 5 – Estudantes fazendo análise de dados



Fonte: Os Autores (2024).

Discutam em sala de aula os resultados obtidos pelos grupos, promovendo uma análise coletiva e destacando as variações nas leituras do galvanômetro. Relacione as leituras do galvanômetro com as direções do campo magnético terrestre e incentive os alunos a fazerem conclusões sobre essa relação.

- **Conclusão:**

Nesta etapa é fundamental que o professor, se necessário, auxilie seus alunos a formalizar uma resposta pautada em sua atividade científica, embasada em seus dados experimentais e leis físicas, verificando se a(s) hipóteses formulada(s) inicialmente foram ou não confirmadas.

Sugestão de avaliação

- Faça uma avaliação formativa, por meio de perguntas orais ou escritas, para verificar se os alunos compreenderam os conceitos abordados e os procedimentos experimentais.
- *Verifique se a atividade experimental investigativa, proporcionou novas ideias e investigações acerca do contexto e se promoveu competências e habilidades norteadas pela BNCC, as quais conferem a Alfabetização*

Científica. Você pode analisar as fichas elaboradas pelas equipes, o diário de bordo, por exemplo.

- *Promova uma discussão em grupo para que os alunos possam compartilhar suas experiências e aprendizados durante o experimento.*
- *Participe com seus alunos de uma feira de ciências para que os estudantes mostrem os resultados do projeto com experimentação investigativa.*

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As orientações e fichas apresentadas neste guia visam orientar os professores e estudantes que desejarem desenvolver um projeto experimental investigativo em aula de Física. Buscamos indicar outras fontes de consultas e disponibilizar materiais que fossem úteis nos vários momentos da proposta. Essas fichas também podem ser úteis para outros projetos que não necessariamente utilizem a metodologia do laboratório aberto que tem como metodologia a experimentação, mas possibilita outras estratégias metodológicas em projetos de investigação, demonstrando a riqueza do material.

Também dentro das orientações está contida uma última etapa a qual a autora não aborda, no entanto, como o guia proporciona o protagonismo juvenil e alicerça a promoção do estudante na cultura científica é muito importante que estes trabalhos de pesquisas investigativas sejam apresentados em uma Mostra ou feira de ciências, pois dentro deste contexto, como sugerido dos autores citados nos referenciais teóricos esta iniciativa promove também a aprendizagem e o desenvolvimento de diversas habilidades inerentes ao fazer e pensar científico, como foi verificado no decorrer deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, jun., 2003.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizado as atividades em sala de aula. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, [2018?]. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit e.pdf. Acesso em: 12 fev. 2024.
- CAMPBELL, W. H. **Introduction to geomagnetic fields**. 2. ed. Reino Unido: Cambridge University, 1997.
- SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, dez. 2018.
- CARVALHO, A. M. P. As Práticas experimentais no ensino de Física. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 53-78. (Coleção Ideias em Açaí).
- CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, 2018.
- CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 18, n. 3, p. 765 - 794, dez. 2018.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação na sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 23, n. 22, p. 89-100, 2003.
- CHASSOT, A. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Editora Unijuí, 1993.
- FARIAS, L. N.; GONÇALVES, T. V. O. Feira de ciências como espaço de formação e desenvolvimento de professores e alunos. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Belém, v. 3, n. 6, jan./jun. 2007.
- FAZZIO, A *et al.* **Física para um Brasil competitivo**: estudo encomendado pela Capes visando maior inclusão da física na vida do País, 2007. Disponível em:

http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/publicacoes/FisicaCapes.pdf. Acesso em: 01 fev. 2024.

GALVÃO, I. C. M.; ASSIS, A. Atividade experimental investigativa no ensino de física e o desenvolvimento de habilidades cognitivas. **REnCiMa**, São Paulo, v. 10, n.1, p. 14-26, 2019.

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

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. **Educational Philosophy and Theory**, [online], v. 20, p. 53-66, 1988. Disponível em: <https://www.iq.usp.br/palporto/TextoHodsonExperimentacao.pdf>. Acesso em: 12 set. 2024.

INFANTE-MALAQUIAS, M. E. Feiras de ciências: possibilidades e desafios na construção de um novo perfil de professores e de estudantes. **Revista Contemporânea**, v. 3, n. 12, p. 32178-195, 2023.

MANCUSO, R.; LEITE FILHO, I. Feiras de ciências no Brasil: uma trajetória de quatro décadas. In: **PROGRAMA NACIONAL DE APOIO ÀS FEIRAS DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA**. Brasília, DF: FENACEB, 2006.

MANCUSO, R.; LIMA, V. M. R.; BANDEIRA, V. A. **Clubes de ciências: criação, funcionamento, dinamização**. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996. 365 p.

MAXIMINO, C. **Feiras de ciências e tecnologias educacionais: um guia para potencializar a aprendizagem por investigação**. Marabá/PA: UNIFESSPA, 2021. 55 p. v. 43.

NEVES, S. R. G.; GONÇALVES, T. V. O. Feira de ciências. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 6, n. 3, p. 241-247, dez. 1989.

NEVES, M. S.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da Física, em sala de aula: um estudo exploratório. **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 11, n. 3, p. 383-401, 2006.

NUSSENZVEIG, M. H. **Curso de física básica: eletromagnetismo: volume 3**. São Paulo: Edgar Blücher, 1997.

PAVÃO, A. C.; LIMA, M. E. C. Feiras de ciência, a revolução científica na escola. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, DF, v. 15, n. 34, p. 1-11, 2019. Disponível em: <https://rbpg.capes.gov.br/rbpg/article/view/1612>. Acesso em: 10 jun. 2024.

PENA, F. L. A.; RIBEIRO FILHO, A. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista**

Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, MG, v. 9, n. 1, jan./abr. 2009.

REITZ, J. R.; MILFORD, F. J.; CRISTY, R.W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. 3. ed. São Paulo: Editora Campos, 1982.

RODRIGUES, C. F. *et al.* Educação científica mediada por feira de ciências na educação básica: um enfoque CTSA. **Cadernos de Educação Básica**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 58-67, 2019.

ROSA, P. R. S. Algumas questões relativas a feiras de ciências: para que servem e como devem ser organizadas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 12, n. 3, p. 223-228, dez. 1995.

SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, dez. 2018.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SERÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino de física. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 20, n. 1, p. 30-42, abr. 2003.

SILVA, N. M. O ensino de Física para estudantes de nível médio: por que é difícil ensinar? *In*: ASENSI, F. (org.). **Conhecimento e multidisciplinaridade**. Rio de Janeiro: Pembroke Collins, 2020. p. 214-229. v. 1.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**: v. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

VYGOTSKY, L. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

ZOMPERO, A. F.; GONÇALVES, C. E. S. G.; LABURÚ, C. E. Atividades de investigação na disciplina de ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v. 23, n. 2, 2017.