



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

SAMIRA ARRUDA VICENTE

**OERSTED E AS BOBINAS: QUANTIFICANDO E DIFUNDINDO A HISTÓRIA DA
CIÊNCIA**

**CAMPINA GRANDE
2021**

SAMIRA ARRUDA VICENTE

**OERSTED E AS BOBINAS: QUANTIFICANDO E DIFUNDINDO A HISTÓRIA DA
CIÊNCIA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Física e Sociedade.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Ana Paula Bispo da Silva.

**CAMPINA GRANDE
2021**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

V632o Vicente, Samira Arruda.
Oersted e as bobinas [manuscrito] : quantificando e difundindo a história da ciência / Samira Arruda Vicente. - 2021.
113 p. : il. colorido.

Digitado.
Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2022.
"Orientação : Profa. Dra. Ana Paula Bispo da Silva , Coordenação do Curso de Física - CCT."
1. Ensino de Física. 2. Eletromagnetismo. 3. Vídeos didáticos. 4. Experimentos históricos. I. Título

21. ed. CDD 537

SAMIRA ARRUDA VICENTE

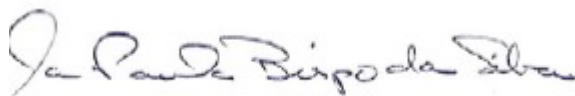
OERSTED E AS BOBINAS: QUANTIFICANDO E DIFUNDINDO A HISTÓRIA DA
CIÊNCIA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Física e Sociedade.

Aprovada em: 21/12/2021.

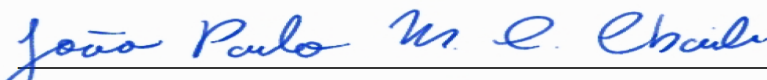
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Ana Paula Bispo da Silva (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. João Paulo Martins de Castro Chaib
Centro Federal de Educação Tecnologia de Minas Gerais (CEFET/MG)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me permitir discernimento e sabedoria durante essa trajetória.

À minha mãe e sobrinhos Ana Beatriz e Gabriel Gomes por mesmo sem compreender os desafios acadêmicos se fizeram companheiros nos momentos mais difíceis.

Ao meu esposo, que sempre me deu apoio nos momentos de desânimo e fraqueza.

À professora Ana Paula Bispo da Silva pela orientação desde a graduação, e por estar me guiando como profissional.

Ao professor José Antonio Pinto pelas contribuições profissionais, e por estar sempre disposto a ensinar.

Ao Grupo de História da Ciência em Ensino (GHCE), no qual aprendi muito a cada encontro e pelo apoio de todos durante a execução de meus trabalhos.

À Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), por me “hospedar” durante esses anos na instituição, mesmo em meio a problemas, tem conseguido manter um bom nível acadêmico, pois abre portas para bons profissionais como os que tive.

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao meu amigo Marcelo Gomes por me acompanhar nessa jornada, meu muito obrigada pela amizade e apoio.

Aos colegas de classe pelos momentos de amizade e apoio.

“Quando a educação não é libertadora, o sonho do oprimido é ser o opressor” – Paulo Freire.

RESUMO

Documentos oficiais e educadores vêm, ao longo de algumas décadas, enfatizando a potencialidade da História da Ciência para o Ensino de Ciências. No entanto, trabalhos empíricos neste tema ainda trazem muitos obstáculos na efetivação dessa potencialidade como, por exemplo, o uso excessivo de textos que não estimulam a participação dos estudantes. Neste sentido, o presente trabalho adotou uma abordagem histórico-investigativa inserindo atividades experimentais baseadas em estudos de caso históricos apresentados por meio de um recurso audiovisual (vídeo). Para isso, desenvolvemos um vídeo do episódio histórico "Eletromagnetismo - Hans Christian Oersted". O episódio histórico explora as diferentes concepções sobre eletricidade e magnetismo durante a primeira metade do século XIX, bem como nos permite explorar o fazer científico. O vídeo conduziu uma proposta de ensino investigativa, de forma a provocar discussões e estimular a investigação experimental. Para a atividade experimental contrapõe-se a abordagem qualitativa adotada por Oersted, àquela quantitativa e sistematizada que é usualmente associada ao fazer científico experimental, questionando concepções empírico-indutivistas sobre Ciência. A proposta de ensino foi direcionada a estudantes do 3º ano médio da Educação Básica como parte do conteúdo de eletromagnetismo. Como forma de validação, a proposta foi desenvolvida alternativamente através do ensino remoto, trocando as atividades de manipulação experimental por questionários e outros recursos. Como resultado, observamos que o vídeo superou o obstáculo relativo à leitura de textos e permitiu realizar discussões mesmo que remotamente. Porém, observou-se que a abordagem investigativa perde muito no ensino remoto ao impedir a manipulação de objetos, e propor novas hipóteses. Nesse sentido, destaca-se que a potencialidade da História da Ciência no Ensino de Ciências requer um ambiente investigativo em que a interação permita discussões, argumentações e, também, a materialidade do conhecimento científico através de investigações experimentais.

Palavras-Chave: Ensino de Física. Eletromagnetismo. Vídeos didáticos. Experimentos Históricos.

ABSTRACT

Official documents and educators have, over a few decades, emphasized the potential of the History of Science for Science Teaching. However, empirical works on this topic still bring many obstacles in the realization of this potential, such as the excessive use of texts that do not encourage student participation. In this sense, the present work adopted a historical-investigative approach, inserting experimental activities based on historical case studies presented through an audiovisual resource (video). For this, we developed a video of the historical episode "Electromagnetism - Hans Christian Oersted". The historical episode explores the different conceptions of electricity and magnetism during the first half of the 19th century, as well as allowing us to explore scientific work. The video led to an investigative teaching proposal, in order to provoke discussions and stimulate experimental research. For the experimental activity, the qualitative approach adopted by Oersted is contrasted with the quantitative and systematized approach that is usually associated with experimental scientific work, questioning empirical-inductivist conceptions about Science. The teaching proposal was aimed at students of the 3rd year of Basic Education as part of the electromagnetism content. As a form of validation, the proposal was developed alternatively through remote teaching, exchanging experimental manipulation activities for questionnaires and other resources. As a result, we observed that the video overcame the obstacle related to reading texts and allowed to carry out discussions even remotely. However, it was observed that the investigative approach loses a lot in remote teaching by preventing the manipulation of objects, and proposing new hypotheses. In this sense, it is emphasized that the potential of the History of Science in Science Teaching requires an investigative environment in which interaction allows discussions, arguments and, also, the materiality of scientific knowledge through experimental investigations.

Keywords: Physics Teaching. Electromagnetism. Didactical Video. Historical Experiment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Luz calor sendo irradiado perpendicularmente de um fio condutor.....	47
Figura 2 –	Posição fio paralelo a agulha da bússola alinhado Norte/Sul.....	48
Figura 3 –	Posição esperada para agulha defletir alinhando-se ao fio.....	49
Figura 4 –	Configuração atrativa e repulsiva entre os polos do ímã e do fio condutor.....	49
Figura 5 –	Deflexão da agulha para Leste estando o fio paralelo e abaixo da bússola.....	50
Figura 6 –	Interpretação das ações dos dois tipos de turbilhões dentro do fio.....	50
Figura 7 –	Interpretação da relação condutor na espiral e ímã suspenso.....	52
Figura 8 –	Observador de Ampère sentido da corrente elétrica.....	53
Figura 9 –	Bússola astática análise sem influência do magnetismo terrestre....	54
Figura 10 –	Orientação dos planos da bússola horizontal.....	54
Figura 11 –	Experimento da ação da força do fio exercido na agulha da bússola.....	56
Figura 12 –	Experimento para obtenção da rotação do fio e do ímã simultaneamente.....	57
Figura 13 –	Slide/Gif para problematização inicial.....	66
Figura 14 –	Investigando o comportamento dos materiais.....	70
Figura 15 –	Vídeo problematizador da relação entre eletricidade e magnetismo.....	72
Figura 16 –	Funcionamento de uma bússola e convenção dos Hemisférios Norte e Sul.....	73
Figura 17 –	Simetria e relação causa e semelhança.....	73
Figura 18 –	Interpretação sobre Fluidos de Eletricidade.....	74
Figura 19 –	Concepção Mecanicista e Romântica da Ciência.....	75
Figura 20 –	Diferença entre Eletricidade e Galvanismo.....	75
Figura 21 –	Hipóteses de Oersted.....	75

Figura 22 –	Analisando as Hipóteses de Oersted.....	76
Figura 23a –	Interpretação de Ampère ao experimento de Oersted.....	77
Figura 23b –	Interpretação de Biot-Savart ao experimento de Oersted.....	78
Figura 23c –	Interpretação de Faraday ao experimento de Oersted.....	78
Figura 24 –	Estudo do ímã e sua composição.....	80
Figura 25 –	Experimento de Faraday para discutir fluxo magnético.....	83
Figura 26 –	Funcionamento de um alto falante.....	84
Figura 27 –	Funcionamento de uma Torre Eólica.....	85
Figura 28 –	Funcionamento de um Transformador.....	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Trabalhos para análise pós critérios de Exclusão.....	17
Quadro 2 – Argumentos de identificação nos trabalhos com base nas perspectivas (i) e (ii).....	18
Quadro 3 – Descrição da proposta (Problematizações).....	58
Quadro 4 – Descrição da proposta (Situação-Problema).....	59
Quadro 5 – Descrição da proposta (Interpretação Filosófica e Experimental).....	61
Quadro 6 – Descrição da proposta (Teoria x Prática).....	62
Quadro 7 – Descrição da proposta (Controvérsia).....	63
Quadro 8 – Descrição da proposta (Formalismo Conceitual).....	63
Quadro 9 – Descrição da proposta (Formalismo matemático).....	64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1	Análise dos trabalhos.....	17
3	ABORDAGEM HISTÓRICA-INVESTIGATIVA NA SALA DE AULA.....	33
3.1	Abordagem Histórica-Investigativa – estado da arte.....	33
3.2	Investigação em sala de aula – pressupostos teóricos.....	36
4	ESTUDO DE CASO HISTÓRICO E SUA ADAPTAÇÃO PARA A SALA DE AULA.....	42
4.1	Concepções predecessoras ao eletromagnetismo.....	42
4.1.1	<i>As concepções dos Naturphilosophen.....</i>	44
4.1.2	<i>Breve biografia de Hans Christian Oersted.....</i>	45
4.1.3	<i>Interpretações de Oersted.....</i>	46
4.1.4	<i>Interpretações de Ampère ao experimento de Oersted.....</i>	51
4.1.5	<i>Interpretações de Biot e Savart ao experimento de Oersted.....</i>	55
4.1.6	<i>Interpretações de Faraday ao experimento de Oersted.....</i>	56
4.2	Pensando a sala de aula.....	57
4.2.1	<i>Proposta de Ensino.....</i>	58
4.2.2	<i>Implementação da Proposta de Ensino.....</i>	65
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	86
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
	REFERÊNCIAS	94
	APÊNDICE A – SLIDE COM IMAGEM/GIF	100
	APÊNDICE B – INVESTIGAÇÃO EXPERIMENTAL	101
	APÊNDICE C – FORMULANDO CONCEPÇÕES	103
	APÊNDICE D – DESAFIO DO DIA	105
	APÊNDICE E – CONCEPÇÕES DE CAUSA/SEMELHANÇA.....	106
	APÊNDICE F – CONCEPÇÕES DE OERSTED	107
	APÊNDICE G – DIÁRIO EXPERIMENTAL	109

APÊNDICE H – IMAGEM DO VÍDEO	110
APÊNDICE I – REORGANIZANDO AS IDEIAS	111
APÊNDICE J – CARÁTER DA CIÊNCIA	113

1 INTRODUÇÃO

Mudanças propostas por projetos educacionais têm valorizado o conhecimento científico e tecnológico visando um ensino que promova o desenvolvimento de competências, tais como: desenvolver ações críticas e reflexivas sobre o mundo; compreender e fazer uso de tecnologias, assim como reconhecer e valorizar a diversidade (BRASIL, 2019). Entendemos que esse ensino não depende apenas das ferramentas e recursos didáticos, mas implicam numa prática educativa que deve assumir mudanças para corroborar com um processo de transformação.

Tais mudanças podem ser implementadas através de diferentes abordagens. Dentre as diferentes abordagens discutidas na literatura sobre Ensino de Ciências, consideramos que aquela que se baseia na História da Ciência (HC) possui potencial para permitir o desenvolvimento de competências argumentativas por valorizar aspectos históricos, filosóficos e socioculturais da ciência (SILVA; OLIVEIRA, 2012; VILLANI; PACCA; FREITAS, 2009; FORATO, 2009; PINTO; SILVA, 2017).

Segundo Martins (2006), a abordagem baseada na HC permite discutir aspectos da natureza da ciência e processos que envolvem o conhecimento científico que não são ou não foram discutidos nos livros didáticos, tais como: o desenvolvimento dos conceitos e teorias; o trabalho dos cientistas durante seu processo de investigação; as concepções científicas de determinadas épocas que atualmente não são mais consideradas; discutir sobre relações entre diferentes áreas, ciência e religião por exemplo; evidenciar fatores históricos que influenciaram o desenvolvimento científico e entre outros.

Nesse sentido, a HC possui a capacidade de levantar reflexões críticas sobre os temas; considerar as situações socioculturais e políticas; ressaltar o valor cultural e contextualizar aspectos obscuros da ciência; entre outros; promovendo diferentes significados na formação científica básica (FORATO, 2009; HOTTECKE; SILVA, 2011, FORATO et al, 2011; OLIVEIRA; SILVA, 2012).

Por outro lado, Guerra et al (2004) nos chamam a atenção sobre dois outros aspectos ao trabalhar com HC no Ensino de Ciências para que haja efetividade quanto ao seu potencial argumentativo. O primeiro, que cabe aos docentes promoverem, durante as propostas didáticas, uma metodologia que evidencie o

tempo e o espaço histórico do tema. Pretende-se assim, que o aluno reconheça as inquietações, as reflexões conceituais do tema estudado e como o desenvolvimento científico foi inserido na história da sociedade, fazendo uma interface entre o conhecimento científico e as demais produções culturais.

Outro aspecto que se trata é não confundir a inserção da abordagem histórica com um curso de HC, e esquecer dos objetivos educacionais que o Ensino de Ciências possui: formalismo matemático, atividade experimentais e compreensão de tecnologias, e de desenvolvimento científico que fazem parte do cotidiano de estudantes.

Portanto, a HC apresenta importantes fatores para contextualizar e problematizar as aulas de ciências, e contribui para desenvolver um ambiente investigativo. Nesse sentido, ao considerarmos a prática educativa como um processo no qual o docente deve propiciar aos estudantes conhecimentos de mundo, e a interação de maneira geral por meio de experiências culturais e investigativas, estamos lidando com um Ensino Investigativo (EI). Assim, associar HC com EI pode contribuir para que o aluno reflita sobre conteúdos teóricos, materiais e sociais e, portanto, desenvolva argumentação e autonomia crítica, ou seja, promova 'mudanças' necessárias para tornar-se responsável pela construção de seu conhecimento (LIBÂNEO, 1994; FREIRE, 1981; KIPNS, 1996; HEERING; HOTTECKE, 2014; BATISTA; SILVA, 2018; BATISTA, 2018).

Tanto a HC quanto o EI não são abordagens totalmente novas no Ensino de Ciências. Elas existem desde a década de 1960, sob diferentes paradigmas (MARTINS et al, 2014), e atualmente compreendem uma mudança na interação entre professores-estudantes, de forma a atribuir a esse último um papel de protagonista. Nesse sentido, compreender a perspectiva do aluno é fundamental, para que a interação ocorra em todo o cenário da sala de aula, seja na definição dos recursos didáticos a serem utilizados, quanto na melhor e adequada distribuição do tempo didático e dos conteúdos curriculares.

Isso nos coloca diante de um dos maiores desafios do trabalho com a abordagem baseada na HC em sala de aula: a dificuldade dos estudantes para com a leitura de textos científicos (FORATO et al, 2011; HÖTTECKE; SILVA, 2011; SOUZA; SILVA, 2014). No caso específico da Física, parte dessa dificuldade é muitas vezes expressa pela incompatibilidade dessa disciplina, tida como "exata", e atividades de leitura e discussão, associadas às disciplinas de "humanas". Por outro

lado, observa-se que também há um rompimento nas expectativas com o uso de textos ao invés de atividades manipulativas, que atraem àqueles que possuem mais habilidades técnicas. Ainda, parte do currículo de Física na escola de Educação Básica está fundamentando na resolução de exercícios que enfatizam o raciocínio lógico-matemático, e que são pré-requisitos para exames nacionais. Conforme relatam Höttecke e Silva (2011), tais obstáculos são comuns e demandam uma nova perspectiva de atuação do professor. Entendemos que essa atuação deve se pautar na associação da HC com e EI, conforme já exposta anteriormente. Nesse sentido, a presente pesquisa tem como principal pergunta: “Quais caminhos são possíveis para utilizar HC na sala de aula, usando experimentos históricos e explorando o formalismo matemático através do recurso audiovisual?”

Consideramos como objetivo geral a utilização da abordagem baseada na HC e do EI para o desenvolvimento de ações e reflexões críticas em sala de aula. De forma específica, pretendemos atingir esse objetivo através do desenvolvimento e implementação de uma proposta educacional para o ensino de um conteúdo específico (eletromagnetismo), considerando-se tanto a abordagem histórica (HC), quanto o ensino investigativo (EI), associando diferentes recursos e materiais didáticos. Espera-se assim, superar os obstáculos apresentados, de forma que os estudantes consigam: contextualizar o conteúdo através da narrativa histórica apresentada através de um recurso audiovisual; elaborarem hipóteses e argumentos na realização de atividade experimental; e formulem modelos matemáticos a partir de investigação realizada.

Para a elaboração do episódio histórico associado ao conteúdo eletromagnetismo, nos baseamos na moderna historiografia na ciência. De acordo com essa perspectiva historiográfica, nos episódios devemos evidenciar a não linearidade do conhecimento científico, enfatizar controvérsias e ambiguidades, como também destacar a influência do contexto sociocultural no conhecimento científico, etc. (BALDINATO; PORTO, 2008; SCHMIEDECKE, 2016). Para o planejamento e desenvolvimento da proposta educacional, nos baseamos em referenciais que adotam o socioconstrutivismo e a perspectiva dialógica do ensino, como Freire e Vygotsky, adaptados para o ensino investigativo e problematizador conforme Delizoicov (2005; et al, 2012) e Carvalho (2013). À associação da moderna historiografia da ciência como o ensino investigativo, denomina-se Abordagem Histórica-Investigativa (AHI), conforme será detalhado em capítulo

específico. A implementação da proposta tem como foco o processo, e não o produto, baseada na abordagem qualitativa de um estudo de caso.

O presente trabalho está estruturado em cinco Capítulos. No Capítulo 2, apresentaremos a busca nas bases de dados sobre trabalhos científicos (dissertações/teses), nos quais verificamos os obstáculos e motivações para trabalhar com HC em sala de aula, e justificamos a presente proposta para o ensino do conteúdo de eletromagnetismo.

No Capítulo 3, discutiremos a concordância de diferentes teóricos sobre a necessidade de evidenciar o caráter ativo do aluno na prática educativa. Assim como, promover um caminho para sua autonomia crítica, baseado no diálogo, no processo de desenvolvimento argumentativo e de significados e ressignificações.

Sobre o Capítulo 4, apresentamos a construção do episódio histórico a partir da perspectiva historiográfica e aplicação dos estudos teóricos do Capítulo anterior na elaboração das estratégias pedagógicas utilizadas para a proposta educacional e como foi sua implementação numa situação específica de ensino híbrido.

Por fim, no Capítulo 5, trazemos nossas considerações acerca deste trabalho e as contribuições sobre os caminhos possíveis para se trabalhar HC na sala de aula sob os aspectos do formalismo matemático.

Como produto derivado desta dissertação, temos a proposta de ensino intitulada “**Relações entre eletricidade e magnetismo**”, a qual abrange o vídeo sobre experimentos envolvendo eletricidade e magnetismo do século XIX, o planejamento aula à aula, e as atividades incluídas como apêndices nesta dissertação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para obter um panorama dos trabalhos desenvolvidos entre 2009 a 2020¹, de forma a identificar obstáculos ao se introduzir História da Ciência na Educação Básica, realizamos uma busca geral de trabalhos acadêmicos usando as plataformas: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Scientific Electronic Library Online (SCIELO) e Base de Teses e Dissertações da Capes (BTDC). Buscamos por trabalhos que envolvessem uma investigação semelhante à nossa pesquisa, tendo como palavras-chave: História da Ciência, Eletromagnetismo (episódio de Oersted) e diferentes recursos pedagógicos para o Ensino de Física.

Durante a pesquisa na plataforma BDTD, utilizamos ‘busca avançada’ com os termos: ‘ensino de física’, ‘eletromagnetismo’ e ‘história da física’, atribuindo aos campos ‘Resumo’. Gerando um total de 14 trabalhos.

Já na plataforma da BTDC, usamos na ‘busca principal’ o termo ‘eletromagnetismo’ e usamos os filtros ‘Grande Área de Conhecimento’, ‘Área de Conhecimento’, ‘Área de Avaliação’ e ‘Área de Concentração’ com as correspondências: Ciência Exata e da Terra; Física; Astronomia e Física; Ensino de Física e Física na Educação Básica, respectivamente. Essa busca nos permitiu encontrar 23 trabalhos.

Na SCIELO, ao inserir os termos, ‘eletromagnetismo’, na ‘busca principal’, com o filtro ‘Wos Área Temática’, com as correspondências: Educação e Pesquisa e Educação, Física, multidisciplinar e História e Filosofia da Ciência. Encontramos 29 trabalhos.

Assim, dentre esses 66 trabalhos uma leitura superficial nos mostrou que novos critérios deveriam ser incluídos para que houvesse maior aproximação com nossa pesquisa. Desta forma, adotamos como critérios de exclusão: i) artigos/dissertações publicados que não estivessem no intervalo entre 2009 a 2020; ii) artigos que apresentassem Eletromagnetismo sem a abordagem histórica; e iii) artigos que não apresentam a matemática e/ou experimentos envolvidos no tema.

Com isso, foram encontrados 13 trabalhos em relação a todas as bases. Para simplificação optamos por uma categorização geral destes trabalhos.

¹ Consideremos esse intervalo válido para elaboração de novos trabalhos na área.

2.1 Análise dos Trabalhos

Esses trabalhos, por simplificação, passam a ser nomeados no Quadro 1 por meio das letras A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M.

Quadro 1 – Trabalho para Análise pós Critérios de Exclusão.

Trabalhos	Ano	Autor(es)	Título
A	2009	Moacir Pereira de Souza Filho	O erro em sala de aula: subsídio para o ensino do eletromagnetismo.
B	2012	Ricardo Avelar Sotomaior Karan	Estruturação Matemática do Pensamento Físico no Ensino: Uma ferramenta teórica para analisar abordagens didáticas
C	2016	Josemberto Rosendo da Costa	Uma proposta problematizadora para o ensino do eletromagnetismo sob uma perspectiva histórico-experimental: o telégrafo.
D	2017	Fernanda Fonseca	A História e Filosofia da Ciência e suas contribuições em uma sequência didática sobre eletromagnetismo na formação de engenheiros
E	2017	Luciano Mentz	O Uso da Pesquisa para o ensino das ondas eletromagnéticas.
F	2018	Antonio Eduardo Alexandria de Barros	Principais tipos de materiais magnéticos aplicados ao ensino de física
G	2018	Roseny Dalla Valle	Abordagem do campo magnético no ensino médio em uma perspectiva sociointeracionista.
H	2018	Elson Fernando Damaso de Araújo	Construção de uma ferramenta didática na perspectiva Histórica e Experimental de Biot e Savart
I	2018	Gilsemar Sefstroem	Sequência Didática com atividades investigativas para o ensino e a aprendizagem de magnetismo no ensino médio
J	2018	Antonio Reginaldo Agassi	Uma sequência didática para o ensino de indução eletromagnética
K	2018	Gilberto de Oliveira Paulino	O experimento demonstrativo de Oliver Lodge: uma proposta de inserção da abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo.
L	2018	Lethícia Vieira Marques	Uma abordagem histórica da indução eletromagnética para o Ensino Fundamental – os experimentos do disco de Faraday do Motor

			homopolar
M	2019	Ailton Ohnesorge Coelho	Desenvolvimento e validação de uma Sequência Didática sobre Eletromagnetismo na perspectiva da História da Ciência e do Ensino por Investigação.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na análise dos trabalhos, buscamos identificar duas perspectivas: i) quais justificativas e obstáculos foram utilizadas para usar uma abordagem histórica; e ii) quais os recursos didáticos utilizados quando a abordagem é histórica, obtendo o Quadro 2 como resposta.

Quadro 2 – Argumentos identificados nos trabalhos com base nas perspectivas (i) e (ii).

Trabalhos	Perspectiva (i)		Perspectiva (ii)
	Justificativa	Obstáculos	Recursos Didáticos
A	Processo dialético entre o erro e a verdade e o estudo epistemológico propiciam aquisição de conhecimento.	Como trabalho aspectos históricos e filosóficos em sala de aula? Como coletar dados para análise?	Textos Históricos e experimentos.
B	Investigar estratégias que visem a apropriação da matemática ao mundo físico, usando-a como ferramenta, linguagem e estrutura lógico-dedutiva.	Amenizar as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem entre conceitos da matemáticos e da Física.	Software videograph representações pictóricas, analogias, deduções, epistemologia.
C	Contribuir para o ensino de Física através de uma proposta problematizadora utilizando mecanismo que ajude a facilitar a compreensão dos fenômenos físicos.	Como introduzir e explorar conteúdos sem a prática utilizada em livros didáticos, de forma a motivar os estudantes e contextualizar as discussões?	Vídeo, Textos e Experimentos.
D	Enfoque que possibilita explorar diversos recursos e enriquece as aulas de forma contextualizada	Como inserir o caráter filosófico em sala de aula e romper com o ensino “matematizado”, e “a-histórico” e promover contribuições	Artigos sobre História e Filosofia da Ciência e experimentos

	(leitura de textos, vídeos, quadrinhos, peças, simulações e atividades experimentais)	ao processo de ensino-aprendizagem nos cursos de Engenharia?	
E	Devido a inúmeras aplicações do tema Luz no desenvolvimento tecnológico, científico, social e econômico.	Falta de conhecimento matemático, falta de motivação e falta de aplicabilidade do conhecimento.	Texto, Rede Social, vídeos, Experimentos e Celular.
F	A aprendizagem significativa se baseia em contextualização, reflexões acerca das implicações socioeconômicas e interdisciplinaridade.	Inconsistência de compreensão dos professores e presentes nos livros didáticos na relação conceitual sobre o eletromagnetismo e seus materiais.	Texto, slides, experimento, vídeos, mapas conceituas.
G	Necessidade de aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem de modo a contemplar diversos conteúdos e permita sua compreensão junto a disciplina.	Encontrar metodologias que enquadrem os estudantes nos mais diferentes níveis cognitivos.	Atividades investigativas e experimentais, leitura de textos, uso de vídeos e de aplicativos de celular.
H	Minimizar os erros conceituais vivenciados na sala de aula, trabalhando episódios sob uma perspectiva histórica com aspectos experimentais.	Romper com a presença de dogmas e concepções equivocadas presentes nos livros didáticos.	Paradidático Próprio
I	Propor atividades investigativas experimentais de forma que atenda os interesses dos estudantes e facilite o processo de ensino aprendizagem.	A experimentação é utilizada apenas para ilustrar teorias já consagradas. Os laboratórios não são adequados para trabalhos práticos.	Experimentação
J	Aproximar conhecimento científico do cotidiano dos estudantes, desenvolvendo experimentos que	Mudar as metodologias de ensino que deixam a disciplina com caráter memorístico, sem significado.	Experimentação, simulador e vídeo.

	proporcione o observar, a análise e aprendizagem significativa.		
K	Buscar afastar as concepções equivocadas e ingênuas sobre a ciência, como empírico-indutivista e visão rígida da metodologia científica.	Vencer o distanciamento entre o ensino de ciência que se deseja e as concepções positivista de ciência dos professores.	Leitura de Textos e experimentos.
L	Dissociar o conhecimento científico do conhecimento do senso comum, a partir do 9º ano fundamental.	Vencer a influência que o senso comum tem sobre o conhecimento científico.	Experimentos, jogos de tabuleiro, Aplicativo, vídeo, slides e textos históricos.
M	Promover aulas mais discursivas, interativas e reflexivas.	O estudo do eletromagnetismo exige conhecimento matemático, alta capacidade interpretativa, conduz a aulas meramente expositivas por falta de abertura de realizar diferentes métodos de ensino.	Textos históricos, experimentos, vídeo e simulações computacionais.

Fonte: Elaborada pela autora.

Diante da análise realizada nos trabalhos do Quadro 2, algumas particularidades foram verificadas, a exemplo: trabalhos direcionados a Ensino Fundamental II (EF), Ensino Médio (EM) e a Ensino Superior (ES). Portanto, separamos por grupos:

- Grupo 1: trabalhos com abordagem histórica e experimentação (EF, EM e ES);
- Grupo 2: trabalhos com abordagem histórica-filosófica e relação com a matemática (ES);
- Grupo 3: trabalhos com investigação-experimental (EM);

O grupo 1 (A, C, D, E, F, G, H, K, L, M), utilizou da abordagem histórica e experimental no intuito de enfatizar: os aspectos históricos e filosóficos em sala de

aula; contextualizar as discussões; romper com o caráter “matematizado” de ensino; motivar o aluno e dar sentido aplicado ao conhecimento; buscar por metodologias que atendam a diferentes níveis cognitivos, romper com o caráter “memorístico”; vencer o distanciamento entre o Ensino de Ciências e os professores; e antecipar o conhecimento sobre ciência que apenas ocorre no Ensino Médio.

Neste sentido, conforme o objetivo de cada trabalho, a forma de inserção da HC pode variar. No entanto, independentemente da forma como foi desenvolvida em sala (narrativas, episódios históricos, cultura e ciência ou aspectos da natureza da ciência) Martins (2006, p. xvii) ressalta que alguns aspectos essenciais a serem abordados são: “De que modo as teorias e os conceitos se desenvolveram? [...] Quais as ideias que não aceitamos hoje em dia e que eram aceitas no passado? Quais as relações entre ciência, filosofia e religião? [...]” . Do contrário, a utilização da abordagem histórica poderá levar à redução da história da ciência a nomes e datas; fazer uso de argumentos de autoridade ou repassar concepções errôneas sobre o método científico (MARTINS, 2006).

Assim, para fazer a inserção da HC em sala de aula, esse grupo 1 optou por recursos como textos históricos (resumidos ou na íntegra), experimentos (de caráter investigativos e/ou roteirizados), vídeos (séries e/ou documentários) e slides.

Sobre o uso dos textos históricos, segundo nossa análise, pudemos observar dois perfis: os que apresentaram textos na íntegra (A, D), estavam vinculados ao ES; e os que usaram texto resumido junto com vídeos, diálogos e slides (C, E, F, G, H, K, L, M), vinculados ao EF e EM. Exceto o trabalho (E) que usou textos na íntegra, mas estavam vinculados ao EM.

No grupo 1 (A, D – Ensino Superior), o trabalho (A) foi realizado num curso de extensão intitulado “Fundamentos Históricos do Eletromagnetismo”, cujo estudantes participantes eram os interessados no assunto. Para cada encontro era estudado um episódio histórico², sendo o objetivo principal deste trabalho compreender o processo de aprendizagem. A exploração dos textos históricos em sala de aula pode ser compreendida através dos questionários elaborados, como mostra os trechos a seguir:

Os pólos magnéticos podem ser encontrados em diversas magnetitas, eles podem ser fortes e poderosos (macho, como termo usado na antiguidade) ou fraco (fêmea);...O pólo de uma pedra tem a maior força de atração que

² Peter Peregrinus; William Gilbert e Du Fay; Benjamin Franklin; Alexandro Volta; Oersted; Ampère; Biot Savart e Arago; Faraday e Maxwell, estudados no período de Março a Novembro de 2006.

parte da outra pedra que responde a ele (a adversária como é chamada); e.g. o pólo Norte de uma tem maior força de atração, que maior maior vigor ao puxar, a parte da outra, então ele atrai o ferro mais poderosamente e o ferro gruda a ele mais firmemente, sendo previamente magnetizado ou não (GILBERT, IN: A Source Book in Physics, 1935). Você considera que o pólo norte tem maior poder de atração que o pólo sul. Porque? (SOUZA FILHO, 2009, p. 197).

Diferencie estas duas situações:

- o experimento de Oersted, ao se conectar a bateria ao fio condutor, a agulha da bússola se desloca perpendicular ao fio e ali permanece até que o circuito seja interrompido, voltando então, a sua posição inicial.
- No experimento de Faraday, ao conectar a bateria no enrolamento primário a agulha do galvanômetro ligado ao secundário se desloca para um dos lados e instantaneamente volta a sua posição, e ali permanece indiferente a circulação de corrente (indicando uma corrente nula no secundário), só se deslocando para o lado oposto ao se interromper o circuito (SOUZA FILHO, 2009, p. 197).

Podemos perceber através destes trechos que o trabalho (A) explora o texto enfatizando reflexões de caráter histórico, ou seja, quando leva o aluno a refletir com as concepções da época evitando o anacronismo. Assim como nos trechos seguintes: “Na sua opinião existe relação entre fenômenos elétricos e fenômenos magnéticos? Argumente sua resposta defendendo seu ponto de vista”; “Pode existir um campo elétrico sem um campo magnético? E o último sem o primeiro?” (SOUZA FILHO, 2009, p. 197), explora o caráter fenomenológico e conceitual, e argumentativo do aluno.

Por outro lado, o trabalho (D) com características semelhantes ao trabalho (A): voltado para o (ES) e com objetivo na aprendizagem, nos fornece outro entendimento sobre as reflexões realizadas em sala usando a abordagem histórica:

Conhecimento Científico

- 1) O que seria Eletricidade?
- 2) Quais as características de um objeto eletrizado? Explique
- 3) Características elétricas poderiam ser transmitidas de um objeto para outro?
() sim () Não
- 4) Se respondeu SIM à questão anterior, como essas características elétricas poderiam ser transmitidas de um objeto para outro? Explique.
(FONSECA, 2017, p. 173-174)

Esses questionamentos, mesmo que introdutórios na discussão sobre eletricidade, apresentam-se engessados e sem promover reflexão aos estudantes sobre o que se estuda, talvez até diminuindo a complexidade do tema. Por outro lado, inserir o contexto histórico nem sempre é garantia de reflexão:

Oersted observou que uma bússola também tem sua agulha desviada quando próxima a um fio condutor de corrente elétrica. Há alguma relação

entre o fenômeno durante as tempestades? Por que isso acontece? (FONSECA, 2017, p. 188).

Neste outro questionamento, percebemos que parte da resposta está na pergunta oferecendo ao aluno a resposta SIM ou NÃO. Se o aluno responde SIM, ele é levado a justificar; caso ele respondesse NÃO, não precisaria justificar. Mas não é o caso, pois o questionamento já afirma indiretamente que a resposta é SIM, pois complementa com “Por que isso acontece?”.

Dando continuidade à aplicação de textos históricos do segundo perfil do grupo 1 (C, E, F, G, H, K, L, M – Ensino Médio e Fundamental), segundo nossa análise, verificamos que a utilização dos textos ocorreu em sua grande maioria através de narrativas históricas e o uso de acompanhamentos de natureza audiovisual (vídeos e slides).

Durante a análise foi possível perceber que alguns trabalhos (C, E, H, K, M) utilizaram a HC como ponto inicial para a discussão de suas propostas usando narrativas históricas (exceto o trabalho E); no entanto, depois não fizeram uso ou menção aos contextos históricos. Outros trabalhos (F, G, L, M), apresentaram a abordagem histórica com o auxílio de vídeos, mas também não deram continuidade à exposição ao longo da proposta, seja porque não era seus objetivos, ou porque entendiam que deviam aplicar o experimento separado da HC.

O trabalho (C) ao apresentar os aspectos políticos e sociais envolvidos na construção do conhecimento científico do seu tema, conseguiu promover discussões e debates em sala, de caráter reflexivo, sobre conhecimento científico, num primeiro momento:

[...] os estudantes relataram que ficaram surpresos em descobrir que a invenção do rádio mesmo que em meio a controvérsias, é atribuída a um brasileiro. E mais ainda, por ele ser um padre. Alguns confessaram que pensavam que padres não podiam ser cientistas e não se interessavam por ciência tendo em vista que se dedicam ao sacerdócio (COSTA, 2006, p. 63).

No entanto, o autor do trabalho relatou a insatisfação dos estudantes durante a leitura dos textos. Apesar dos estudantes participarem das discussões não gostaram do formato da aula, dando preferência a parte prática:

Essa aula não apresentou bons resultados quanto ao desempenho e participação dos estudantes. A maioria demonstrou insatisfação e argumentou que eram muitos textos para serem lidos e que também eram bastante extensos. Manifestaram-se afirmando que aulas baseadas apenas em textos não eram muito cativantes e que preferiam mesmo eram as aulas com atividades experimentais (COSTA, 2006, p. 64).

O trabalho (E), fez uso de texto na íntegra³ e solicitava uma síntese do material, como podemos perceber neste trecho: “Leitura do texto Silva, F (2007) descrever uma síntese desse artigo, que explora como ocorreu a evolução da teoria ondulatória da luz e como os livros didáticos abordam esses episódios da história da ciência” (MENTZ, 2017, p. 41).

De acordo com o autor houve rejeição dos estudantes sobre a leitura e propuseram novas alternativas, “nenhum grupo terminou a leitura, [...] não acharam o artigo interessante e perguntaram se não poderiam fazer pesquisas na internet sobre a evolução do conceito da luz [...]” (MENTZ, 2017, p. 41).

O trabalho (H), desenvolveu um paradidático para contribuir na abordagem histórica em sala de aula, remetendo-se aos trabalhos de Oersted, Ampère e Biot-Savart. No início do material o autor deixa claro que a proposta era desenvolver um material anacrônico para trabalhar intercalando interpretação histórica junto com experimentos contemporâneos, e não tinha pretensão de contemplar uma discussão completa sobre o tema.

As discussões apresentadas sobre Oersted, Ampère e Biot-Savart no paradidático possuem informações de caráter histórico como: as concepções que guiaram Oersted no experimento (as duas hipóteses); discute brevemente sobre a ideia de fluido; indicações de variações dos materiais durante a atividade experimental, etc. Alguns aspectos adotados no texto deste trabalho levam a interessantes discussões em sala de aula. No entanto, necessitam que o professor saiba sobre o episódio histórico de forma aprofundada para usar o paradidático como apoio na discussão de uma proposta em sala de aula.

O trabalho (K), mescla a abordagem histórica através de texto e vídeo. Um dos materiais inicialmente abordados tem o objetivo de discutir que “Oersted não descobriu acidentalmente a relação entre magnetismo e eletricidade” (PAULINO, 2018, p. 73) e conduz a uma discussão sobre o funcionamento de uma bússola e magnetismo terrestre.

A outra inserção histórica do trabalho (K), gira em torno de um vídeo que apresenta as “dificuldades técnicas encontradas para a comunicação a longa distância” (PAULINO, 2018, p. 74), tendo em vista que o objetivo do autor é discutir

³ Por “texto na íntegra” nos referimos aos artigos escritos por historiadores da ciência que não foram elaborados com os objetivos didáticos para a sala de aula.

sobre telégrafo. Em seguida, usa outro material (texto) para discutir sobre o impacto das contribuições de Oersted no meio científico e trata de Ampère, Biot e Savart, e Faraday de forma a conduzir às ideias de Maxwell. Há novamente intercalação com um vídeo documentário sobre o tema, “sugerido para este momento a edição do vídeo para que compreenda o intervalo entre 3 min e 11 min e 10s que abordará a temática do texto como recurso visual na tentativa de enriquecer a abordagem” (PAULINO, 2018, p. 77, grifo nosso).

Do conjunto dos seis encontros proposto por esse trabalho (K), quatro foram abordando a perspectiva histórica. Segundo nossa análise, consideramos um período muito longo a ser trabalhado, por outro lado, compreendemos a intenção do autor de fazer uma apresentação do que já era conhecido até atingir o tema central de sua proposta.

O trabalho (F), usou o vídeo para abordar historicamente o tema, demonstração experimental, aplicações na indústria (fatores socioeconômicos e sociopolíticos) e discutiu a narrativa histórica. No entanto, a parte histórica foi utilizada como introdutória nas discussões experimentais e no debate sobre produção tecnológica:

Quanto aos estudantes, estes ficaram surpresos com os valores que envolviam esse mercado, pela China ter um domínio tão grande e com o grande número de aplicações tecnológicas relacionadas aos materiais magnéticos (BARROS, 2018, p. 48).

1. Como construir um eletroímã?
2. Como surgem as propriedades magnéticas do eletroímã?
3. O que você entende por ímã elementar? (BARROS, 2018, p. 49)

As demais aulas, seguiram fazendo uso de vídeos e experimentos trazendo outros tipos de debates: questões ambientais, interesses políticos e sociais. O trabalho (G), utilizou vídeo de série “Cosmos, episódio 10 – O Visionário da Eletricidade” para abordar a vida de um estudioso, Michael Faraday. Após a apresentação do vídeo, realizou os questionamentos a seguir de forma coletiva:

1. Situações excludentes tais como preconceito, segregação social e científica aparecem mais de uma no vídeo. Destaque e discuta suas situações excludentes que vocês constataram.
2. São demonstrados nos vídeos experimentos. Descreva um desses experimentos. Relacione os materiais realizados, descreva o procedimento, os resultados obtidos, quem o realizou e a partir de qual referencial teórico (VALLE, 2018, p. 64).

O trabalho (G) ao utilizar uma série, nos permite refletir sobre o que Piassi e Pietrocola (2009) e Piassi (2013; 2013b; 2015) discutem sobre a importância da Ficção Científica (FC) no Ensino de Ciências e possibilidades como: motivar; promover relações com a cultura e o conhecimento científico; auxiliar na cognição e promover criatividade e pensamento crítico sobre abordagens científicas.

Piassi (2015) ainda chama a atenção para uma maior investigação acerca da potencialidade da ficção pelo fato dela não apenas promover a imaginação do estudante, mas usar dessa imaginação para refletir sobre possíveis experiências reais.

No entanto, tanto o uso da ficção científica, como o de episódios históricos, possuem suas intencionalidades – nível discursivo, nível narrativo e nível fundamental ou profundo; de exploração das controvérsias, contribuições coletivas, desenvolvimento não-linear; etc., respectivamente – dessa forma, a aplicação do recurso didático deve ser planejada e articulada pelo professor afim de promover os objetivos estabelecidos pela proposta e pelo recurso.

O trabalho (L), destinado a estudantes do Ensino Fundamental II desenvolveu a abordagem histórica através de vídeos e de uma linha do tempo construída pelos estudantes. A linha do tempo tinha como objetivo apresentar os trabalhos dos cientistas e foi desenvolvida durante toda a proposta (cinco encontros). Porém, a linha do tempo talvez tenha contribuído para uma visão linear e individual do processo científico, pois durante uma das aulas houve o questionamento: “Qual desses cientistas é o mais importante para o estudo do eletromagnetismo?” (MARQUES, 2018, p. 57).

Ainda neste trabalho, como alternativa de verificação de aprendizagem sobre o tema, a professora faz uso de um jogo (baseado no jogo GroW®) com perguntas históricas e conceituais:

(Questão 1) Do final do século XVIII para o século XIX, os estudos na física se intensificaram nas áreas do calor, eletricidade e magnetismo. Alguns dos físicos da época apresentaram trabalhos referentes a essas áreas apoiados na crença dos fluidos imponderáveis. Esses fluidos eram meios atômicos e rígidos que comportavam a ocorrência de fenômenos físicos. Em 1820, Hans Christian Oersted fez a primeira descoberta sobre a relação entre a eletricidade e o magnetismo, abrindo caminho para o desenvolvimento de estudos na área. Uma das descobertas posteriores foi a definição de linhas de força, realizada por Michael Faraday, que hoje chamamos de campo. Conceito que substitui os fluidos imponderáveis.

De acordo com o texto acima e os conhecimentos sobre eletromagnetismo, JULGUE os itens.

1. A descoberta de Oersted foi em relação à geração de campo magnético na presença de uma corrente elétrica.
2. O experimento de Oersted detectou que efeitos magnéticos são perpendiculares à corrente elétrica.
3. Para Faraday, todo o espaço seria preenchido pelas linhas de forças magnéticas. A densidade dessas linhas seria correspondente à intensidade da força de interação entre os corpos.
4. O conceito de linhas de força de Faraday possibilitou uma explicação menos abstrata a respeito das forças de ação à distância.
5. Os fluidos imponderáveis magnéticos se comportam de forma a fluírem do polo norte para o polo sul (MARQUES, 2018, p. 86-87).

(Questão 2) Em 1820, o físico Oersted, estudando a ação de uma corrente elétrica sobre um ímã, descobriu que quando colocada uma bússola paralelamente ao fio, esta sofria uma deflexão, acabando por orientar-se perpendicularmente a ela. Consequentemente, uma corrente produz um campo magnético. Os resultados de Oersted foram usados pelo físico Ampère, em 1826, para desenvolver matematicamente a relação entre a passagem de corrente elétrica em um condutor retilíneo e o surgimento de fenômenos magnéticos nele.

De acordo com o texto acima e os conhecimentos sobre eletromagnetismo, JULGUE os itens.

1. Para Ampère, o campo magnético de um ímã era explicado pela presença de correntes moleculares no seu interior.
2. As linhas de forças magnéticas podem ser visualizadas através de limalhas de ferro.
3. A descoberta de Oersted possibilitou o desenvolvimento da unificação da eletricidade, magnetismo e luz, ao longo do século XIX.
4. Ao analisarmos a lei de Coulomb, verificamos a dependência dos fenômenos elétricos com o meio onde ocorrem (MARQUES, 2018, p. 87).

Ao considerarmos as reflexões e problematizações que a abordagem histórica tem como base desenvolver – compreensão do processo científico de forma complexa, coletiva, não-linear, com controvérsias, com contribuições sociais, culturais e políticas etc. – o trabalho (L) talvez não as tenha evidenciado ou não conseguimos perceber a partir dos questionamentos. Nas suas considerações a autora descreve que as atividades experimentais tiveram melhor aceitação que a teoria (não sabemos se a parte histórica se inclui aqui). No entanto, os experimentos desenvolvidos foram a reprodução de experimentos históricos associados ao tema trabalhado.

Sobre o último trabalho desse grupo 1, em relação à análise do recurso histórico, temos o trabalho (M). O autor do trabalho usa vídeo (documentário) junto com discussões sobre tema proposto, usa de curiosidades encontradas nos vídeos para depois inserir trechos dos textos históricos e propõe um sarau literário.

Quando faz uso dos trechos históricos, os deixa previamente direcionados (“Leitor 1”; “Leitor 2”) para que façam uma breve leitura de forma a contemplar o

maior número de estudantes. Como forma de avaliar se os estudantes compreenderam a discussão, apresenta questionamentos, porém destina diferentes perguntas a diferentes grupos:

Grupo 1

- 1 – Por que alguns materiais são atraídos pelo ímã e outro não?
- 2 – Um objeto pode se tornar ímã?
- 3 – Como a posição do objeto em relação ao ímã interfere na interação entre eles?
- 4 – Os polos de um ímã podem ser separados? Justifique a sua resposta, experimentalmente, usando os materiais do kit 1 (COELHO, 2019, p. 114).

Grupo 3

- 1 – Como os navegantes se orientavam antes da invenção da bússola?
- 2 – Por que o desenvolvimento da bússola foi considerado um passo decisivo para o progresso da humanidade?
- 3 – A história da bússola mostra que grandes descobertas podem demorar séculos até que sejam efetivamente utilizadas em prol do bem social. Como se justifica essa assertiva? (COELHO, 2019, p. 114).

O momento do sarau literário ocorre seguindo a mesma perspectiva de leituras e discussões, no entanto, trazendo um professor da área como convidado. Segundo o autor do trabalho (M), as discussões se tornaram interessantes e houve participação dos estudantes.

Sobre os aspectos experimentais do grupo 1, faremos alguns apontamentos gerais. Segundo nossa análise percebemos que a grande maioria dos trabalhos apresentam as atividades experimentais utilizando roteiros e kits.

Entendemos que dependendo do objetivo didático do professor, o roteiro ajudará a conduzir a reprodução do fenômeno que se estuda. No entanto, a falta de reflexão sobre os caminhos possíveis, alternativos, concepções necessárias e fatos que os guiaram a solucionar o problema é o que torna esse momento prático menos flexível.

Outro ponto importante a relatar são os tipos de questionários elaborados com relação aos textos e experimentos. Concordamos que elaborar questões que promovam a reflexão crítica e argumentativa não é fácil; exige aprofundamento histórico, clareza quanto ao objetivo do que se deseja enfatizar da parte histórica e experimental em sala de aula e tempo, tanto do professor como dos estudantes para se adaptarem com a metodologia.

No grupo 2, (B – abordagem histórico-filosófica e matemática), esse trabalho consiste em uma investigação⁴ sobre como professores e estudantes relacionam a matemática e a física numa aula de Ensino Superior.

Nesse sentido, o autor do trabalho apresenta a relação histórico-filosófica que o profevestigado faz com o formalismo matemático e as dificuldades de compreensão dos estudantes sobre o significado de equações.

O trabalho chama a atenção para a diferenciação que o professor (investigado) traz para a sala de aula com discussões epistemológicas: “O que é Física?”; “Como o eletromagnetismo pensa o mundo?” por exemplo. Também apresenta trechos sobre explicações epistemológicas com o estudo de vetores:

Esse vetor aqui (aponta para $\vec{r}q$) ele não é um vetor físico. Ele não está na natureza. Não está na natureza porque você que escolheu colocar o sistema de coordenadas lá. Você poderia ter escolhido aqui e seria outra coisa. Esse outro vetor aqui ($\vec{r}q$) também não é físico. Mas esse aqui ($\vec{r} = \vec{r}p - \vec{r}q$) é um vetor importante. Ele diz qual é a posição do ponto em relação à carga (KARAN, 2012, p. 127, grifo do autor).

Durante essa discussão o autor do trabalho enfatiza o questionamento do aluno sobre a diferença entre colocar ou não quadrado nos vetores posição e o professor responde:

Então vamos entender isso direito. Isso aqui é ele escalar ele mesmo, por exemplo: Imagina que um vetor r qualquer tem as componentes x y z . Se você fizer essa conta, o que você vai fazer? Vai pegar essa componente e multiplicar por ela mesma. Isso dá $x^2 + y^2 + z^2$ que é igual ao módulo do vetor ao quadrado. Ou seja, se você projetar o vetor sobre ele mesmo (gestos), dá o módulo dele ao quadrado, tudo bem? E daí tanto faz, você usar uma notação ou outra, tudo bem? Sim isso, pergunta? Pessoal, se isso não estiver absolutamente claro para você por favor pergunta (KARAN, 2012, p. 127-128).

Noutro momento o professor usa noções intuitivas dos estudantes para explicar fluxo e gradativamente vai relacionando com as grandezas necessárias a compreensão matemática:

Como é que a gente pensa em fluir desse jeito? Não existe noção de fluxo a menos que você apoie uma superfície matemática na porta. Tudo bem isso? Então a gente só pode falar de fluxo através de uma superfície. [...] (vira a apostila e a deixa paralela ao plano da porta) tem ar fluindo através dessa superfície? Sim. Pessoal, muda? (gira apostila) então a noção de fluxo depende do jeito que você coloca a superfície. Então, do ponto de vista matemático a gente vai ter que levar isso em conta (KARAN, 2012, p. 129).

⁴ As aulas foram gravadas e analisadas num software, logo será comum presenciar trechos do professor falando e usando o termo “aqui” isso representa indicações no quadro branco que ele estava realizando durante a aula.

Para discutir algumas estruturas matemáticas o professor continua a usar de estratégias próximas das noções intuitivas dos estudantes:

Você põe a coordenada lá e vai contando a distância (desenha). Isso é x . Qual é a estratégia de pensar. Você vai lá, corta esses pedacinhos. E cada pedacinho desses mede dx . Aí você vê quantos elétrons têm nesse intervalo. Isso daqui é dq . Dá a carga contida naquele pedacinho. Isso daqui é uma função matemática que descreve. Ela vai variar de ponto a ponto (KARAN, 2012, p. 124).

No trabalho (B) existe algumas categorias elencadas que guiaram a análise dos autores. Não é nosso objetivo descrevê-las, mas são interessantes para refletirmos as relações presentes numa discussão em sala de aula em que o objetivo do professor seja evidenciar a relação mútua entre matemática e física.

No grupo 3, (I, J - abordagem investigativa-experimental), ambos trabalhos apresentam roteiros e kits para as discussões experimentais. O trabalho (I) tem como foco principal o magnetismo e seu objetivo se dá pela execução de quatro experimentos (caracterizando os materiais magnéticos e não magnéticos, identificando os polos magnéticos do ímã, simulando as linhas de campo terrestre e linhas de indução nas proximidades do ímã).

Portanto, a seguir algumas reflexões realizada com essa investigação dos quatro experimentos, respectivamente:

Procedimento didático investigativo:

1. O que podemos dizer a respeito do comportamento dos materiais quando aproximados do ímã?
2. Elabore uma tabela, classificando os materiais que são atraídos pelo ímã e os que não são atraídos?
3. Faça novamente o procedimento anterior colocando uma folha de papel entre o ímã e os objetos e analise o resultado?
4. em analogia com o campo gravitacional terrestre sabemos que ele diminui com a distância, ou seja, quanto mais longe da Terra estivermos, menor será a força de atração. Agora você deve colocar um prego próximo do ímã e lentamente afastar o mesmo, o que será observado? Descreva (SEFSTROEM, 2018, p.7, produto educacional).

Procedimento didático investigativo:

1. Com um ímã de polos não identificados, vamos deixá-lo suspenso por um fio de linha. Vale lembrar que essa montagem não deve ficar muito próximo de equipamentos que contém objetos ou partes metálicas. (exemplos: cadeiras, base de mesas, etc). Veja o exemplo da figura 3 do suporte com ímã [...] (SEFSTROEM, 2018, p.8, produto educacional).

Procedimento didático investigativo:

1. Abrir a esfera de isopor ao meio de maneira simétrica, algumas já possuem uma marca que serve de referência, inserir o ímã em seu interior e colar as partes para formar a esfera.
2. Cobrir com fita adesiva e polvilhar limalha de ferro sobre a esfera. Observe o que acontece e quais conclusões podem chegar?

3. qual é o padrão formado pela limalha de ferro na superfície da esfera? Escreva e desenhe as formas representadas [...] (SEFSTROEM, 2018, p.11, produto educacional).

No experimento sobre identificação dos polos magnéticos e no de simulação de linhas de campo terrestre, o autor deixa uma orientação para o professor no seu produto educacional:

Ao fim dessa análise, questionar o porquê um ímã suspenso assume a mesma direção, no caso o polo norte de ímã voltado para o polo norte geográfico. E se poderíamos utilizar este aparato como uma bússola? Este pode ser utilizado como trabalho extra para ser apresentado em um próximo momento, ou como uma ferramenta de avaliação (SEFSTROEM, 2018, p.9, produto educacional).

Estes procedimentos investigativos devem promover a reflexão sobre o comportamento do campo magnético terrestre e identificar as concepções iniciais dos estudos acerca do conceito e comportamento de ímãs e bússolas nas proximidades no nosso planeta. Pode-se utilizar a atividade 3 como referência e propor que os estudantes em grupo efetuem uma pesquisa sobre como é feita a orientação utilizando uma bússola. Esta pode ser apresentada em uma posterior (SEFSTROEM, 2018, p.11, produto educacional).

Podemos perceber que há uma intenção de refletir sobre o que se manuseia, no entanto, os questionamentos realizados para esse fim, talvez já contenham algumas reflexões que deveriam ser apresentadas pelos estudantes. Segundo nossa análise, existe uma dificuldade em construir indagações em sala de aula que permitam aos estudantes construir suas reflexões acerca do manuseio experimental e dos fenômenos observados.

O trabalho (J), tem como objetivo discutir sobre indução eletromagnética e inicialmente partiu do experimento de Oersted. No entanto, um problema do cotidiano dos estudantes foi levantado:

No nosso cotidiano estamos convencidos a ligar e desligar lâmpadas e aparelhos eletrônicos, sem nos preocuparmos com o que está implícito nestas ações. O que acontece quando ligamos ou desligamos uma lâmpada? Qual a relação entre a luz emitida e pela lâmpada e a eletricidade? (AGASSI, 2018, p. 43).

Com base nas respostas dos estudantes e referente ao primeiro questionamento, novas reflexões foram sendo levantados (total de 10 questões). De forma a contextualizar o assunto discutido, recortes de um filme sobre tensão CC e CA foram apresentados.

Para a inserção da perspectiva experimental de Faraday, um vídeo foi apresentado, o experimento roteirizado foi proposto e reflexões acerca do tema foram trabalhadas.

[...] 3. Conecte a outra bobina com cinquenta voltas no suporte de madeira e conecte-a a caixa sonora, ligue o aparelho emissor, aproxime as bobinas lentamente, uma de frente para outra (formando entre elas um ângulo de 0°). Aproxime e afasta elas várias vezes. O que observa quanto aos ruídos emitidos pela caixa sonora e a aproximação e afastamento das bobinas?
[...] 7. Retire a bobina do suporte conectado ao aparelho emissor e substitua-o pelo bobina de duzentas voltas, com o fio maior espessura, repita o processo do item 3. Ocorreu mudanças no ruído emitido pela caixa sonora neste processo? Por que? [...] (AGASSI, 2018, p. 51).

Como tentativa de detalhar os procedimentos realizados em sala de aula, o autor apresenta o uso do recurso de simuladores do PHET e questões acerca do tema e a relação com a prática em sala de aula e o simulador.

O conjunto de trabalhos analisados, nos permite concluir que existe diversidade de metodologias e abordagens na tentativa de dinamizar as aulas de física direcionadas ao estudo do eletromagnetismo. Assim como, há diferentes perspectivas no que se refere às abordagens com base na HC: histórico-filosófica, investigativa-experimental e de formalismo matemático.

Compreendemos as dificuldades que alguns professores possuem ao inserir a HC em sala de aula, pois isso implica que sua formação deve ser também direcionada a essa linha de pesquisa, conforme discutem Höttecke e Silva (2011).

Assim, durante a análise conseguimos verificar alguns pontos a serem discutidos como: i) o papel da matemática na física junto à abordagem da HC; ii) inserção de ações experimentais de natureza investigativa, nas quais o aluno possa encontrar os caminhos para resolver problemas sem roteiros, ou se houver roteiro, que haja reflexão sobre a fenomenologia; iii) compatibilidade entre a linguagem dos textos históricos e a faixa etária em que são empregados, sem perder em precisão e fidedignidade⁵; e iv) discussão explícita de aspectos da natureza da ciência presentes na episódio histórico em estudo.

Dessa forma, para nossa proposta de ensino tentaremos suprir alguns dos pontos identificados, usando a abordagem histórico-investigativa-experimental subsidiada pelo recurso audiovisual e que possa promover a relação entre física e a matemática.

⁵ Forato et. al (2011) já discutem os desafios na transposição didática da HC para a sala de aula.

3 ABORDAGEM HISTÓRICA-INVESTIGATIVA NA SALA DE AULA

A prática educativa necessita de mudanças e por isso diferentes estratégias devem ser levadas em consideração em sala de aula. O uso da História da Ciência (HC), por exemplo tem-se apresentado como uma estratégia didática para levantar discussões acerca da natureza da ciência e o sobre o fazer científico. Aliado a essa abordagem, o ensino investigativo é considerado pertinente para corroborar com os objetivos educacionais atuais.

Nesse sentido, este capítulo será dividido em duas seções: na primeira, iremos discutir o estado da arte de trabalhos que explicam o ensino investigativo (EI) e sua relação com a HC; na segunda, tendo em vista a possibilidade de associar HC ao EI, descreveremos uma proposta de implementação em sala de aula de acordo com as ideias propostas por Freire (1967; 1987; 1996), Vygotsky (2001) Delizoicov (2005), Rosa e Rosa (2012) e Carvalho (2013).

3.1 Abordagem Histórica-Investigativa – estado da arte

Segundo Batista e Silva (2018), o Ensino Investigativo (EI) é um movimento que teve início no século XIX com o filósofo e pedagogo americano John Dewey (1859-1952), durante uma crise econômica nos Estados Unidos. O objetivo era desenvolver um ensino no qual os estudantes compreendessem relações entre conceitos, objetos e atos humanos de forma a contribuir à sociedade de forma contextualizada.

Obviamente que o movimento sofreu modificações⁶ ao longo do tempo e atualmente caracterizam aspectos de cunho investigativo, ações que: i) permitam a construção de um problema, que favoreça o levantamento de hipóteses, ideias e debates; ii) enfatizem o processo de experimentação, para diagnosticar o problema a ser resolvido e avaliar os dados buscando os resultados; iii) envolvam o conhecimento prévio do aluno, aplicando-o ao problema com o auxílio do professor; iv) criem expectativas iniciais do problema, sendo confrontadas com dados obtidos ao longo do processo investigativo e v) articulem discussões, a fim de permitir que

⁶ Detalhes sobre as influências promovidas no ensino investigativo através dos projetos educacionais ver: Batista e Silva (2018) e Batista (2018).

estudantes e o professor estabeleçam considerações argumentativas sobre o problema inicial (BATISTA; SILVA, 2018; BATISTA, 2018).

Assim, o EI considera práticas que proporcionem aos estudantes investigações seja por leituras, observações, indagações, reflexões, argumentação e/ou atividades manipulativas, históricas ou não (KIPNIS, 1996; BATISTA; SILVA, 2018; BATISTA, 2018). Nesse sentido, tornou-se pertinente associar o EI com HC, tendo em vista que a utilização de episódios históricos em sala de aula podem fazer parte de ações com intenções investigativas. Portanto, com essa junção uma nova abordagem surge: a abordagem histórica-investigativa (AHI) (KIPNIS, 1996; HEERING; HOTTECKE, 2014; BATISTA; SILVA, 2018).

Uma das primeiras contribuições sobre essa abordagem aparece em Kipnis (1996) quando propõe aos professores um ensino que combine investigação e experimentos em torno de questões da HC. Para Kipnis (1996), a inserção de aspectos históricos-filosóficos em sala de aula, poderia contribuir para estimular os “Por que (s)?”. Enquanto ficaria a cargo da experimentação um atributo maior do que simplesmente a “corroboração de teorias e leis”. Pela experimentação associada à HC, poder-se-ia promover a compreensão de aspectos da ciência estabelecendo parâmetros de análise, via levantamento de hipóteses, testes e determinação de variáveis.

Para outros autores (HEERING; HOTTECKE, 2014; JARDIM; GUERRA, 2017; BATISTA; SILVA, 2018), há várias perspectivas desta abordagem para o ensino e a aprendizagem da ciência. Nesse sentido, pode-se categorizar a (AHI) por meio de: i) narrativa; ii) diários de laboratório; iii) aparatos históricos; iv) materiais modernos e v) museus de ciência.

Na perspectiva (i) a abordagem visa a interação entre os estudantes para formular hipóteses e comparar ideias – usando de fontes primárias e secundárias⁷ ou textos literários – no intuito de instigar a curiosidade e a reflexão. As variantes envolvidas nessa abordagem compreendem a utilização de “controvérsias históricas” e/ou “episódios históricos”, que podem seguir etapas ou fases, e execução como: introdução, experimentação, resultados da experimentação e análise e/ou interpretação. Durante as narrativas, fatores internalistas e externalistas⁸ são

⁷ Sites para acesso a materiais de fonte primária e/ou secundária: *Gallica*; *Royal Society of London*; *Scientific Papers*; *Archive.org*; *Science&Education*, entre outros.

⁸ Detalhes sobre fatores internalistas e externalistas da ciência em Oliveira e Silva (2012).

evidenciados, ou seja, aspectos da própria construção de um instrumento histórico (técnica desenvolvida) e as influências socioculturais (acontecimentos da época).

No entanto, quando se trata de (ii), compreende-se a prática laboratorial do estudioso, ou seja, há uma preocupação maior com aspectos procedimentais e conceituais. Portanto, nos manuscritos os problemas que podem ser levantados são as dificuldades e os erros presentes no fazer científico, abordados de forma anacrônica. Seja em (i) como em (ii), as atividades investigativas podem ser acompanhadas, ou não, de manipulações experimentais como fator de problematização e contextualização.

Nesse sentido, ao trabalhar com fatores que exponham o papel dos materiais e das técnicas utilizadas no processo do desenvolvimento científico, os autores categorizam os (iii) e (iv) dentro das práticas científicas⁹. O objetivo principal em (iii) e (iv) é trabalhar com a investigação das dificuldades de manuseio, adaptações e nas práticas necessárias para alcançar o conhecimento científico.

No entanto, há distinções entre essas categorias, para (iii) há a preocupação com a fidedignidade dos aspectos materiais do instrumento, e por isso são elaboradas réplicas o mais próximo possível do correspondente histórico, buscando assim explorar os aspectos da natureza da ciência; para (iv) os materiais utilizados podem variar podendo até serem substituídos – desde que seja mantido o foco no processo de construção do aparato ou na reprodução do experimento. Neste último caso, o objetivo é apresentar os caminhos da reconstrução do experimento com controvérsias e problematizações.

Seja em (iii), (iv) ou (v), os aspectos socioculturais são levados com consideração, para os dois primeiros no sentido de relacionar a análise histórica às práticas; ao último, na reprodução de aparatos para exposições, o que caracteriza a utilização da AHI.

Dessa maneira, a AHI apresenta como um dos aspectos característicos o contexto histórico, com a possibilidade de promover nos estudantes compreensão e concepção de teorias científicas; e o conhecimento processual, ligado ao reconhecimento de procedimentos, técnicas e métodos relacionados ao fazer científico (HEERING; HOTTECKE, 2014).

⁹ Heering, Peter; Osewold, Daniel (orgs.). Constructing Scientific Understanding through contextual teaching. Berlin: Frenak&Timme GmbH, 2007.

Nesse sentido, essa pesquisa se enquadra na categoria de abordagem histórica-investigativa como: narrativa com o uso de atividades experimentais de materiais modernos. No entanto, objetivamos ir além: através da AHI projetamos construir junto com os estudantes, modelos matemáticos a partir da reprodução de experimentos históricos relacionados ao desenvolvimento do eletromagnetismo. Ou seja, além de entender conceitos e procedimentos envolvidos no experimento de Oersted, esperamos que os estudantes também possam atribuir-lhe um modelo quantitativo, relacionando proporcionalmente a deflexão da agulha e as características da espira, o que só foi feito posteriormente por outros estudiosos

3.2 Investigação em Sala de Aula – pressupostos teóricos

O EI tem como um dos seus objetivos despertar nos estudantes ações de caráter científico como indagar, refletir, discutir, observar, trocar ideias, argumentar, explicar e relatar descobertas (BATISTA, 2018). Portanto, a prática educativa fundamentada no EI conduz o aluno a mudanças de comportamento, fazendo-o transpor uma postura passiva – apenas receptor das informações – para a postura ativa, autônomo na aquisição do conhecimento.

Freire (1967;1987) defende essa concepção de postura ativa do indivíduo como resultado de uma prática libertadora (PL). Essa prática consiste no diálogo entre o educando e educador; e a busca por compreender as situações-limite do conhecimento do aluno através da investigação de seu contexto. Em outras palavras, o professor deve trabalhar os conteúdos a partir de uma investigação baseada no contexto social do aluno e usar de seus significados para estruturar um novo desenvolvimento conceitual a ser adquirido.

Segundo Vygotsky (2001), o desenvolvimento dos conceitos ou generalizações no indivíduo podem ocorrer por três estágios: i) por conjuntos sincréticos, presentes na fase infantil e caracterizada pela pluralidade não informada e não ordenada da palavra (p. 176), ou seja, um amontoado de objetos sem relação entre as partes que o formam; ii) por complexos, presente na fase da adolescência e abrange uma variedade de termos funcionais estruturais e genéticos (p. 178), ou seja, promove vínculos e diferentes interpretações sobre um mesmo contexto; e iii)

por conceitos, presente na fase adulta e desenvolve a decomposição, a análise e a abstração (p.220) partindo do geral para um particular e vice e versa.

Por outro lado, os estágios são compreendidos pela sua coexistência, um não deixa de existir para surgir o próximo, funcionam de forma mútua, mas por funções distintas. No estágio por complexos por exemplo, há uma transição entre o estágio sincrético, onde o indivíduo deixa a subjetividade e aciona mecanismos de amadurecimento do pensamento através de situações históricas-culturais, ou seja, faz uso de generalizações concretas e fatuais e as vincula a diferentes grupos entre si de forma flexível e reconfigurável¹⁰; e a transição com o estágio por conceito, os distintos significados são organizados para estabelecer vínculo com um geral e se relacionar com um particular, por sua vez relacionar-se com um geral.

Nessa perspectiva de flexibilidade e diversidade de vínculos do mecanismo de pensamento, a escola pode utilizar dos significados das generalizações para estabelecer elo entre os sujeitos e os objetos.

Tal elo pode ser compreendido dentro do estágio de formação de conceitos por complexo, através das cinco fases de complexo: i) associativa; sugere uma construção associativa e concreta e fatural de objetos a grupos ou a famílias, como exemplo, separar materiais de vidro, de plástico, de ferro, cobre e etc; ii) coleções, implica no agrupamento ou num conjunto funcional, por exemplo itens para necessários para um almoço, observaremos garfo, faca, prato, colher, etc; iii) cadeia, ocorre pela combinação dinâmica e temporal de uma cadeia única através de elo com cadeias isoladas. Exemplo, uma seleção por objetos de cor azul e forma redonda e depois passar a ser atraído pela cor amarela e formas triangulares. Assim nova cadeia é formada, portanto um novo elo pode ser formado o tempo todo; iv) difuso, como observamos os vínculos vão se transformando um nos outros, assim tornam-se difusos, indefinidos, confuso e impossibilitando o reconhecimento de seus limites; e v) pseudoconceito, trata-se da transição entre o pensamento por complexo para o pensamento por conceitos. Compreende na formação de conceitos como no indivíduo adulto, mas não é propriamente conceito, refere-se ao surgimento de vínculos dinâmicos, ou seja, pode chegar a compreensão que um adulto chegaria, mas utilizando de caminhos diferentes e diversos.

¹⁰ Reconfigurar nessa perspectiva, nos remete a adicionar novo léxico a palavra, isso não implica na substituição do que o indivíduo já sabia para o que ele aprendeu agora.

Dessa forma é através do material-dialético e do histórico-cultural que os processos espontâneos (experiências cotidianas) dos estudantes podem ser investigados a fim de promover vínculo com os processos científicos (organizado e sistematizado pela escola).

Não é nossa intenção apresentar um detalhamento da obra de Vygotsky sobre a linguagem e o pensamento, mas através de sua compreensão desenvolver caminhos didáticos para o ensino e inserção da HC na sala de aula.

Compreendermos que existem convergência de ideias importantes para nossa proposta nas obras dos autores discutidos – Freire e Vygotsky – o que nos leva a considerar três perspectivas ideais que podemos trabalhar nos estudantes: ação ativa do aluno; inserção do diálogo; e a interação social.

Neste sentido, apresentamos uma proposta didática de ensino que consiste em promover ressignificações, enfatizar o potencial argumentativo do aluno e sua capacidade autônoma de aprendizagem durante a prática pedagógica.

Assim, o que chamamos de ressignificação é o que acreditamos acontecer quando o aluno reinterpreta uma informação – o que Vygostky (2001, p. 453) chama de novo léxico – usando seus conhecimentos prévios para solucionar um problema proposto pelo professor. Ou seja, o aluno junto ao que já sabe pela experiência cotidiana, ressignifica a palavra, uma vez que o professor lhe apresenta um problema. Pois o aluno verifica que há uma situação-limite no seu conhecimento atual e compreende a necessidade de novos conhecimentos e novas interpretações, ou seja, ressignificar.

Assim, conforme Freire (1967; 1987), Delizoicov (2005) e Carvalho (2013) consideram que uma ‘situação-problema’ – de caráter teórico ou experimental – pode contribuir para motivar e dar significados aos estudantes em busca do conhecimento.

No entanto, é válido ressaltar que há particularidades na interpretação de Freire (1987) sobre ‘problema’. Para ele a proposta de ensino deve partir do ‘universo temático’ do aluno, ou seja, das suas experiências e percepções de mundo. Nesse sentido, para o autor o tema a ser trabalhado é livre, vem do aluno e do seu contexto social e cabe ao professor se munir de argumentos, estratégias e conhecimento para garantir uma integração. Por outro lado, Delizoicov (2005) e

Carvalho (2013) assumem a concepção de ‘problema’ como estratégia de integração claramente definida e planejada pelo professor.

Em nossa proposta, assim como Delizoicov (2005) e Carvalho (2013) optamos por definir previamente o ‘problema’ a ser trabalhado em sala de aula devido: 1) a limitação de tempo, pois não teríamos número de aulas suficiente para permitir que o ‘tema’ fosse originado pelos estudantes; 2) ao cumprimento das normas curriculares da escola, já que estudantes e escola possuem uma visão ingênua sobre currículo e aprendizagem (aulas tradicionais)¹¹; e 3) o caráter histórico e investigativo da abordagem usada nessa pesquisa, pois se o objetivo é evidenciar a investigação por meio da história, precisamos estabelecer o problema e analisar as situações-limite apresentadas pelos estudantes.

Apesar dos três autores anteriormente citados apresentarem discordâncias sobre a definição de ‘problema’, compartilham da concepção que o contexto (social, histórico e cultural) contribui para dar ressignificações ao conhecimento pré-existente do aluno. Freire (1981, p. 26) por exemplo, explica que os indivíduos não são “como ‘vasilhas’ vazias” onde se deposite conhecimento, mas enfatiza que cabe a nós, educadores, compreendermos a forma de usar da “realidade natural” (FREIRE, 1981, p.27) do aluno para condicioná-los a uma reflexão crítica sobre si mesmo, com sua própria cultura e história.

A ação cultural como a entendemos não pode, de um lado, sobrepor-se à visão do mundo dos camponeses [...]. Pelo contrário, a tarefa que ela coloca ao educador é a de, partindo daquela visão, tomada como um problema, exercer, [...], uma volta crítica sobre ela, de que resulte sua inserção, cada vez mais lúcidas, na realidade em transformação (FREIRE, 1981, p. 30).

Para Delizoicov et al (2012), a etapa da “problematização inicial se caracteriza por apresentar situações reais que os estudantes conhecem e vivenciam” (p. 3, grifo nosso). Logo, deve haver a contribuição do contexto na prática educativa para que o ‘problema’ a ser trabalhado tenha significado para o aluno e assim ele possa ressignificar.

Levando em consideração que a proposta dessa pesquisa é usar de um contexto histórico do século XIX para promover significado ao aluno, questiona-se: como relacionar a situação-problema apresentada no episódio histórico e criar

¹¹ Entendemos como aula tradicional, aquela aula que todo o conteúdo programático do livro didático deve ser ministrado, mesmo que isso implique na não compreensão do aluno sobre o tema devido à falta de maior exposição ou problematização.

relação com o contexto histórico-social do aluno do século XXI e ainda sim promover significado? Tal reflexão pode ser solucionada ao criar um paralelo entre os dois contextos com a mesma situação-problema, neste caso, efeitos da eletricidade e efeitos do magnetismo.

Portanto, o fato de relacionarmos uma questão histórica do século XIX aos estudos da física atualmente aceitos, induzirá os estudantes a situações ‘conflitantes’, capazes de estimular a interação interpessoal e a necessidade de novos conhecimentos. Assim, o paralelo entre os contextos histórico do século XIX e histórico do século XXI implicam em significados por meio do diálogo.

Nesse sentido, o potencial argumentativo dos estudantes será trabalhado e problematizado. Dessa forma, podemos aproximar essa proposta parcialmente da proposta de Carvalho (2013) e Delizoicov (2005) quanto às etapas de sistematizar e de organizar o conhecimento, respectivamente, quando os estudantes podem retomar ao problema inicial e utilizar de atividades manipulativas. Assim como os autores tratamos as três etapas, ou três momentos, como um processo contínuo do processo de ensino. Acreditamos num processo contínuo com fronteiras flexíveis e tênues entre a investigação sobre o problema, as ressignificações e o potencial argumentativo, constituindo-se uma ação coordenada e cíclica, na qual novas observações podem ser desenvolvidas em qualquer etapa da proposta.

Assim, para nós, no processo argumentativo o aluno possui a oportunidade de desenvolver sua capacidade de argumentar e confrontar teorias associando-as à atividades experimentais e cotidianas. Logo, exerce uma postura “ativa” e dinâmica em sala de aula, enquanto o professor passa a exercer um papel de mediação e avaliativo sobre as interações dos grupos de estudantes.

Dessa forma, há dois aspectos a tratar no desenvolvimento da capacidade argumentativa: a experimentação e suas potencialidades; e o caráter avaliativo do professor durante a ação investigativa e argumentativa do aluno.

Quanto ao trabalho experimental, uma vez que o aluno esteja munido de uma situação-problema e verificada a necessidade de novos conhecimentos para solucionar o ‘problema’ proposto – para Rosa e Rosa (2012) chamado de etapa pré-experimental, devido ao levantamento de hipóteses -, estes são conduzidos aos objetivos experimentais, ou seja, o planejamento das ações práticas.

É importante destacar que isso não pode ser interpretado como atividade experimental direcionada para uma conclusão previamente estabelecida por ele [o professor], mas sim, que, ao deixar claro o objetivo, orienta-se a ação dos estudantes e, por consequência, compartilha-se com todos um mesmo objeto de investigação (ROSA; ROSA, 2012, p. 5).

Assim, o ato de operacionalizar o planejado com base nas inferências teóricas – etapa experimental segundo Rosa e Rosa (2012) – consiste na execução de associar o contexto com a teoria e a prática (ressignificação), o que promove para o professor condições de avaliar diferentes aspectos sobre o “fazer científico” dos estudantes.

E por fim, a postura ativa do aluno em sala de aula. De acordo com os autores Carvalho (2013) e Delizoicov (2005), o aluno, no momento da contextualização e da aplicação do conhecimento está munido de conceitos que podem ser associados intencionalmente à prática cotidiana e já sofreram continuidades-rupturas-continuidades (DELIZOICOV et al, 2012). No entanto, consideramos este processo o mais complexo de todos por diferentes razões:

- O aluno deve querer aprender e se dispor ao ensino-aprendizagem;
- O aluno precisa passar pelo processo sucessivas vezes de forma a ser algo ‘rotineiro’ sobre a forma de pensar, investigar e expressar-se;
- O professor deve ter consciência sobre os objetivos e propósitos de suas ações em sala de aula;

Logo, tais elementos não dependem intrinsecamente apenas da metodologia que o professor utiliza, mas do hábito de ‘como ensinar’. Assim, compreendemos essa prática educativa como um processo investigativo duradouro, no qual o aluno tende a passar por algumas fases várias vezes na tentativa de efetivar as ‘mudanças’ necessárias sobre a forma de investigar, refletir, agir e tornar-se autônomo do seu conhecimento.

Partindo da concepção apresentada por Vigotsky sobre o estágio complexo no qual o indivíduo desenvolve a construção do pensamento através da concretude e da ação figurada, utilizaremos de ações práticas para o aluno investigar o problema proposto afim de se obter o estágio de formação conceitual. Sabemos que 2 e 3 são estágios que vivenciamos desde que saímos da infância e são longos e duradouros, portanto, nossa intenção não é verificar a aprendizagem do aluno, mas a partir das estratégias de ensino e aprendizagem, buscar por caminhos que levem o aluno à construção do conhecimento.

4 O ESTUDO DE CASO HISTÓRICO E SUA ADAPTAÇÃO PARA SALA DE AULA

O presente trabalho está fundamentado em duas metodologias: uma usada para a construção do episódio histórico sobre o tema 'eletromagnetismo', de caráter bibliográfico, baseada em fontes primárias e secundárias e salientando a interpretação diacrônica; e a educacional, de cunho qualitativo e ressaltando o caráter da abordagem histórico-investigativa.

Neste capítulo traremos inicialmente a narrativa histórica que serviu de guia para a elaboração de um roteiro para o vídeo, e para desenvolver uma sequência de ensino em sala de aula. Para a escrita desta narrativa, adotamos uma dentre as várias possíveis na compreensão da relação entre eletricidade e magnetismo. Esta escolha se deu principalmente pelo fato de que seu objetivo era a sala de aula, o que implicava num tempo didático próprio e a associação com experimentos didáticos, como será explicado no segundo item. No entanto, estamos cientes de que outras narrativas seriam possíveis e, na medida do possível, serão abordadas na sala de aula.

4.1 Concepções predecessoras ao eletromagnetismo

Durante o século XVIII, diferentes interpretações teóricas e experimentais surgiram com o objetivo de explicar a natureza da eletricidade e sua relação com o magnetismo. Os efeitos da atração e repulsão elétricos, por contato ou à distância (utilizando fios), levavam a diferentes questionamentos quando comparados ao magnetismo: "São semelhantes?", ou então "Possuem a mesma natureza?"; "Por que alguns objetos reagem a eletricidade e outros apenas ao magnetismo?".

Desde séculos anteriores, fenômenos como agulhas de bússolas desorientadas e a magnetização de metais na presença ou proximidade de raios (MARTINS, 1986; CHAIB; ASSIS, 2007) chamavam a atenção de vários estudiosos¹². Como a descarga da garrafa de Leyden assemelhava-se a um raio, alguns experimentos foram feitos para averiguar se também poderia causar os mesmos efeitos de magnetização, o que verificou-se como afirmativo (MOURA,

¹² Os estudos sobre a relação entre eletricidade e magnetismo são bem anteriores ao século XIX. Algumas das contribuições dos estudiosos que antecedem 1820, podem ser lidos em SILVA; PIMENTEL (2008) e MOURA (2018), a exemplo das contribuições de Benjamin Franklin.

2018; MARTINS, 1986). Assim, motivados por esses e outros fenômenos, a hipótese de uma relação entre eletricidade e magnetismo era cada vez mais reforçada entre estudiosos de diferentes lugares e sob diversas influências, levando a interpretações variadas.

Segundo Guerra et al (2004), muitas dessas interpretações estavam pautadas numa visão mecanicista¹³ – nas quais a natureza possuía caráter corpuscular ou de fluido em movimento, que por sua vez admitia forças de ação e reação à distância –; já outras, rompiam com essa visão com forte influência da Naturphilosophie (discutiremos noutra secção).

Com o desenvolvimento da pilha voltaica (1800) por Alessandro Volta (1745 – 1827) novos fenômenos foram observados. O instrumento permitiu novas possibilidades de arranjos experimentais, uso de eletricidade de forma contínua ao invés de rápidas descargas como aquelas produzidas pela garrafa de Leyden¹⁴, e assim, conseqüentemente, experimentos que poderiam utilizar a eletricidade por um tempo maior. Baseado na ideia de “mesmo efeito, mesma causa”, um questionamento possível era se a eletricidade da pilha também podia produzir efeitos magnéticos já observados com a garrafa de Leyden. Caso isso acontecesse, então se poderia concluir que a eletricidade (descarga) da garrafa de Leyden era de mesma natureza que a eletricidade da pilha, e os dois tipos de eletricidade estavam relacionados ao magnetismo. Portanto, durante todo o século XVIII, diferentes interpretações guiavam os estudos sobre os fenômenos observados. Por exemplo, havia a interpretação de que a natureza agiria em pares, ou seja, se há positivo, há negativo; se há polo Sul, há polo Norte; se há repulsão, há atração; se há frio, há calor. Havia também duas possibilidades para explicar os fluidos elétricos. A primeira considerava a existência de um único fluido – defendido por Volta, por exemplo –; a segunda, admitia dois fluidos, os quais poderiam ser caracterizados como fluidos de natureza vítrea e resinosa (MARTINS, 1986; GARDELLI, 2014). O magnetismo parecia adotar as mesmas possíveis interpretações, uma vez que muitos fenômenos elétricos se assemelhavam a fenômenos magnéticos, como atração e repulsão, polarização Norte e Sul, etc. Assim, parecia que eletricidade e magnetismo eram de mesma natureza.

¹³ No trabalho de Gardelli (2018) existe um panorama das concepções laplacianas influenciadas por Newton.

¹⁴ Detalhes do funcionamento da Garrafa de Leyden em JARDIM; GUERRA (2018).

Uma tentativa de relacionar efeitos elétricos com magnéticos, pode ser descrita no experimento de Charles Hatchett (1765 - 1847) e Charles B. Desormes (1777 - 1862) em 1805. Eles tentaram verificar a possibilidade de uma pilha voltaica com circuito aberto, de 1480 placas de zinco e cobre, colocada num pequeno bote, ser capaz de girar livremente sobre a água, orientada apenas pelo magnetismo terrestre, assim como nas bússolas, ou seja, se a eletricidade podia alterar uma agulha imantada, a pilha que era pura eletricidade, também poderia ser uma bússola, mas o experimento não trouxe resultados (MARTINS, 1986).

No entanto, mesmo com novos experimentos e técnicas tentando relacionar efeitos elétricos e magnéticos, não houve resultados conclusivos sobre a sua natureza.

No início do século XIX os filósofos naturais sob a influência da Naturphilosophie, sugeriram considerar as relações de causa/semelhança e simetria dos efeitos elétricos e magnéticos na tentativa de responde ao problema “Existe relação entre eletricidade e magnetismo?”.

4.1.1 As concepções dos Naturphilosophen

Os princípios da Naturphilosophie¹⁵ eram basicamente dois: i) a unidade de todas as forças da natureza - uma ideia que iria influenciar no surgimento do princípio da conservação da energia, que ainda não existia no fim do século XVIII; ii) a existência das oposições ou polaridade (CANEVA, 1997; SILVA; SILVA, 2017).

Essa corrente filosófica rompia com a mecânica de Newton¹⁶ e assumia a existência de uma única força básica na natureza, que controlava o calor, a eletricidade e o magnetismo (SILVA; SILVA, 2017). Estes por sua vez, seriam apenas manifestações diferentes desse poder único da natureza. Era possível encontrar também a característica de polaridade nos fenômenos envolvendo eletricidade, positivas e negativas; polos magnéticos dos imãs, Norte e Sul; e no frio e calor.

Seus adeptos compreendiam a natureza como uma força fundamental, unificando todos os fenômenos através de processos de transformação e conversão

¹⁵ Essa filosofia teve grande influência sobre a Alemanha no século XIX, durante o movimento do Romantismo, sob a perspectiva dos estudos da natureza. Detalhes em SILVA; SILVA (2017).

¹⁶ Os defensores desse programa de pesquisa acreditavam que forças atrativas e repulsivas deveriam ser no mesmo plano, como previsto pela geometria de Euclides.

(CANEVA, 1997). A ideia de uma 'única força' passou a influenciar todas as ciências - literatura, física, química, geologia e biologia. Alguns dos defensores dessa filosofia foram: Immanuel Kant (1724 – 1804), Henrich Steffens (1773 – 1845), Goethe (1749 – 1832), Schelling (1775 – 1854), Ritter (1776 – 1810) e Oersted (1777 – 1851), entre tantos outros (CANEVA, 1997; SOUZA, 2010; SILVA; SILVA, 2017). Como os defensores fazem parte de diferentes áreas, vamos nos concentrar apenas em Oersted e suas pesquisas que levaram ao eletromagnetismo.

Oersted recebeu forte influência de Kant e Schelling. Por parte de Kant, apreciava a metafísica associada à química, física e às ciências naturais, que considerava a polaridade das forças¹⁷ (WILLIAM, 2007; SILVA; SILVA, 2017). A leitura que Oersted fez de Kant o levou a admiração da natureza e à consolidação sobre os fundamentos da metafísica. Ficava evidente em seus textos a defesa sobre o fundamento das forças e a descrença em átomos (WILLIAMS, 2007). Já referente à parte de Schelling, passou a admirar a relação das ciências com a arte, imaginação, razão e a estética (beleza da escrita). Acreditava que Schelling havia descrito uma nova Naturphilosophie devido à simplificação ou forma mais clara de expor a filosofia (SILVA; SILVA, 2017).

Fundamentado nessas concepções Oersted acreditava em princípios que regeriam a química, a eletricidade, o magnetismo e o galvanismo¹⁸. A natureza funcionava através de um todo orgânico e existiria polaridade (mesma simetria, independente do fenômeno) nos fenômenos ópticos, químicos, da luz e da natureza como um todo (SILVA; SILVA, 2017).

4.1.2 Breve biografia de Hans Christian Oersted

Hans Christian Oersted (1777 – 1851) nasceu na Dinamarca, em uma ilha chamada de Langeland na pequena vila de Rudkobing. Era o filho mais velho do farmacêutico da cidade, Soren Christian Oersted e de Karen Hermanses, sua primeira mulher (WILLIAMS, 2007).

¹⁷ A maioria dos autores apresentam que houve uma confusão de interpretação de Oersted em relação aos textos de Kant. As ideias de Oersted estavam mais aproximadas com as de Schelling no sentido de atração e repulsão de forças, ver WILLIAMS (2007) e SILVA; SILVA (2017).

¹⁸ É um fenômeno de geração de eletricidade por reações químicas provenientes do contato entre diferentes placas metálicas e um fluido (água e sal ou vinagre).

Hans Christian e seu irmão, foram educados principalmente por vizinhos que os ensinaram a ler e a escrever, não apenas dinamarquês, mas também alemão, grego, latim, francês e inglês. Hans Christian seguiu carreira em filosofia natural e era admirador da filosofia de Kant (WILLIAMS, 2007). Aos 17 anos de idade, foi aceito na Universidade de Copenhague onde estudou astronomia, física, matemática, química e farmácia. Em 1797, graduou-se como farmacêutico e depois obteve doutorado em Filosofia em 1799, com a tese “Dissertação sobre a forma metafísica elementar da natureza exterior¹⁹ (tradução nossa)” discutindo a metafísica elementar da natureza da filosofia kantiana (WILLIAMS, 2007; MARTINS, 1986).

Durante o ano de 1800, Oersted teve oportunidade de conhecer outras Universidades com diferentes ideias. Em 1801 viajou à Europa e conheceu vários países, onde se falava da pilha de Volta, do galvanismo - o qual Oersted procurava relacionar com as forças das afinidades químicas²⁰ e eletricidade. Foi quando estava em Jena, na atual Alemanha, que se tornou amigo de Schelling e Ritter, sendo fortemente influenciado pela Naturphilosophie (WILLIAMS, 2007).

Ao retornar à Copenhague em 1804, Oersted realizou estudos sobre acústica até 1810 e algumas conferências públicas que destacaram o seu trabalho. No ano de 1812, publicou um livro “Visão das leis químicas da natureza²¹ (tradução nossa) em que defendia ideias da química associadas à eletricidade, sendo os efeitos de atração e repulsão manifestando-se como combustível e comburente.

Fundou a “Sociedade de Promoção da Ciência Natural”, em 1824, e tornou-se diretor do Instituto Politécnico de Copenhague, em meados de 1829 (WILLIAMS, 2007). Oersted desenvolveu pesquisas em diferentes áreas, desde afinidade química até compressibilidade de gases e fluidos. (MARTINS, 1986).

4.1.3 Interpretações de Oersted – a ação das correntes no Magnetismo

Os estudos sobre a força única da natureza, conforme a Naturphilosophie, guiavam Oersted na busca por interações entre as forças elétrica, magnética, de afinidade química e calor. Nesse sentido, ele considerava que a eletricidade seria dois fluidos, um positivo e outro negativo, que deveriam de alguma forma,

¹⁹ “Dissertatio de forma metaphysices elementares naturae externae” (WILLIAMS, 2007).

²⁰ Relação de força atrativa entre as substâncias químicas, ver detalhes em: JUSTI (1998).

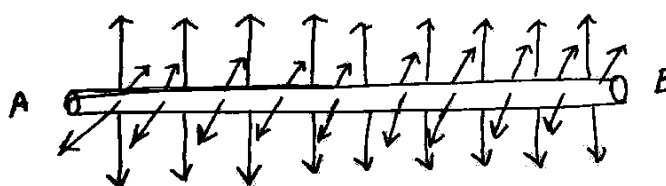
²¹ “Ansicht der chemischen Naturgesetze” (WILLIAMS, 2007).

representar a polaridade da natureza e a conservação da força única. Oersted tinha conhecimento sobre o estudo dos dois fenômenos (elétricos e magnéticos), mas concentrava suas pesquisas nas interações de “conflito elétrico” que ocorria dentro do fio condutor e na força única da Natureza (MARTINS, 1986).

Em torno de 1820, durante uma aula sobre eletricidade, galvanismo²² e magnetismo, observou que a corrente elétrica no fio metálico fazia a agulha de uma bússola se mexer ligeiramente, mas o fenômeno apresentou-se discreto, sem grandes efeitos, e Oersted reservou outro momento para se aprofundar nele.

Ele já havia publicado algo sobre o assunto em 1816, quando tratou das leis da natureza e dos efeitos elétricos a distância (OERSTED, 1997, p. 310-394). Assim, logo que teve tempo para se dedicar, voltou ao fenômeno observado na aula e procurou analisá-lo detalhadamente. Guiado pela Naturphilosophie sobre o conflito de forças que haveria na constituição da natureza, assumiu duas hipóteses: a primeira, para conflitos intensos de forças, apareceria novas manifestações dessa força, portanto se a eletricidade fosse muito intensa (dentro de um fio), esse conflito não poderia ser contido e promoveria novas manifestações como luz e calor. Portanto, se luz e calor se manifestam em todas as direções, perpendicularmente (Figura 1), possivelmente o magnetismo também (GARDELLI, 2014).

Figura 1 – As “flechas indicam Luz e Calor sendo irradiados perpendicularmente de um fio condutor.



Fonte: Elaborado pela autora.

Portanto, ao realizar as primeiras investigações Oersted possivelmente possa ter utilizado fios muito finos com o objetivo de aumentar o conflito interno no fio e assim promover irradiação de luz e calor. Como também, verificou diferentes posições para o fio condutor em relação a agulha da bússola e interpôs entre o

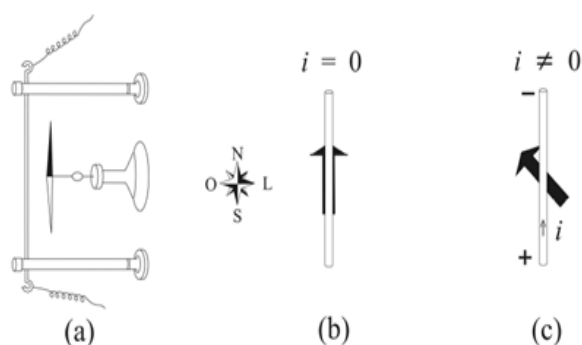
²² Havia diferença de interpretação para eletricidade e galvanismo. Eletricidade estava relacionada com fluidos (dois ou um a depender do ponto de vista) dentro do fio, já o galvanismo estava relacionado com a presença de uma corrente elétrica proveniente de uma reação química entre placas metálicas

arranjo bússola/fio condutor, diferentes materiais para verificar a influência de forças da eletrostática (MARTINS, 1986; GARDELLI, 2014).

[...] a natureza do metal não altera o efeito, exceto pela sua magnitude. Fio de platina, ouro, prata, latão, ferro, fitas de chumbo e estanho e massa de mercúrio, foram empregados com igual sucesso. [...]. Nosso experimento mostrou que os efeitos na agulha magnética não são alterados se a bússola estiver dentro de uma caixa de latão com água. Nunca um efeito como esse que penetra nos materiais tinha sido observado em eletricidade e galvanismo. (OERSTED, 1997, p. 414 - 415).

No entanto, verificou efeito de deflexão da agulha para direção Oeste (Figura 2), ao colocar o fio condutor paralelo²³ e acima da agulha da bússola²⁴, estando a bússola na direção Norte/Sul. Diante de suas concepções, apesar de esperar que o magnetismo irradiasse (como luz e calor), esse efeito da deflexão na posição paralela ao fio, infringia a concepção de simetria²⁵.

Figura 2 – Posição do fio paralelo a agulha da bússola alinhada Norte/Sul sob diferentes perspectivas. Em (c), a passagem de corrente no fio, leva à deflexão da agulha.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para a época, os fenômenos deveriam acontecer simetricamente, ou seja, mantendo a semelhança entre as partes: uma agulha orientada paralela a um fio, não deveria se mover, pois em ambos os lados haveria a mesma “coisa”. A configuração “fio paralelo a agulha da bússola”, já fornecia um plano simétrico, mas o que ocorria era a agulha procurar um alinhamento na região entre o Norte e o

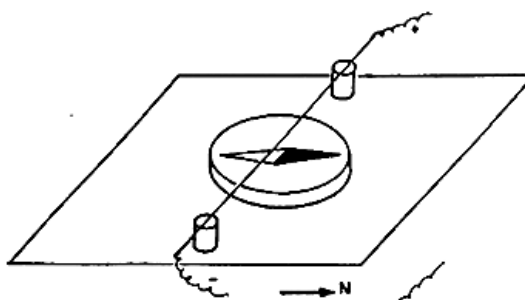
²³ É válido ressaltar que, segundo Martins (1986), Oersted deve ter colocado o fio paralelo, porém com um certo desvio da posição leste para oeste, acreditando que o estado original seria norte-sul. Ao colocar o fio de imediato paralelo a agulha, haveria deflexões na vertical, ou seja, subindo um lado da agulha e descendo o outro lado, sendo este efeito impossível de ser observado facilmente.

²⁴ Encontrava-se numa caixa de vidro para evitar perturbações e interferências provenientes das correntes de ar.

²⁵ Conformidade das partes dispostas, semelhança e relação com todas as partes de uma estrutura e com a estrutura inteira.

Oeste geográfico. Por outro lado, esperava-se deflexão apenas na posição em que o fio estivesse perpendicular a agulha (Figura 3), ou seja, na posição assimétrica, pois qualquer movimento seria indício de que a agulha se alinharia simetricamente.

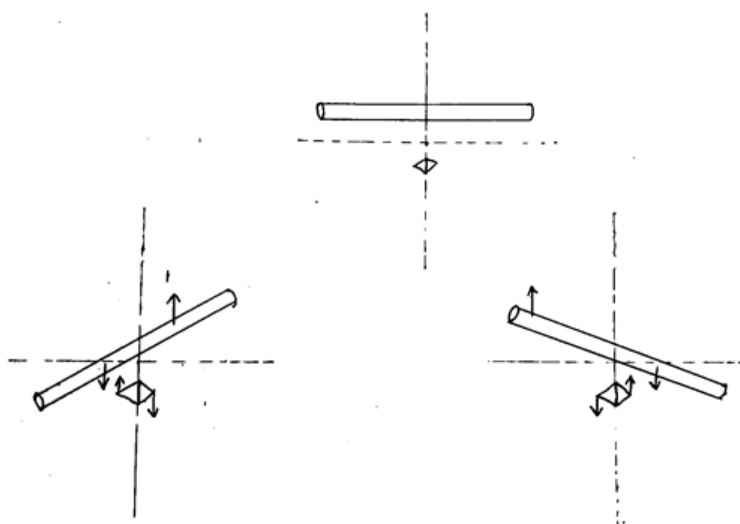
Figura 3 – Posição na qual esperava-se a agulha defletir alinhando-se ao fio condutor.



Fonte: MARTINS (1986, p. 98).

Dessa forma, a deflexão ocorrer com o fio paralelo a agulha, era uma configuração diferente do que esperavam na época; o aceitável seria ao menos efeitos de atração ou repulsão (Figura 4) entre os polos da agulha com o fio, permanecendo no mesmo plano.

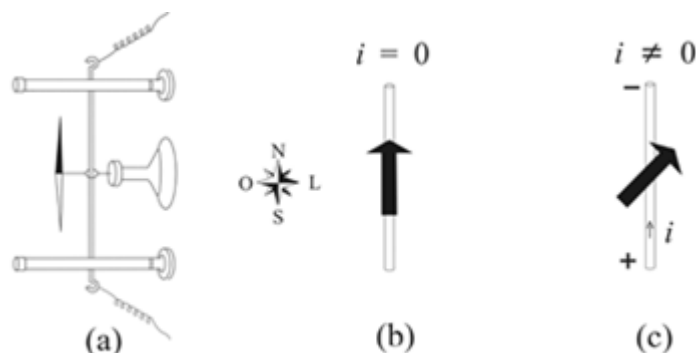
Figura 4 – Configuração atrativa e repulsiva entre os polos do ímã e do fio condutor.



Fonte: Elaborada pela autora.

Por outro lado, ao investigar o fio condutor paralelo a agulha, na posição Norte/Sul, mas agora abaixo da bússola, a deflexão ocorria para a direção Leste (Figura 5).

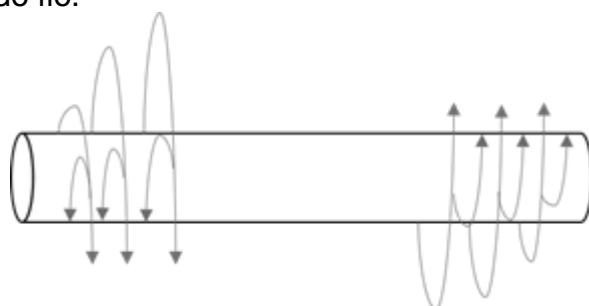
Figura 5 – Deflexão da agulha para Leste estando o fio paralelo e abaixo da bússola.



Fonte: CHAIB (2009, p. 25).

A segunda hipótese adotada por Oersted, trata-se uma combinação “desconhecida” defendida que um fio metálico colocado em contato com dois polos do aparelho voltaico, tornar-se-ia um polo magnético. Portanto, na tentativa de explicar o que acontecia com a agulha da bússola, Oersted apresentou três justificativas (Figura 6): i) o conflito elétrico causava turbilhões num plano transversal dentro e fora do fio, e empurrava a agulha da bússola; ii) o turbilhão ocorria através de movimentos espirais fora do fio, em sentidos opostos; e iii) haveria dois turbilhões para influenciar cada tipo de matéria elétrica, ou seja, o turbilhão que empurrava o polo norte não interfere no polo Sul; mas haveria um turbilhão para empurrar o polo Sul e não influenciar o polo Norte (OERSTED, 1935; OERSTED, 1997; GARDELLI, 2014).

Figura 6 – Interpretação das ações dos dois tipos de turbilhões dentro e fora do fio.



Fonte: Elaborada pela autora.

Algumas considerações experimentais foram apresentadas à comunidade científica em 21 de Julho de 1820, através de uma carta, descrita nestes sete pontos:

I) Os terminais opostos do aparelho galvânico são unidos por um fio metálico, que por concisão, chamaremos de condutor de conexão ou fio de conexão. Atribuiremos o nome conflito elétrico ao efeito que se manifesta nesse condutor e no espalho que o cerca. A parte retilínea desse fio é colocada em posição horizontal, suspensa acima da agulha magnética, e paralela a ela [...] nessa situação, a agulha magnética será movida, e sua extremidade que está sob a parte do fio de conexão mais próximo ao terminal negativo do aparelho galvânico será desviada para oeste.

II) Se a distância entre o fio de conexão e a agulha magnética não exceder $\frac{3}{4}$ de polegada, o desvio da agulha fará um ângulo de cerca de 45°. Se a distância variar, o ângulo diminuirá à medida que a distância cresça. [...]

III) Pode-se deslocar a posição do fio de conexão para leste ou para oeste, desde que ele permaneça paralelo à agulha, sem que o efeito mude, a não ser em sua grandeza; portanto o efeito não pode ser atribuído à atração, pois o mesmo polo da agulha magnética que se aproxima do fio de conexão quando este está colocado a leste, deveria afastar-se dele quando colocado a oeste, se esses desvios dependessem de atrações ou repulsões. [...]

IV) Se o fio de conexão é colocado em um plano horizontal sob a agulha magnética, todos os efeitos são como no plano acima da agulha, mas em direção inversa. Pois o polo da agulha magnética sob o qual está a parte do fio de conexão que está próximo ao terminal negativo do aparelho galvânico, desvia para leste. [...]

V) Se o fio de conexão é girado em um plano horizontal de modo a formar um ângulo crescente com o meridiano magnético, o desvio da agulha magnética aumenta se o movimento do fio tende à posição da agulha perturbada, mas diminui se o fio se afasta dessa posição.

VI) Colocando-se o fio de conexão no mesmo plano horizontal no qual se move a agulha magnética, equilibrada por um contrapeso e estando [o fio] paralelo à agulha, ela não se desvia nem para leste nem para oeste, mas inclina-se em relação ao plano, de tal modo que o polo próximo à entrada da eletricidade negativa do fio se abaixa quando [o fio] está no lado ocidental, e se eleva, quando está no lado oriental.

VII) Quando o fio de conexão é colocado perpendicular na região defronte ao polo da agulha magnética, e a extremidade superior do fio recebe eletricidade do terminal negativo do aparelho galvânico, o polo se move para leste; mas se o fio é colocado na região entre o polo e o meio da agulha, ela se move para oeste. [...] (OERSTED, 1935, grifo nosso, p, 414 - 415).

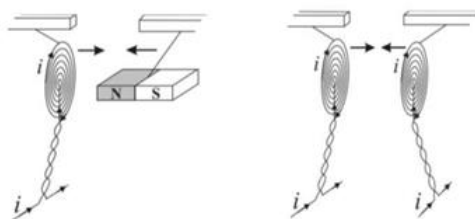
O trabalho de Oersted foi apresentado por Dominique Arago (1786 - 1853), perante a Academia de Ciências de Paris em 04 de Setembro de 1820, mas devido à quebra de simetria e inserção de ideias metafísicas (turbilhões), não teve boa recepção e estimulou tentativas de verificá-lo novamente. Nomes como Jakob Berzelliuss (1779 - 1848), Humphry Davy (1778 - 1829), Prechtl (1752 - 1825) não concordavam com as justificativas de efeitos assimétricos e efeitos magnéticos circulares. Por outro lado, Andre-Marie Ampère (1775 - 1836), Michael Faraday (1791 - 1867), Jean-Baptiste Biot (1774 - 1862) e Félix Savart (1791 - 1841) e outros trabalharam no experimento contribuindo para novas interpretações do fenômeno.

4.1.4 Interpretações de Ampère ao experimento de Oersted

Quando Arago apresenta e refaz o trabalho de Oersted em 04 e 11 de Setembro de 1820, respectivamente, Ampère²⁶ já se dedicava a estudar o fenômeno e o interpretava como proveniente de interações entre correntes elétricas no fio e das agulhas imantadas (ímãs).

Ampère, parte do pressuposto que o experimento de Oersted era proveniente das interações das correntes elétricas presentes no fio e das correntes elétricas presentes no interior da agulha imantada²⁷. Essa interpretação é traçando uma analogia a interação eletromagnética (ímãs e correntes) e com as puramente eletrodinâmicas (correntes-correntes) (Figura 7).

Figura 7 – Interpretação da interação condutor na espiral e ímãs suspensos.



(a)

(b)

Fonte: ASSIS; CHAIB (2011, p. 66a e p. 68b).

Neste experimento, Ampère simula a ação sofrida e exercida por ímãs quando colocados suspensos nas proximidades de um fio condutor enrolado (Figura 7a), promovendo uma força de atração ou repulsão a depender do sentido da corrente no fio. Verificando o mesmo efeito em dois fios condutores e enrolados em paralelo e com o mesmo eixo em comum (Figura 7b) (ASSIS; CHAIB, 2011, p. 66-68; GARDELI, 2014).

Outro pressuposto apresentado por Ampère, trata-se de uma análise filosófica para justificar que os efeitos de atração e repulsão são base e um único princípio – eletricidade (CHAIB; ASSIS, 2007; GARDELLI, 2014).

²⁶ Detalhes do trabalho de Ampère em CHAIB (2009).

²⁷ Entre as primeiras ideias de Ampère havia a suposição de que no interior dos ímãs e na própria Terra haveria correntes elétricas, por isso haveria interação entre dois ímãs e ímã e Terra (CHAIB; ASSIS, 2007).

Ampère, ainda apresenta que haveria interação entre as correntes elétricas do fio com a agulha imantada e a própria Terra, o que provocaria interação com a agulha da bússola, o que Oersted não estava considerando.

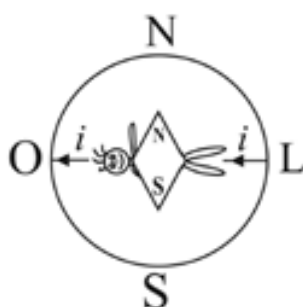
Em seu trabalho, Ampère traz novas explicações e definições, como: i) tensão elétrica e corrente elétrica são diferentes, há distinção entre os fenômenos provenientes da eletrostática e os da corrente elétrica (interna e superficial aos corpos); ii) ele elabora um estudo sobre o sentido da corrente elétrica terrestre; e ainda iii) utiliza uma bússola astática, com o objetivo de analisar a interação entre o fio condutor e a agulha imantada sem a influência do magnetismo terrestre.

Sobre (i), descreve que corrente elétrica resulta nos efeitos provenientes das interações das correntes internas e superficiais de ímãs e a Terra, observados no processo de eletrólise e na deflexão da agulha da bússola. Enquanto tensão elétrica:

Os fenômenos que Ampère relaciona dentro do conceito de tensão elétrica são os fenômenos eletrostáticos usuais, sendo que alguns deles conhecidos desde a antiguidade. O âmbar e algumas outras substâncias atraem corpos leves quando são atritadas e fazem com que esses corpos se grudem nelas. Depois de algum tempo de contato, esses corpos leves passam a ser repelidos pela substância atritada, já que adquirem a mesma carga que o corpo atritado (CHAIB; ASSIS, 2007, p. 87).

Sobre o sentido da corrente elétrica terrestre (ii), consiste numa sistematização em relação a rotação da agulha da bússola, usando um boneco (observador) de tal forma que ao considerar que a corrente terrestre entrasse pelos pés do boneco e saísse pela cabeça, o braço esquerdo indicaria a rotação da agulha. Se a posição da agulha fosse Norte/Sul a corrente terrestre estaria com posição Leste Oeste, conforme a Figura 8. Durante esse estudo, supõe que a pilha poderia assumir uma corrente elétrica própria num circuito fechado²⁸, capaz de também influenciar a rotação da agulha da bússola.

Figura 8 – Observador de Ampère sentido da corrente elétrica terrestre.

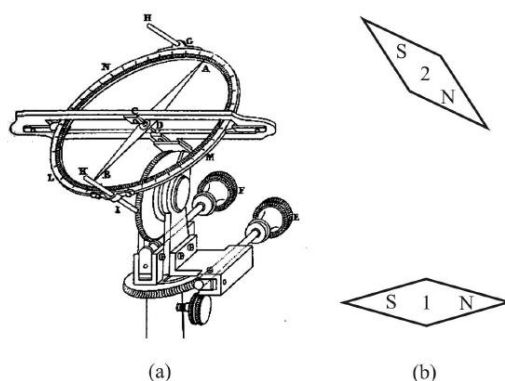


²⁸ Detalhes em CHAIB (2009).

Fonte: CHAIB (2009, p. 34).

Uma vez podendo determinar o sentido da corrente terrestre (para Ampère) ou magnetismo terrestre (para Oersted), com a bússola astática (Figura 9) Ampère propõe analisar a deflexão da agulha num plano ortogonal ao magnetismo terrestre.

Figura 9 – Bússola astática análise sem influência do magnetismo terrestre.

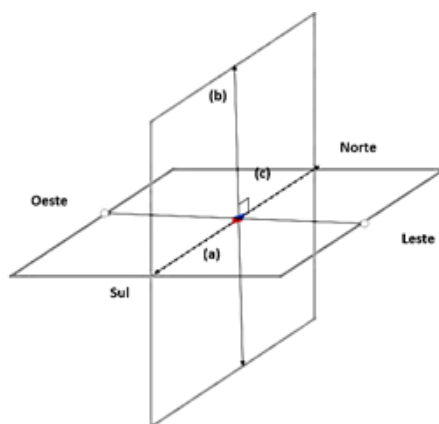


Fonte: CHAIB (2009, p. 56).

A bússola astática (iii) pode ser compreendida a partir de três posições, uma na posição horizontal (Figura 9b 1), outra na posição vertical (Figura 9b 2) e a última na posição ortogonal (Figura 9a).

Quando aproximado um fio condutor da agulha na posição horizontal (Figura 9b -1), a agulha fica livre para girar em relação ao eixo da bússola, mas escolhe um local específico devido a influência do magnetismo terrestre. Ampère denomina as posições de direção Norte-Sul magnético (Figura 10a) para plano horizontal, meridiano magnético (Figura 10b) para plano vertical e a declinação magnética (Figura 10c) para o ângulo entre (a) e (b) (CHAIB, 2009).

Figura 10 – Orientação dos planos da bússola horizontal.



Fonte: Elaborada pela autora.

Dessa forma, na posição vertical (Figura 9b 2) a segunda agulha possui liberdade para girar em relação ao eixo horizontal e escolhe a posição inclinada (Figura 9b 2) em relação a agulha (Figura 9b 1). Na posição ortogonal (Figura 10a), a terceira agulha, fica posicionada de forma que seu eixo de rotação esteja paralelo a segunda agulha (Figura 9b 2), a posição adotada pela agulha é o repouso.

Essa terceira posição da agulha (Figura 9a), reforça o pressuposto de Ampère sobre a influência do magnetismo terrestre no experimento de Oersted, ou seja, exatamente na posição (Figura 9a) a agulha não recebe ação magnética da Terra, por isso não deflete.

Contudo, Ampère assume a responsabilidade da rotação da agulha às correntes internas presentes no fio, na pilha e na agulha imantada. Desconsidera o “conflito elétrico” de Oersted e propõe como alternativa interação entre correntes elétricas.

4.1.5 Interpretações de Biot e Savart ao experimento de Oersted

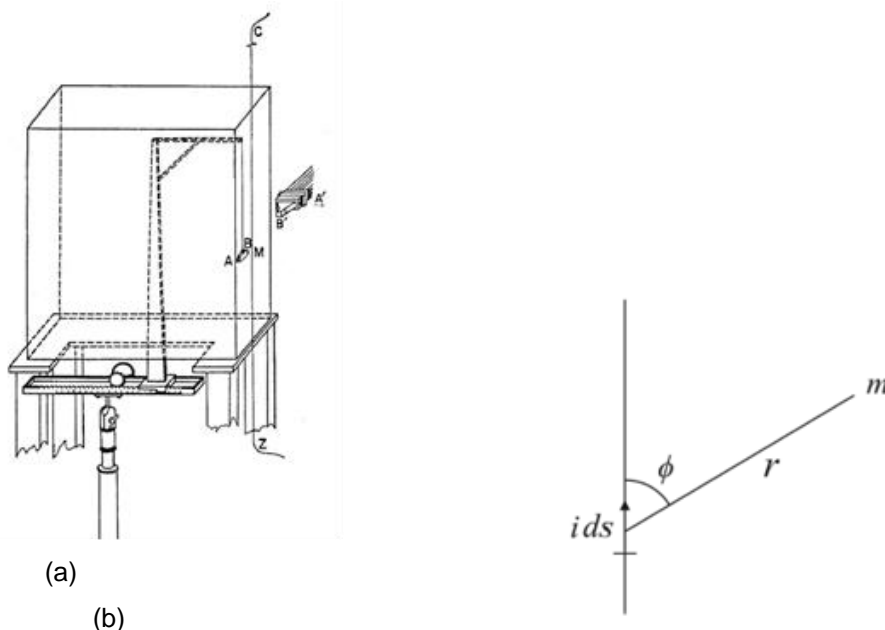
Além de Ampère, Jean-Baptiste Biot e Félix Savart se interessaram pelo experimento de Oersted. Em 30 de outubro de 1820, apresentaram à Academia de Ciência suas interpretações ao fenômeno.

Apresentaram o experimento de uma agulha suspensa por um fio de seda, sobre a interação de um ímã grande²⁹ e nas proximidades do conjunto colocaram um fio condutor (Figura 11a). Ao passar corrente elétrica pelo fio, os elementos constituintes da corrente se tornavam polos magnéticos. Esses polos magnéticos de forma individual atuavam perpendicularmente com os elementos que formam a

²⁹ O papel do ímã grande era de evitar a interação da corrente terrestre com o a agulha da bússola.

agulha imantada e na sua composição (a resultante desses pequenos polos magnéticos) atuavam ortogonalmente (Figura 11b) no plano do fio com o fluxo magnético da agulha (ASSIS; CHAIB, 2006; CHAIB, 2009; GARDELLI, 2014).

Figura 11 – Orientação dos planos da bússola horizontal



Fonte: CHAIB (2009, p. 99-100).

Biot e Savart, permaneceram analisando as possibilidades de interação entre fios condutores e ímãs, variando a posição e o formato do fio condutor. Dessa forma, tentaram compreender a ação de magnetização que o fio sofria quando submetido a passagem de corrente elétrica, como se fosse uma “reorganização de polos” (GARDELLI, 2014).

4.1.6 Interpretações de Faraday ao experimento de Oersted

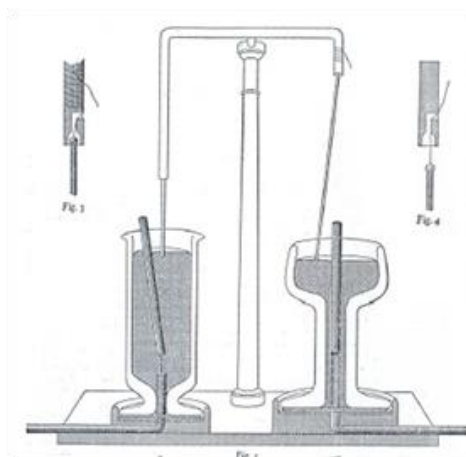
Para Faraday, haveria uma possibilidade de um ímã rotacionar em torno de um fio, desde que um de seus polos fosse impedido de interagir. Assim, desenvolveu um experimento que permitia simultaneamente um fio rotacionar em torno de um ímã fixo (Figura 13a) e um ímã livre rotacionar em torno de fio condutor (Figura 13b) fixo (GARDELLI, 2014).

Ele consiste em dois recipientes de vidro, colocados lado a lado com seus acessórios. Naquele à esquerda da figura, é produzido o movimento do polo

magnético ao redor do fio conectado na bateria voltaica. Para que uma corrente de eletricidade voltaica possa ser gerada através deste copo, um buraco é perfurado no fundo e dentro dele é preso um prego, o qual se projeta um pouco acima do copo, e abaixo é isolado por um pequeno prato de cobre, formando parte do fundo do recipiente. Uma placa similar de cobre é fixada na base de madeira, na qual o copo deve ficar, e um pedaço forte de fio de cobre, que é fixado ao copo, depois de dobrar um pouco para o lado, vira horizontalmente para a esquerda e forma uma das conexões. (FARADAY, 1952, p. x).

O experimento é composto por dois recipientes de vidro preenchidos de mercúrio. Do lado esquerdo (Figura 12b) dentro do líquido, um ímã com uma de suas extremidades fixas e a outra livre, para rotacionar em torno de um fio vertical fixo; ao lado direito (Figura 12a) dentro do líquido, um ímã fixo e um fio suspenso na vertical livre para se mover em torno do ímã. A rotação é alterada a medida que muda a polaridade do ímã ou inverte o sentido da corrente (CHAIB, 2009).

Figura 12 – Experimento para obtenção da rotação do fio e do ímã simultaneamente.



Fonte: CHAIB (2009, p. 107).

Portanto, para Faraday o movimento de rotação haveria devido a um torque elementar, o que contrariava as hipóteses da época, baseadas em forças centrais – influenciadas da concepção newtoniana – e por correntes filosóficas, Naturphilosophie a exemplo (SILVA, 2015).

Desta forma, essas interpretações sobre o funcionamento do experimento de Oersted, não só movimentaram o início do século XIX, como foram ponto de partida para o estudo do eletromagnetismo e da eletrodinâmica.

4.2 Pensando a sala de aula

4.2.1 Proposta de Ensino

A proposta de ensino e Produto Educacional dessa pesquisa, está prevista para 07 (sete) encontros, organizados em 01(uma) e 02 (duas) horas/aulas intercaladas, totalizando 10 horas/aulas³⁰. Tem como público-alvo estudantes do 3º ano do ensino médio regular de uma escola privada. Nos Quadros 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 apresentaremos um resumo das atividades planejadas para cada aula, seguidos das descrições dos encontros.

Quadro 3 – Descrição da proposta (Problematização).

Encontro (Nº de Aula) - Encontro I - (01 hora/aula)		
Objetivo da Aula	Recurso didático	Estratégias didáticas
<ul style="list-style-type: none"> ● Inserir uma situação-problema; ● Identificar o conhecimento prévio do estudante acerca de efeitos magnéticos; ● Promover ao estudante o reconhecimento de sua limitação conceitual; 	<ul style="list-style-type: none"> ● Slide com imagens Gif³¹; ● Materiais de baixo custo; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Situação Problema 1: “Como descrever o fenômeno?”; 2. Inserir materiais de baixo custo (magnéticos e não magnéticos) e relacioná-los com um ímã investigando as suas interações via Quadro de Ideias.

Fonte: Elaborada pela autora.

Encontro I (01 hora/aula): O encontro é dividido em 02 etapas. A primeira consiste em apresentar uma Situação-Problema 1 aos estudantes por meio de slides (Apêndice A), com o objetivo de identificar seu conhecimento prévio sobre efeitos magnéticos. De acordo com as respostas promover questionamentos³² como: “Será que esse efeito é recorrente apenas em ímãs?”, “Se colocarmos areia o efeito permanece?”, “Se colocarmos uma pilha atrairemos a limalha de ferro?”. Partindo

³⁰ Apesar de ser um número relativamente alto, deve ser levado em consideração que a proposta visa contemplar todo conteúdo do eletromagnetismo desde ímãs até bobinas. Nesse sentido, acreditamos ser a média na educação básica para contemplar tais conteúdo.

³¹ Graphics Interchange Format, trata-se de um formato de imagem que exibe movimento, não produz som e suas animações conseguem transmitir a mensagem desejada.

³² É interessante ressaltar que os questionamentos levantados vão ser de acordo com a interação que a turma permitir. Cabe ao professor reconhecer quais perguntas podem ser realizadas de acordo com a fala de seus estudantes. O que expomos aqui são questionamentos iniciais para a problematização dessa situação em particular.

das respostas, passaremos para a segunda etapa, visando a utilização de materiais de baixo custo (ímãs, clips, arruelas, papel, palito de fósforo, borracha, bexiga de festa, tubo de acrílico e tubo de plástico) que serão incorporados à discussão.

Sugerimos dividir a turma em grupos (a depender da quantidade de estudantes) e entregar kits desses materiais³³ (descritos acima) e solicitar que analisem suas interações anotando sua investigação com ajuda do Quadro de Ideias: Investigação Experimental (Apêndice B).

Quadro 4 – Descrição da proposta (Situação - Limite).

Encontro (Nº de Aula) - Encontro II - (02 horas/aula)		
Objetivo da Aula	Recurso didático	Estratégias didáticas
<ul style="list-style-type: none"> ● Inserir uma situação-problema; ● Provocar no estudante o reconhecimento da sua limitação conceitual; ● Trabalhar a contextualização histórica do tema; ● Permitir ao estudante novos conhecimentos acerca do tema trabalhado. 	<ul style="list-style-type: none"> ● vídeo³⁴; ● Materiais de baixo custo; 	<p>1. Situação-Problema 2: Resgatar a problematização “Existe alguma outra situação que você já tenha vivenciado em sala de aula que te faz lembrar essa interação dos ímãs com os materiais?” do Quadro de Ideia (Apêndice B)</p> <p>2. Situação-Problema 3: “Será que existe alguma relação entre a eletricidade e o magnetismo?”. Usar a vídeo “Oersted e o eletromagnetismo” para contextualizar o questionamento anterior;</p> <p>3. Situação Problema 4: “Como acender uma lanterna utilizando ímãs?”. Usando a vídeo levantar alguns questionamentos acerca de “O que é um instrumento bússola?” e “Como funciona?”. do surgimento do instrumento bússola e convenção dos Hemisférios;</p>

Fonte: Elaborada pela autora.

³³ Julgamos importante entregar uma variedade materiais, no entanto cada grupo deve receber essa mesma variedade de forma que cada um possa escolher e realizar as interações de maneira livre e de acordo com o consenso que chegarem.

³⁴ O (a) professor (a) pode optar por dividir o vídeo previamente para cada momento, evitando assim a exposição de informações antecipadas que possam influenciar na reflexão crítica do aluno.

Encontro II (02 horas/aula): O encontro é dividido em 03 etapas. A primeira consiste em recapitular o último problema discutido em sala de aula usado com o Quadro de Ideias: Investigação Experimental (Apêndice B). Caso na última aula os estudantes não tenham comentado nada sobre o estudo da eletrostática, o(a) professor(a) pode conduzir uma discussão nesse sentido. Por exemplo, se cargas elétricas se atraem e se repelem, e os ímãs também se atraem e repelem, portanto os ímãs são também constituídos de cargas elétricas?

Na segunda etapa deste momento, o(a) professor(a) de acordo com as respostas apresentadas pelos estudantes pode levantar a Situação-Problema 3 “Será que existe alguma relação entre a eletricidade e o magnetismo?”. Para promover reflexão sobre a natureza do fenômeno, sugerimos o Quadro de Ideias: Formulando Concepções (Apêndice C) com os questionamentos: “Se considerarmos a relação entre eletricidade e magnetismo, por que um pedaço de papel pode ser atraído por um lápis depois de atritado, mas não pode se atraído por ímã?; “Por que é preciso atritar um lápis ou canudo para atrair ou repelir corpos e no ímã não atritamos apenas aproximamos de um clip ou prego?; “Por que apesar de algumas diferenças em ambas situações (elétricas e magnéticas) os corpos podem ser atraídos e repelidos?

Partindo desse tipo de construção o(a) professor(a) pode apresentar o vídeo³⁵ “Oersted e o Eletromagnetismo” (https://youtu.be/H8dw9dkgM_k), argumentando que essa dúvida sobre a relação entre os efeitos elétricos e magnéticos já ocorreu no século XIX. O vídeo deve ser apresentado até o instante 01:10 – “Como acender uma lanterna utilizando ímãs?” (Situação-Problema 4) – e vincular com a questão problema de sala de aula.

Portanto, como este questionamento iniciais a terceira etapa, podemos novamente pausar o vídeo no instante 01:55 e discutir sobre “O que seria uma bússola?; “De que é feita?; “Como se orienta?”. Propondo um experimento de baixo custo (tampa de pote plástico, água, ímãs, canudos, palito de dente, agulha, papel picado e feltro picado) de reprodução de uma bússola. Para esse momento prático sugerimos o Quadro de Ideias: Desafio do dia (Apêndice D). Pós-experimento, discutir os resultados encontrados.

³⁵ Durante a apresentação da mídia cabe ao professor acompanhar toda a discussão midiática e fazer as intervenções necessárias para que o aluno compreenda as intencionalidades do material.

Ainda nessa discussão, explicar um breve relato sobre o funcionamento da bússola³⁶ e apresentar a convenção dos hemisférios Norte e Sul, assim como falar sobre polos Norte e Sul magnético dos ímãs. Retomar ao vídeo até o instante 02:56 e relacionar o processo de imantação³⁷ com os resultados obtidos durante a experimentação.

Quadro 5 – Descrição da proposta (Interpretação Filosófica e Experimental).

Encontro (Nº de Aula) - Encontro III - (01 hora/aula)		
Objetivo da Aula	Recurso didático	Estratégias didáticas
<ul style="list-style-type: none"> ● Permitir ao estudante novos conhecimentos acerca do tema trabalhado; ● Trabalhar a contextualização histórica do tema; ● Refletir sobre aspectos interdisciplinar dentro da investigação científica; ● Promover ao estudante o reconhecimento da sua limitação conceitual; 	<ul style="list-style-type: none"> ● Vídeo; ● Quadro e Pincel; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar através do vídeo as concepções de Causa/Semelhança e Simetria; 2. Explicações específicas do vídeo como: dois fluidos de eletricidade e galvanismo. 3. Interpretação do experimento de Oersted, análise das duas hipóteses;

Fonte: Elaborada pela autora.

Encontro III – (01 hora/aula): O encontro é dividido em 03 etapas. Para a primeira, seguir com o vídeo até o instante 03:16, quando o(a) professor(a) deve explicar a concepção sobre causa/semelhança e simetria³⁸ dos fenômenos (Apêndice E).

³⁶ É interessante não informar aos estudantes sobre a imantação, mas aguardar que eles se questionem como agulha pode se alinhar ao magnetismo da terra sem ser um ímã, se a pergunta surgir em salva o (a) professor (a) pode responder, do contrário faz parte da investigação coletar os resultados da experimentação.

³⁷ Sugerimos nesse momento, apenas explicar que ao atritar o ímã em uma agulha as propriedades magnéticas do ímã são transferidas para as agulhas e elas passam a se comportar como ímãs justificando assim sua orientação com o magnetismo terrestre

³⁸ Sugerimos aos professores fazerem uso de figuras geométricas seja via slide ou levar para sala os objetos geométricos.

Na segunda etapa, continuar com o vídeo até o ponto 03:44 interromper para explicar a concepção de Oersted sobre dois fluidos de eletricidade (Apêndice E). Continuar até o instante 04:10 e explicar sobre as duas formas de entender a natureza no século XIX evidenciando que duas teorias podem coexistir para o mesmo fenômeno (visão mecanicista e romântica da ciência) e a diferença entre eletricidade e galvanismo.

Como terceira etapa, prosseguir com a vídeo até o ponto 04:55, quando o(a) professor(a) reforça as duas hipóteses levantadas por Oersted (Quadro e Pincel). Ainda nesse momento propor reproduzir o mesmo experimento que Oersted, no entanto antes da atividade experimental o(a) professor(a) deve coletar ou reforçar algumas informações através do Quadro de Ideias: Concepções de Oersted (Apêndice F).

Quadro 6 – Descrição da proposta (Teoria x Prática).

Encontro (Nº de Aula) - Encontro IV - (02 horas/aula)		
Objetivo da Aula	Recurso didático	Estratégias didáticas
<ul style="list-style-type: none"> ● Inserir uma situação-problema; ● Trabalhar a contextualização histórica do tema; ● Propor uma experimentação investigativa; ● Promover ao estudante o reconhecimento da sua limitação conceitual; 	<ul style="list-style-type: none"> ● Materiais de baixo custo; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Situação-Problema 5: “Como justificar a deflexão da agulha da bússola?” e desenvolver a experimentação da teoria formulada; 2. Problematização acerca dos resultados obtidos e do esperado; 3. Retorno a Vídeo e comparação de dados.

Fonte: Elaborada pela autora.

Encontro IV (02 horas/aula): O encontro é dividido em 03 etapas. Como primeira etapa, recapitular o objetivo do experimento levantando o questionamento “Como justificar a deflexão da agulha da bússola?” mostrando as ideias norteadoras pré-estabelecidas por eles no material (Apêndice F).

Para a segunda etapa, busca-se explorar as escolhas da montagem dos grupos e analisar seus resultados alcançados registrando no diário experimental

(Apêndice G), assim como a justificativa dos que não obtiveram o resultado já esperado pela teoria.

Na terceira etapa, retomar ao vídeo até o ponto 07:53 e apresentar as diferentes tentativas realizadas por Oersted e suas dificuldades experimentais para conseguir responder à pergunta sobre a deflexão da agulha da bússola. Evidenciar para o aluno a semelhança entre o momento do estudioso Oersted e o deles em sala de aula.

Quadro 7– Descrição da proposta (Controvérsia).

Encontro (N° de Aula) - Encontro V - (01 hora/aula)		
Objetivo da Aula	Recurso didático	Estratégias didáticas
<ul style="list-style-type: none"> ● Permitir ao estudante novos conhecimentos acerca do tema trabalhado; ● Inserir uma controvérsia; 	<ul style="list-style-type: none"> ● Quadro e Pincel; ● Slides. 	Partindo do experimento de Oersted, apresentar as concepções de Ampère, Biot e Savart sobre o experimento;

Fonte: Elaborada pela autora.

Encontro V (01 hora/aula): O encontro tem 01 etapa. Consiste em apresentar as diferentes compreensões acerca do fenômeno de Oersted, de acordo com as concepções de Ampère, Faraday, Biot e Savart. Tais concepções podem ser lidas pelo professor no produto educacional.

Quadro 8– Descrição da proposta (Formalismo Conceitual).

Encontro (N° de Aula) - Encontro VI - (02 horas/aula)		
Objetivo da Aula	Recurso didático	Estratégias didáticas
<ul style="list-style-type: none"> ● Trabalhar novos conceitos acerca do tema; ● Explorar a argumentação do aluno; 	<ul style="list-style-type: none"> ● Vídeo; ● Materiais de baixo custo; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trabalhar aspectos conceituais presentes na literatura ímãs se suas propriedades; 2. Situação-Problema 6: “Como explicar o experimento de Oersted com a teoria atual?” 3. Situação-Problema 7: “Como podemos imaginar o campo magnético se enrolarmos o fio formando uma espiral?”;

Fonte: Elaborada pela autora.

Encontro VI (02 horas/aula): O encontro é dividido em 02 etapas. A primeira, discutir com os estudantes a compreensão adotada atualmente sobre ímãs, sua estrutura e os diferentes materiais – se o(a) professor(a) achar conveniente, relacionar com algum experimento de eletrostática para distinguir melhor a concepção de carga elétrica e domínios magnético – e sobre campo magnético. Sugerimos usar imagens do próprio vídeo, a exemplo (Apêndice H) e junto com os estudantes o(a) professor(a) vai ‘costurando’ os momentos, podendo associar e resgatar compreensões de momentos anteriores das aulas como questões da eletricidade (circuito elétrico simples e fonte).

A segunda etapa terá objetivo de esclarecer concepções sobre campo magnético aceitas atualmente pela comunidade científica (Situação-Problema 6). No entanto, o(a) professor(a) pode provocar os estudantes com o questionamento “Como podemos imaginar o campo magnético se enrolarmos o fio formando uma espiral?”; “Os efeitos são os mesmos?” (Situação-Problema 7) para discutir na próxima aula.

Quadro 9– Descrição da proposta (Formalismo Matemático).

Encontro (Nº de Aula) - Encontro VII - (01 hora/aula)		
Objetivo da Aula	Recurso didático	Estratégias didáticas
<ul style="list-style-type: none"> ● Trabalhar a contextualização histórica do tema; ● Propor uma experimentação investigativa; ● Promover ao estudante reflexão sobre modelos matemáticos associados a experimentação. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Vídeo; ● Materiais de baixo custo; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Continuar com o vídeo e explorar as concepções dos estudantes após o término do vídeo em função da Situação-Problema 7. 2. Trabalhar aspectos matemáticos (proporcionalidades entre as grandezas) para espiras e bobinas junto a experimentação da lanterna de Faraday; 3. Análise dos resultados experimentais e a interpretação matemática.

Fonte: Elaborada pela autora.

Encontro VII (01 hora/aula): O encontro é dividido em 03 etapas. Na primeira etapa, retomar ao vídeo até o final e discutir o Situação-Problema 7 da última aula.

Na segunda etapa, propor o experimento semelhante ao do vídeo (Lanterna de Faraday) e refletir sobre “Como foi possível acender um led com fios e ímãs?”. Antes do experimento solicitar que aos estudantes reorganizem suas concepções por escrito (Apêndice I) sobre a última aula e a compreensão sobre campo magnético num fio retilíneo.

Posterior a organização das concepções, propor um experimento para investigar o formalismo matemático previsto. Distribuir kits de materiais de baixo custo (fio de cobre, ímãs de neodímio, ímãs simples, tubo de vitamina C, frascos de plástico pequeno e leds) e permitir que os estudantes façam a montagem como desejarem³⁹. Se for necessário reapresente o vídeo na parte do experimento.

Por fim, na terceira etapa analisar os experimentos averiguando se os grupos reproduziram a lanterna de Faraday apresentada pelo vídeo ou encontraram novas situações. Para os que seguiram a vídeo, analisar se conseguiram acender o led e os possíveis problemas. Trabalhar os resultados alcançados com as formulações previamente realizadas por escrito (Apêndice I), fazer correlações de grandezas tais como, campo magnético, número de espiras, corrente elétrica e comprimento do fio.

4.2.2 Implementação da Proposta de Ensino

Essa proposta de ensino foi planejada para ser executada de forma presencial; no entanto, devido aos problemas atuais (pandemia pelo covid-19) a aplicação da proposta ocorreu de forma remota. Durante a descrição da implementação será possível perceber que a parte experimental não foi aplicada, mas as atividades investigativas sobre os fenômenos mantiveram-se e foram trabalhados de forma oral⁴⁰ e registradas nos formulários da plataforma google.

Dessa forma, a proposta ocorreu em 10 (dez) encontros, organizados em 01(uma) e 02 (duas) horas/aulas intercaladas, totalizando 13 horas/aulas⁴¹. Tendo como público-alvo de 10 (dez) estudantes do 3º ano do ensino médio regular de uma escola privada.

³⁹ Faz-se necessário o (a) professor (a) orientar os estudantes com questionamentos do tipo: “Como constataremos se existe campo magnético nesse experimento?”.

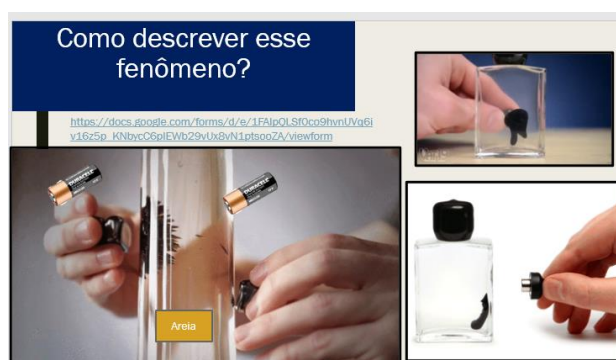
⁴⁰ Para registrar a oralidade e espontaneidade dos estudantes, gravamos todas as aulas via aplicativo meet da google.

⁴¹ O previsto era 07 encontros e 10 horas/aulas, mas durante a aplicação da proposta as discussões e investigações em sala nos levaram a acrescentar mais 03 encontros.

Durante a descrição da implementação da proposta, usaremos nomes fictícios para os estudantes para preservar a identidade de cada um. Assim, os nomes fictícios são: Ana, André, Beatriz, João, Karina, Luiza, Maria, Marcos, Sandra e Pedro.

O encontro I ocorreu em 12/09/2021(01 hora-aula), a professora/pesquisadora informou aos estudantes sobre o início do estudo sobre magnetismo e apresentou o slide/gif (Figura 13), procurando saber se alguém já havia visto algo parecido.

Figura 13 – Slide gif para problematização inicial.



Fonte: Elaborada pela autora.

Apenas o estudante Pedro havia visto algo semelhante ao slide/gif, e informou que já havia desenvolvido algo parecido utilizando esponja de aço: “Eu já fiz isso com bombril”. Então a professora/pesquisadora perguntou se houve o mesmo efeito? O estudante disse que não, pois o bombril não criou essa aparência do slide.

Continuando a exposição a professora/pesquisadora usou do relato do estudante para levantar o questionamento “Como descrever o fenômeno?”; “Será que o efeito do slide é o mesmo elaborado por Pedro?”.

Relato de Pedro: “Eu acho que é..., sempre tem um ímã e uma substância sendo atraída pelo ímã. Então vai ser o poder de magnetismo do ímã!”

Como os demais estudantes não se pronunciaram a professora/pesquisadora acrescentou uma nova problematização, “O que podemos esperar se colocarmos areia dentro do tudo ao invés dessa ‘liga’? ou ainda “E se no lugar dos ímãs eu colocasse uma pilha”?

Relato de Pedro: “Eu não sei se entendi direito, mas eu acho que não porque nem a areia nem a pilha possuem as mesmas características que o ímã e a liga têm”.

Aproveitando a reflexão do estudante a professora/pesquisadora acrescentou “Será que essa característica está presente em todos os materiais ou apenas em materiais específicos?”

Relato de Maria: “Eu acho que em materiais específico”.

Relato de Pedro: “Eu também acho que sim, por causa da magnetita[...] Se não tiver a magnetita, deve ter pelo menos algum metal que tenha essa propriedade”.

A professora/pesquisadora perguntou como esclarecimento, para tentar entender o que o estudante argumenta: “Então na sua concepção dentro dos materiais ou tem magnetita ou tem ferro?!”

Relato de Pedro: “Assim... acho que não podemos generalizar dizendo ferro, mas deve conter alguns metais com essas propriedades”.

Durante a fala Pedro, a estudante Beatriz argumentou: “Eu acho que é mais um elemento que gera atração da mesma forma que a magnetita”.

Para fechar essa série de reflexões a professora/pesquisadora apresentou: “Então, deve ter alguma coisa dentro dos materiais, ou do ímã, ou do bombril igual ao da magnetita?!”.

Continuando a professora perguntou: “Dentro desse nosso estudo em algum momento vocês se recordam de terem visto algum fenômeno ou conceito que nos apresente esse efeito de atração?”

O estudante Pedro: “Vimos isso no Princípio de Du Fay”.

Na sequência, foi liberado o link do formulário (Apêndice B – versão remota), com as seguintes questões:

1. Diante da investigação responda: “Se o ímã causa esse efeito nesta substância que está dentro do vidro, há possibilidade de um ímã reagir a outros materiais?” Coloque em um papel duas colunas, uma para NOME DOS OBJETOS a serem interagidos (ex: lápis + ímã) e na outra coluna RESULTADO DA INTERAÇÃO.

2. Ao interagir o ímã com diferentes materiais houve alguma particularidade nos efeitos?

3. Como você justificaria a resposta anterior sobre os efeitos? Levante uma hipótese para justificar as situações observadas.

4. Existe alguma outra situação que você tenha vivenciado em sala de aula ou observado no dia a dia que te faz lembrar essa interação dos ímãs de forma semelhante com outros materiais? Qual? Explique!

5. Para você de que são constituídos os materiais, ou seja, sua forma ou/e estrutura?

Para responder sobre a questão 1, a professora/pesquisadora orientou os estudantes a refletir sobre situações cotidianas específicas de cada um. Assim, foi possível verificar as diferentes experiências e o resultado desse resgate no traz, que a maioria apresentou o exemplo da relação do ímã de geladeira, considerando a atração entre ímã e geladeira. Apresentaram também entre ímã e parafuso, chave de fenda e parafuso, plástico e cabelo, ímã e plástico, tecido e ímã e ímã e lápis etc. Merece destaque a relação que André fez com o experimento já conhecido de atração de papéis quando o pente atrita no cabelo. Baseado na atração pente-papel, André apresentou a relação cabelo+plástico e pente+cabelo, verificando a presença de atração, o que mostra a associação entre os fenômenos de atração do magnetismo com os de eletrostática. Outra interação de destaque foi a que Beatriz apresentou usando dois fones de ouvido e encontrando que eles se atraem. Beatriz explica essa atração (questões 2 e 3) como sendo devida “pela presença de cargas magnéticas que atraem os objetos”, mesmo motivo pelo qual a geladeira e o ímã se atraem, segundo ela. Porém, no caso da geladeira, ocorre porque “pequenos campos que magnetizam o material da geladeira fazendo com que as partes se atraiam”; para os fones de ouvido “quando a eletricidade passa de um fone para o outro o ímã presente em ambos se atrai, fazendo com que os dois se encontrem”. Já no caso de dois ímãs, que ela verificou que se atraíam ou não dependendo do lado, “um lado irá atrair ou repelir o outro pela presença de cargas positivas e negativas no mesmo”.

Além de Beatriz, André, Karina e Maria também fazem a associação entre a atração e uma “propriedade atômica”, ou “sinais de carga magnética positiva e negativa”, até mesmo “movimento de cargas”.

Já Pedro e Sandra entendem que existe uma “substância própria” no interior dos materiais metálicos e ímãs que é responsável pela atração. No caso da madeira,

Sandra argumenta “a madeira é obtida pelas árvores, não tem uma capacidade magnética”, e, portanto, explica um ímã não atrair um lápis.

Ainda que não seja de maneira muito clara, podemos observar que os estudantes associam a propriedade de atração e repulsão dos ímãs à constituição da matéria e que existe semelhança entre os fenômenos da eletrostática e de magnetismo. Na questão 4, André, Beatriz, Sandra e Pedro trazem fenômenos de eletrostática como semelhantes ao fenômeno de atração ímã+metal. Por exemplo: pente+atrito+cabelo que atrai o papel; balão (bexiga)+atrito que atrai o papel, pelos do braço arrepiados próximo à TV e “atração entre papéis numa resma” (Pedro). Quanto à constituição da matéria (questão 5), apesar de reproduzirem termos como “átomos, prótons, elétrons e nêutrons”, não está clara como a propriedade magnética de atração se associa a eles, pois ainda temos como resposta “átomos magnéticos que facilitam a atração dos objetos” (Maria). Apenas Pedro manteve a ideia inicial de uma substância contínua presente no interior dos metais “são formados por composto ou substância de propriedade magnética, com maior potencial de polarização”. As respostas dos estudantes nos levam a concluir que não têm muito claro o que seria a discretização da matéria e os modelos de estrutura da matéria que adotamos atualmente.

Neste encontro, no geral, para a primeira parte da investigação os estudantes levaram em média 20 minutos para responder e refletir sobre o formulário e a professora levou 25 minutos para as problematizações iniciais e esclarecimentos.

O encontro II ocorreu em 12/09/2021(01 hora-aula) e em 18/09/2021(00 hora-aula). Nesta continuidade da aula do dia 12/09/2021(01 hora-aula) a professora/pesquisadora contextualizou sobre as possibilidades de efeitos de atração e repulsão entre ímãs e ímãs, ímãs e moedas, ímãs e papel, ímãs e tesoura, etc., usando também as situações descritas pelos estudantes, como por exemplo a interação acontece devido os materiais terem propriedades magnéticas e/ou possuírem algum tipo de metal na composição do material.

Portanto, assim é questionado: “Se essas afirmações são válidas então podemos observar a atração ou repulsão entre duas tesouras?”, “Se os materiais são constituídos de metais que interagem com o ímã, porque essas arruelas grudam apenas no ímã e quando a compramos estão soltas?” e apresentado na Figura 14.

Figura 14 – Investigando o comportamento dos materiais.



Fonte: Elaborada pela autora.

Para essa reflexão a estudante Beatriz assume: “Eu acho que no caso a propriedade magnética é dos ímãs, mas a tesoura e as arruelas por serem feitos de metal eles se fazem atraentes para o ímã. Elas tem a propriedade atrativa”. O estudante Pedro complementa: “Eu acho podemos classificar as propriedades magnéticas de dois tipos, de atração e de se deixar atrair. Assim o ímã tem de atração e as arruelas de se deixar atrair”. Interessante observar que tanto Beatriz quanto Pedro parecem dar uma “vontade aos corpos”, caracterizando o magnetismo como “desejo de atração”, o que foi uma dentre tantas outras formas de explicar essa propriedade em diferentes momentos da HC, principalmente antes do século XVII.

Partindo das respostas dos estudantes, a professora/pesquisadora aproveitou para questionar a natureza dos materiais e logo surge a resposta: átomo! E a reflexão é feita: “Mas se todos os materiais são constituídos de átomos porque essa diferença entre materiais que atraem ou repelem?”.

O estudante Pedro responde: “Isso eu coloquei na minha questão 5, que é devido ao potencial de polarização. Isso é fazer o material se tornar mais positivo de acordo com o ímã, tipo assim o ímã está lá negativo e ai vai se aproximando da tesoura e todas as cargas positivas da tesoura vão se aproximando do ímã. A madeira por exemplo não é tão polarizante”.

Já o estudante André responde: “Os objetos como os metais vão apresentar alguns tipos de átomos específicos diferente desses outros tipos de materiais, como

a madeira e o plástico. Esses átomos podem ter em algumas de suas vezes átomos neutros e os metais possuem reações interativas mais com ímãs.

Com esses relatos a professora/pesquisadora aproveita para enfatizar a forma como o conhecimento científico é feito, mostrando que todos estão analisando um mesmo fenômeno e diferentes concepções estão surgindo para justificá-lo.

Neste instante a professora/pesquisadora disponibilizou o link do segundo formulário (Apêndice C – versão remota) com as seguintes questões:

1. Você já deve ter percebido que há um problema a ser resolvido nessas discussões “A eletricidade e o magnetismo são semelhantes?”. Para investigar esse problema levante hipóteses sobre as seguintes reflexões de natureza experimental e teórica: (A) “Se consideramos a relação entre eletricidade e magnetismo, por que um pedaço de papel pode ser atraído por um lápis depois de ser atritado, mas não pode ser atraído por um ímã?

(B) “Por que é preciso atritar um lápis ou canudo para atrair ou repelir corpos como o papel ou folhas de alumínio, mas para o ímã atrair um clip ou prego não atritamos?”.

(C) “Por que apesar de algumas diferenças em ambas as situações (elétricas e magnéticas) os corpos podem ser atraídos e repelidos?”

Diante desses questionamentos verificamos diferentes concepções acerca do tema. Sobre a primeira pergunta, houve relatos que a relação poderia ser por conta: i) da polarização entre os materiais que são diferentes do ímã; ii) porque o ímã já possui atrito intrínseco comparado a os demais materiais; iii) porque há troca de cargas positivas e negativas entre os demais materiais, enquanto nos ímãs há apenas atração e iv) os demais materiais possuem elétrons e prótons, já os ímãs possuem propriedades metálicas e magnéticas.

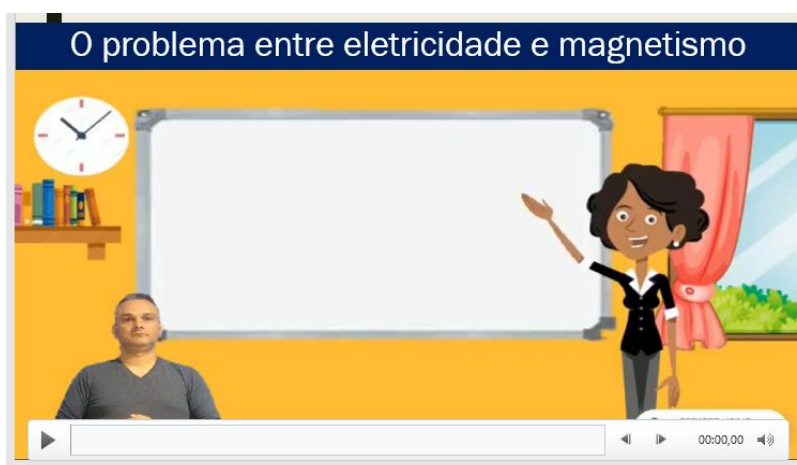
Sobre a segunda e a terceira pergunta, a necessidade de atritar alguns materiais para promover atração ou repulsão e de suas semelhanças, a maioria dos estudantes respondeu que há movimento das cargas, levando à polarização. Mas Pedro manteve-se fiel à ideia de uma substância, afirmando que “o ímã tem uma espécie de ‘atração inata’, ao passo que o lápis necessita de uma polarização externa e temporária para seu potencial de atração”

Como os estudantes não conseguiram terminar as reflexões do formulário dentro do período da aula, as considerações ficarão para a próxima aula.

A finalização do encontro II ocorreu em 18/09/2021 junto ao início do encontro III (02 horas - aula). Iniciando a problematização com base na última discussão sobre as diferentes concepções para o mesmo fenômeno e a questão: “Será que existe alguma relação entre eletricidade e o magnetismo?” e para introduzir o vídeo a professora/pesquisadora comenta que essas questões discutidas em sala foram reflexões que já ocorreram no século XVIII e XIX.

O vídeo foi apresentado até no instante 01:10 (Figura 15) e a professora/pesquisadora explanou esse primeiro trecho, enfatizando que as reflexões que os estudantes estavam fazendo, também já havia sido feita por alguns estudiosos. Aproveitou para introduzir outro problema e reflexão “Como acender uma lanterna usando ímãs” e lembrou o que é uma lanterna e como ela funciona, trazendo a ideia de uma fonte de energia através das pilhas para promover um efeito luminoso.

Figura 15 – Vídeo problematizador da relação entre eletricidade e magnetismo.

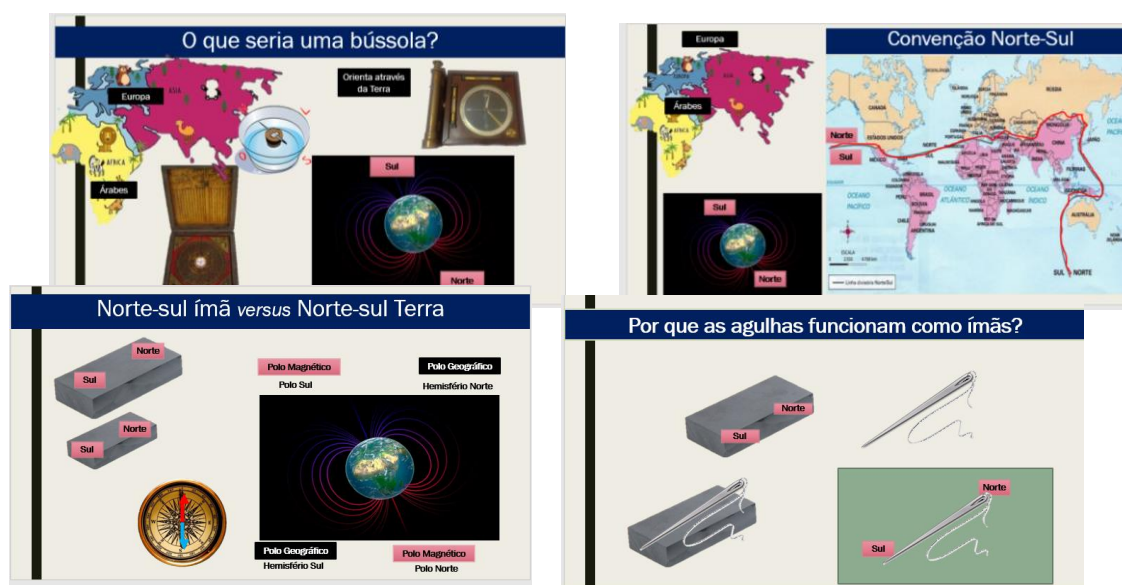


Fonte: Elaborada pela autora.

O vídeo continuou até o instante 01:34 e a professora/pesquisadora interrompeu para perguntar se todos sabem o que é uma bússola e como ela funciona. Segundo o estudante Pedro: “Ela sempre vai girar para o Norte por conta do magnetismo da Terra”. Ao ser questionado o que seria magnetismo terrestre, o estudante Pedro enfatiza: “A Terra é um grande ímã, sendo um grande ímã tem polos positivos e polos negativos assim como os outros ímãs. E a agulhinha sempre vai apontar para Norte que é a Terra”.

Assim o vídeo continuou até o instante 02:56 (Figura 16) e nova interrupção foi feita para a professora/pesquisadora apresentar algumas ideias sobre bússolas e seu funcionamento; convenção sobre o que entendemos sobre Hemisfério Norte e Hemisfério Sul; assim como o polo Norte é Sul Geográfico e polo Norte é Sul Magnético, e o processo de imantação de uma agulha.

Figura 16 – Funcionamento de uma bússola e a convenção dos Hemisférios Norte e Sul.

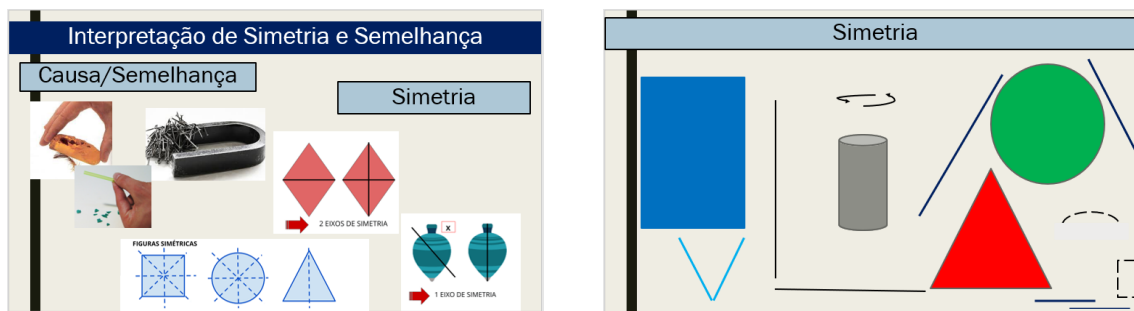


Fonte: Elaborada pela autora.

Dando continuidade ao encontro III em 18/09/2021, o vídeo continuou até o instante 03:16 (Figura 17) e foi feita uma pausa para a explicação sobre o que se entendia no século XVIII por simetria e relações de causa e semelhança. Para esse momento a explicação sobre causa e semelhança a pedra de âmbar que atraía penas de aves e a pedra de magnetita que atraía materiais ferrosos foram usadas como exemplo.

Para a explicação de simetria, o recurso de slide continuou a ser utilizado para apresentar figuras geométricas (inclusive utilizamos uma figura de um pião – objeto popular a nossa região), enfatizando que esse conhecimento estava presente no século XVIII para compreender os fenômenos e é bem presente na arte e na matemática.

Figura 17 – Simetria e a relação de causa e semelhança.

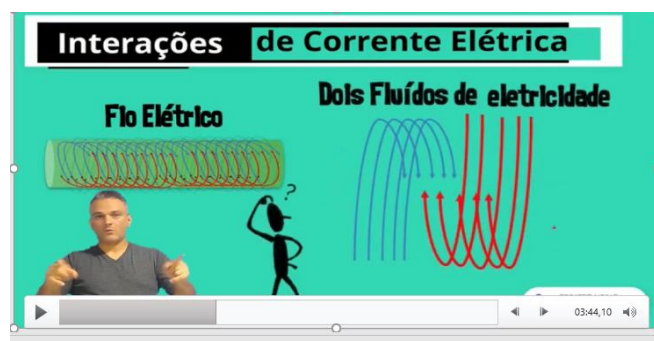


Fonte: Elaborada pela autora.

Durante essa discussão os estudantes ficaram muito silenciosos. Quando questionados se estavam compreendendo, apenas Pedro confirmou que sim, os demais permaneceram em silêncio.

Assim, o vídeo continuou até o instante 03:44 (Figura 18) e foi interrompida para a professora/pesquisadora justificar o que, no século XVIII, Oersted entendia por dois fluidos de eletricidade. A professora/pesquisadora aproveitou para exemplificar com a situação ocorrida em sala sobre as tentativas de explicar as interações dos materiais, e justificar diferentes concepções sobre a natureza dos fenômenos, seja por Oersted ou por outros estudiosos da época.

Figura 18 – Interpretação sobre Fluidos de Eletricidade.



Fonte: Elaborada pela autora.

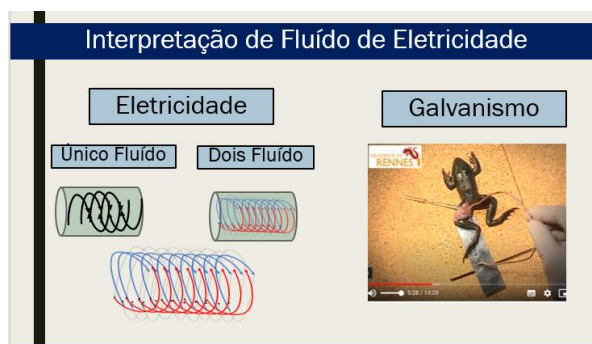
O vídeo continuou até o instante 03:52 (Figura 19), parou para explicar as duas formas de compreensão sobre a natureza, ou seja, as concepções mecanicista e romântica. O vídeo vai até 04:10 (Figura 20) e parou para explicar a diferença entre eletricidade e galvanismo (discutindo algumas contribuições de Volta e Galvani).

Figura 19 – Concepção Mecanicista e Romântica da Ciência.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 20 – Diferença entre Eletricidade de Galvanismo.



Fonte: Elaborada pela autora.

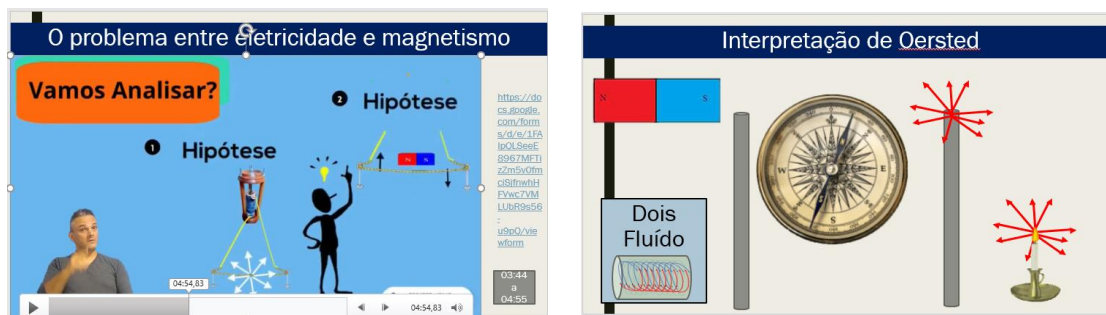
No ponto 04:20 (Figura 21) a professora/pesquisadora parou o vídeo para contextualizar as hipóteses de Oersted, resgatando as ideias iniciais da interferência das agulhas das bússolas durante tempestades. Continuou com o vídeo até o ponto 04:55 (Figura 22) e usou do fio de seu microfone para exemplificar as concepções de Oersted.

Figura 21 – Hipótese de Oersted.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 22 – Analisando as hipóteses de Oersted.



Fonte: Elaborada pela autora.

Durante esse momento a professora/pesquisadora novamente voltou a perguntar se todos estavam compreendendo a discussão e Pedro, João, Beatriz e André, afirmaram que sim, os demais permaneceram em silêncio. Neste instante o link do formulário (Apêndice F – versão remota) foi disponibilizado com os questionamentos seguintes:

1. Antes de refletir sobre como você explicaria o fenômeno da agulha da bússola girando sob a influência de um fio condutor, responda: (A) se a luz e calor são irradiados do fio, então _____ também. Logo, esperamos experimentalmente que _____. (B) Um ímã tem polo Norte e Sul. O polo Norte Sul atrai o _____ e o polo Norte atrai o _____. Portanto, se um fio se assemelha a um ímã, espera-se que o fio tenha _____.

2. Faça um desenho do experimento que estamos investigando. Especifique como você montaria seguindo as hipóteses já apresentadas por Oersted. Considere: (i) qual fonte poderia ser utilizada garrafa de Leyden ou pilha voltaica? (ii) no século que vivemos, podemos usar o que como fonte de eletricidade? (iii) você optaria por fio de cobre ou fio de prata? (iv) qual a melhor posição para colocar a bússola, por que dessa escolha? (v) o que você espera observar ao completar a montagem experimental?

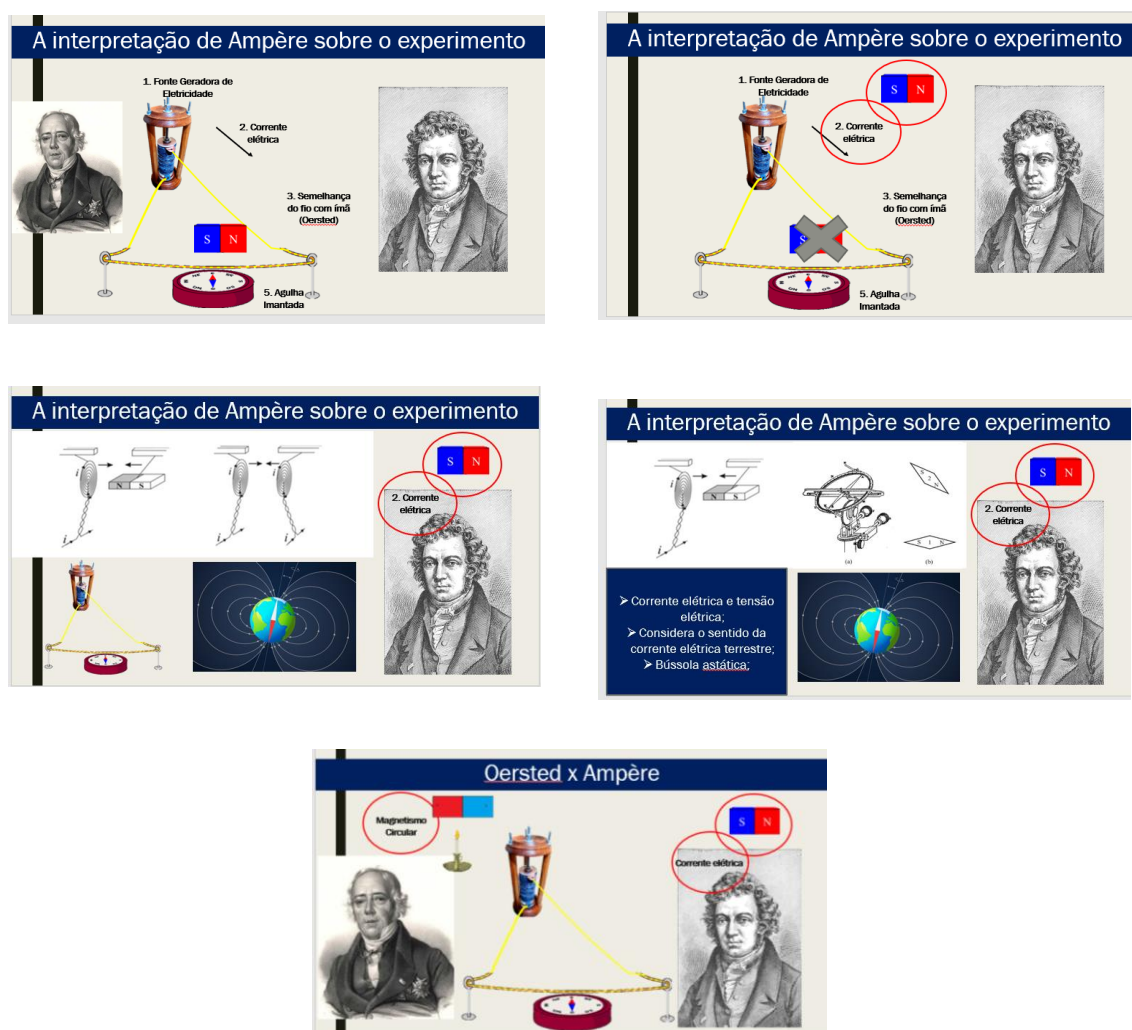
Todos os estudantes participantes (Pedro, Luiza, João e Sandra) deram as mesmas respostas, indicando que o esperado era que a o fio tivesse campo magnético e que ele irradiasse como luz e calor, sendo a rotação da bússola de

acordo com o campo magnético irradiado. No entanto, nenhum dos participantes desenharam ou responderam a questão 2.

O encontro IV ocorreu em 25/08/2021(02 horas – aula). Neste encontro a professora/pesquisadora relembrou as concepções de Oersted apresentadas na aula anterior que podem ser reforçadas com o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=RwilgsQ9xaM>, inseriu a apresentação das outras concepções que surgiram sobre o experimento de Oersted, como as contribuições de Ampère, Biot e Savart e Faraday, respectivamente.

Durante a explanação das concepções dos estudiosos a professora/pesquisadora utilizou de slides (Figura 23a, 23b, 23c) para apresentar as concepções centrais de cada estudioso e ao final comparar ideias que convergem e as que divergem de Oersted. Os estudantes se mantiveram em silêncio e ao serem questionados se estavam compreendendo, Pedro e André afirmaram que sim, Marcos afirma que mais ou menos e os demais permaneceram em silêncio.

Figura 23a – Interpretação de Ampère ao experimento de Oersted.



Fonte: Elaborada pela autora.

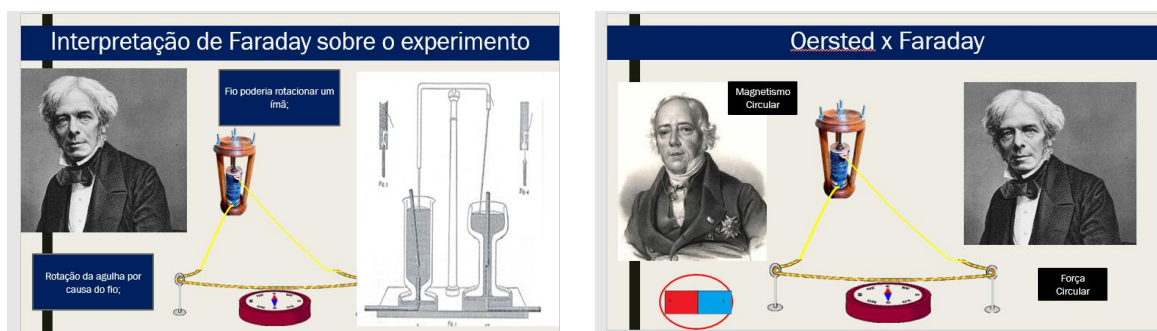
Figura 23b – Interpretação de Biot Savart ao experimento de



Oersted.

Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 23c – Interpretação de Faraday ao experimento de Oersted.



Fonte: Elaborada pela autora.

Para esse encontro não estava planejado nenhum tipo de formulário, mas devido à situação remota e falta de interação com os estudantes, acharmos pertinente acrescentar perguntas para reflexão (Apêndice J) sobre o caráter da ciência na tentativa de registrar como os estudantes entendiam das relações acima discutidas.

1. Do seu ponto de vista, haveria como chegarmos ao entendimento do eletromagnetismo sem as contribuições de Oersted, justifique!
2. Para você, de que depende a construção de um conhecimento científico?
3. Se você fosse explicar o experimento de Oersted para alguém, como seria? Procure criar etapas de explicações, desenhar e argumentar com conceitos

da Física, se achar conveniente expressa a matemática por trás do efeito ao qual você trata nas etapas.

4. Das discussões realizadas em sala, existe alguma situação cotidiana no qual você enxerga o tema trabalhado, explique!

Sobre esses questionamentos 1 a 3, verificamos dos estudantes reflexões de dois tipos: Ciência Provisória e Coletiva e Ciência Absoluta e Individual, e posições intermediárias. Sobre a contribuição de Oersted, temos:

Sim, pois antes do experimento de Oersted a sociedade científica já vinha estudando sobre a relação entre a corrente elétrica e o magnetismo, com a vinda do experimento de Oersted foi comprovada essa relação entre esses dois fenômenos (André).

Levando em consideração que a ciência é um processo de construção e conhecimento que independe dos estudiosos, sim. No entanto, poderia ser um processo mais demorado e, talvez, não chegássemos às mesmas conclusões sem os estudos de Oersted (Pedro).

No entanto, observa-se que a maioria dos estudantes destaca a importância do experimento para comprovar o conhecimento científico, e como método mais importante para sua validação (questão 2). Exemplos:

Na minha concepção acredito que é necessário observar o fenômeno, depois realizar experimentos e assim comprovar as conclusões daquele estudo (Karina).

Depende de muitas pesquisas, e principalmente ficar atento aos detalhes se caso realize algum experimento (Luiza).

Depende de experimentos científicos, estudos/pesquisas teóricos, hipóteses, referências (Sandra).

Depende de estudos teóricos, levantamento de hipóteses, teste via experimentos e, por fim, a constatação de tal teoria ou seu refutamento. Podendo tornar-se uma lei universal como a gravidade (Pedro).

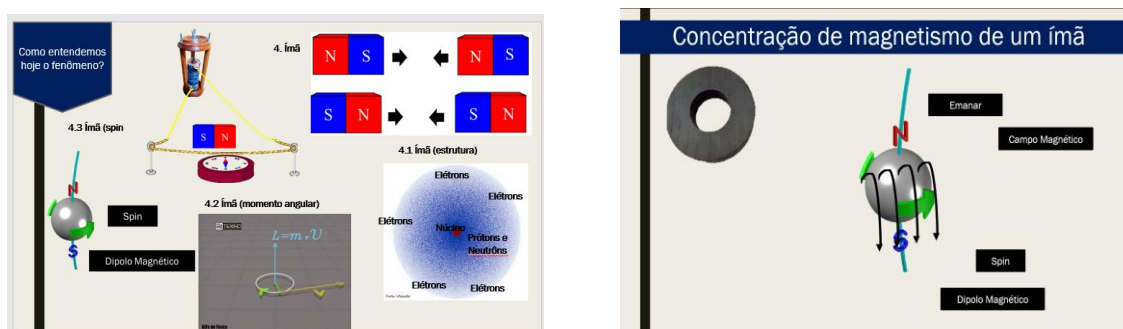
Uma vez considerando o experimento como fundamental para o conhecimento científico, é natural que o trabalho de Oersted tenha sua importância majorada por se tratar de um estudo prioritariamente experimental. Nesse sentido, ao explicar o experimento (questão 3) os estudantes destacaram apenas o resultado “que deu certo”, sem tratar das tentativas em que as hipóteses de Oersted falharam. Em relação ao tema trabalhado (questão 4), os estudantes destacaram o transformador, microondas, a bússola, altofalantes e ligações telefônicas (ondas

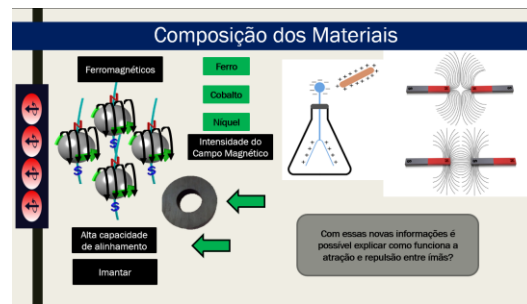
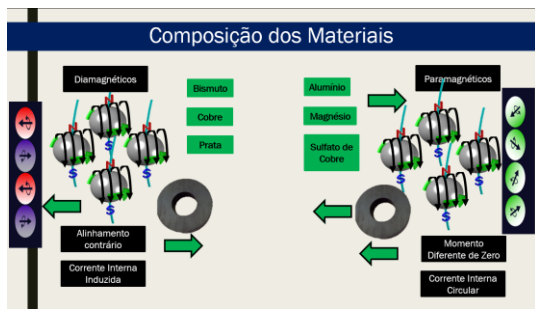
eletromagnéticas), etc. Sobre a provisoriidade do conhecimento científico (questão 5), em geral os estudantes afirmaram que ainda não se conhece tudo, e que isso se dá, principalmente porque há “descobertas de novos conhecimentos, além disso, com o grande avanço humano e tecnológico é possível modificar e criar novos conhecimentos científicos acerca de um assunto” (André). Ou seja, a ciência é provisória, porém pode avançar em busca de progresso, o que reproduz em parte os ideais progressistas da ciência do século XIX.

Assim a aula continua com a professora/pesquisadora explorando o experimento de Oersted com explicações presentes na literatura atual. A opção pelo experimento de Oersted se dá por ser o que mais aparece nos livros didáticos (campo magnético). Apesar de conhecer, e reconhecer, a importância do trabalho de Ampère para os fundamentos da eletrodinâmica, infelizmente existe a cobrança, na escola, de atender apenas ao que está previsto nos livros didáticos. Conforme já argumentamos nos capítulos anteriores, questões estruturais, como a escola e seu projeto político pedagógico, acabam dificultando a inserção da HC sob o viés das controvérsias e complexidade do conhecimento científico. Portanto, durante essa explanação coube resgatar as ideias estudadas sobre fonte geradora de tensão, corrente elétrica e ímã.

Dando ênfase na compreensão dos ímãs, foi discutido sobre o momento angular e dipolo magnético dos ímãs; o campo magnético gerado no seu interior e retornamos a discussão sobre os materiais atraírem-se ou não por materiais magnéticos dando abertura para o estudo dos tipos de materiais (diamagnéticos, paramagnéticos e ferromagnéticos) e conseqüentemente os seus alinhamentos (Figura 24).

Figura 24 – Estudos dos ímãs e sua estrutura.





81

ont
e:

Elaborada pela autora.

O único questionamento levantado pelos estudantes veio de Pedro: “por quê um polo norte não anularia o outro, quando estávamos discutindo sobre os alinhamentos dos domínios magnéticos?”

Sobre esse questionamento a professora/pesquisadora argumentou⁴² que a estrutura atômica é sustentada pela força nuclear forte, mas ao se tratar especificamente do comportamento do spin do elétron, a estrutura vibra, mas se mantém forçadamente estática, até que haja estímulo por outro material e sofra alinhamento.

O estudante insistiu em: “Isso é muito abstrato!”. A professora/pesquisadora reforçou que essa explicação é com base numa linha de estudo que vem desde o Oersted, segundo as ideias do Ampère já tínhamos outras concepções. O aluno argumentou: “tudo isso é porque já temos influências, se fosse começar do zero acho que chegaríamos em outras ideias”. A professora/pesquisadora concordou com o posicionamento do estudante e argumentou que é assim que a ciência é feita, estamos criando hipóteses e argumentos com base em algo que já sabemos e somos sim influenciados. A aula encerrou com essas discussões do fazer científico.

O encontro V ocorreu em 26/08/2021(01 hora-aula) com a discussão sobre campo magnético em fio retilíneo utilizando o esquema do experimento de Oersted como base. Na discussão sobre linhas de campo e vetor campo magnético utilizamos o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=XCbSF-ZenKo&t=604s> para demonstração. Por fim, discutimos as relações de proporcionalidade entre campo magnético, corrente elétrica e distância do campo magnético em relação ao fio retilíneo, sendo estabelecido discussões de forma oral e por escrito com o link do formulário (Apêndice I), com a seguinte questão:

⁴² Esse argumento apresentado foi simplificado de acordo com o processo disponível na literatura. Outra forma de explicar tal situação é argumentar que os ferromagnéticos são sólidos e, portanto, os átomos formam uma rede cristalina estática, como cubos interligados com arestas preenchidas por átomos, como na rede não há variação suficiente para provocar rompimento o spin apenas gira (rotaciona) quando ocorre o alinhamento.

1. Levando em consideração a relação entre campo magnético e corrente elétrica, como poderíamos relacionar uma expressão matemática para expressar essa relação?

Em resposta a este questionamento, os estudantes apresentaram duas expressões matemáticas para obter o campo magnético (B). Uma delas fornece a intensidade do campo magnético em função da corrente elétrica (Karina e Beatriz), dada por:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$

Onde

B= intensidade do campo magnético

= permeabilidade magnética do vácuo

I= corrente elétrica

R = distância ao fio

A outra expressão obtida determina a intensidade do campo magnético em função da força (Luiza, Sandra e Pedro), sem que tenham explicado o significado de cada símbolo, dada por:

$$B = \frac{F}{|q|v}$$

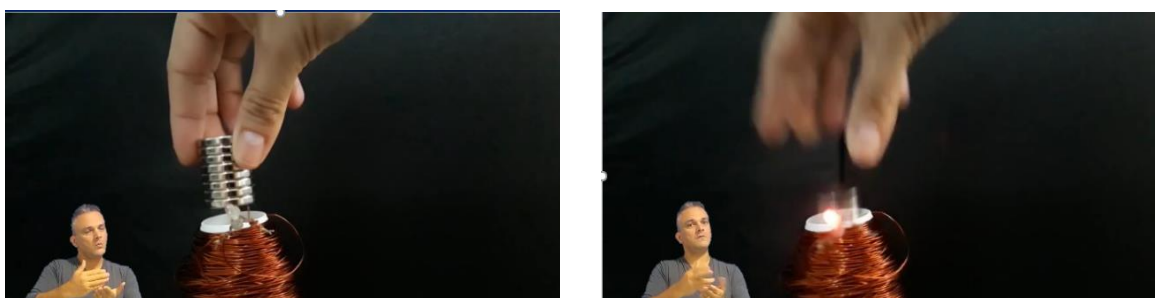
Os dias 01/09/2021 e 02/09/2021 foram reservados para revisão do conteúdo pois os estudantes teriam atividade avaliativa na escola chamada de Momento Privilegiado de Estudo (MPE). Portanto, nos dias 08/09/2021 e 09/09/2021 ocorreram o MPE, sendo possível retornar a aplicação da proposta apenas em 15/09/2021 e ainda com uma interrupção em 16/09/2021 com as recuperações.

Nesse sentido, o encontro VI ocorre em 15/09/2021 (02 hora-aula) com a discussão de conceitos dados em dois momentos. O primeiro foi referente as discussões das respostas dos estudantes sobre o formulário e discussão sobre o que temos na literatura como formalismo matemático para a compreensão de campo magnético num fio retilíneo e dois exercícios como exemplo.

No segundo momento ainda desse encontro, discutimos sobre força magnética, força magnética num fio retilíneo, comportamento helicoidal de uma partícula sob um campo magnético.

O encontro VII ocorre em 22/09/2021 (02 hora-aula) retomando ao vídeo do instante 08:53 até o final em 09:20 (Figura 25), para discutir sobre fluxo magnético, bobinas e solenoide.

Figura 25 – Experimento de Faraday e discussão sobre Fluxo magnético.



Fonte: Elaborada pela autora.

O experimento de Faraday apresentado no vídeo, foi reapresentado pela professora remotamente como forma de contribuir para as reflexões durante a resolução do formulário (Apêndice I) questão 2, com as relações de proporcionalidade das grandezas envolvidas, assim como a utilização do simulador: https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law_pt_BR.html.

Para o segundo questionamento presente neste apêndice, segue:

2. Além da relação campo magnético e corrente elétrica. Ainda podemos verificar que há interação magnética a depender do formato do fio. Como poderíamos relacionar a interação das grandezas campo magnético e corrente elétrica com os tipos de fios (formas) submetidos ao experimento?

Assim, obtivemos as respostas expressas com formalismo matemático (Karina, Beatriz e Maria), apontando a proporcionalidade da intensidade do campo magnético com o número de espiras:

$$B = \frac{NI\mu_0}{l}$$

B= intensidade do campo magnético

I = corrente elétrica

N= número de espiras

= permeabilidade magnética do vácuo

l = comprimento da bobina

Já Luiza, Sandra e Pedro apenas responderam qualitativamente o que seria esperado ao apresentaram a mesma resposta:

A composição do fio influenciará diretamente no teor de condutibilidade do fio. Conduzindo mais corrente elétrica e, por conseguinte, gerando mais campo magnético (Pedro).

Nesta aula não conseguimos finalizar as respostas dos formulários, ficando para a próxima aula.

O encontro VIII ocorreu em 23/09/2021 (01 hora-aula) para discutir sobre o experimento de Faraday, Lei de Lenz e conseqüentemente indução eletromagnética.

O encontro IX ocorreu em 29/09/2021(02 horas-aulas) e o encontro X ocorreu em 30/09/2021 (01 hora-aula). Nesses encontros a professora/pesquisadora fez exposição de aplicações da indução eletromagnética: alto-falante (Figura 26), instrumento próximo a realidade dos estudantes; torre eólica (Figura 27) – devido ao fato de existir um parque eólico (Santa Luzia - PB) nas proximidades da cidade (Queimadas – PB) dos estudantes – e transformadores (Figura 28), presentes em diferentes eletrodomésticos. Foram utilizados slides, animações e o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=V6lyCuw7VfU>.

Figura 26 – Funcionamento de um auto falante.

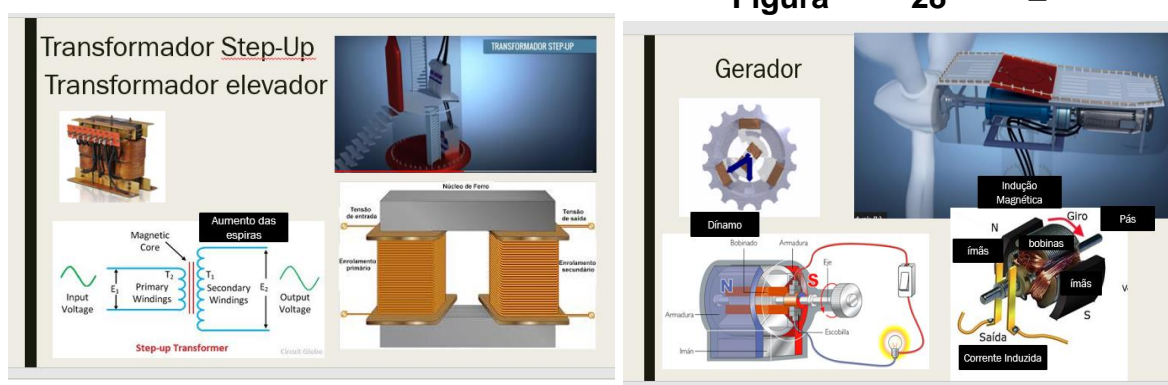


Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 27 – Funcionamento de uma torre eólica.



Fonte: Elaborada pela autora.



Funcionamento de um transformador.

Fonte: Elaborada pela autora.

Durante a exposição inicial o estudante Pedro questionou: “Eu quero mesmo saber como a senhora vai explicar como que o movimento dessas pás da torre eólica vai se transformar em energia elétrica, sempre quis saber disso”.

Ao término dessa exposição de aplicações cotidianas a proposta didática chegou ao fim.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme podemos observar no capítulo anterior, durante a implementação da proposta algumas modificações foram realizadas da proposta original, como a não aplicação de atividades de caráter experimental e modificações em atividades teóricas. Portanto discutiremos neste capítulo os impactos e limites da proposta para cada um dos encontros.

Sobre o Encontro 1, as modificações presentes foram relacionadas ao manuseio dos instrumentos (clips, ímã, tesoura e etc) para analisar as interações de atração e repulsão. Julgamos não ter impactado tanto já que os estudantes puderam lembrar situações cotidianas e razoavelmente conseguimos cumprir o objetivo do encontro.

Percebemos que alguns estudantes refletiram sobre a situação-problema e tentaram apresentar suas concepções, assim como a professora conseguiu se utilizar das experiências dos estudantes em diferentes momentos para potencializar a problematização.

Neste sentido, ao analisar este encontro a abordagem investigativa apresentou resultados interessantes e contribuiu para uma ação reflexiva sobre o fenômeno apresentado. Por outro lado, nos fez refletir sobre a dificuldade em elaborar os questionamentos adequados para promover a reflexão e estimular a argumentação pelos estudantes. Com isso compreendemos que ao elaborar perguntas elas devem: i) compreender o objetivo geral; ii) confrontar o saber do aluno; iii) evitar posicionamento sobre o assunto; e iv) sugerir refutações ou levantamentos de hipóteses. Apesar de serem pontos relativamente práticos, o processo de elaboração de perguntas se torna complexo, reflexivo e cauteloso.

Sobre as respostas dos estudantes referentes ao formulário (Apêndice B – versão remota), gostaríamos de chamar a atenção na questão 1 e na questão 5.

Na primeira, alguns estudantes não souberam o que responder ao se tratar de um efeito sem atração ou repulsão. Observamos que tiveram receio em dizer “nada aconteceu”. Isso nos mostra que já havia uma concepção sobre o efeito; logo, não acontecer nada estava fora da hipótese esperada, muito parecido com o fazer científico descrito no episódio Oersted, sobre sua relutância em aceitar que o efeito não acontecia quando a agulha estava na posição perpendicular.

Sobre a quinta questão, os estudantes apresentaram respostas fundamentadas em: estrutura atômica (prótons, nêutrons e elétrons), estrutura atômica elétrica e magnética, movimento de cargas gerando magnetismo e propriedades de polarização. O que nos parece positivo para o objetivo da proposta, pois nos permitiu discutir e investigar possíveis atitudes dos estudantes acerca do fenômeno.

Sobre o encontro 2, concordamos ter sido um encontro produtivo e que tenha alcançado o objetivo investigativo, pois os estudantes tentaram responder aos questionamentos com suas concepções, gerando debates e argumentações acerca do tema.

Durante o replanejamento desse encontro havia a intenção de apresentar os materiais da proposta original (clip, tesoura, imãs, bexiga, etc.) remotamente na aula, mas houve tantos problemas com internet na escola que a professora perdeu o foco e esqueceu dos materiais, ficando apenas na discussão previamente elaborada nos slides.

Diferente da interação e das argumentações que haviam sendo demonstradas pelos estudantes nos encontros anteriores, quando iniciamos a descrever as concepções do século XIX no encontro 3, os estudantes permaneceram em silêncio, apesar de informarem que estavam acompanhando a discussão.

Quando foram responder o formulário (Apêndice F – versão remota) na questão 1, percebemos que as respostas foram idênticas; mesmo sem ainda termos falado sobre campo magnético os estudantes responderam baseados nessa concepção. Na questão 2 que solicitava um desenho acerca do tema, nenhum aluno desenhou, apenas descreveram de maneira bem pontual o que se pedia.

Dessa forma, ficou a dúvida se de fato eles compreendiam o que se apresentava e apenas não conseguiram expressar já que necessitava de uma maior reflexão sobre a discussão; ou se de fato não compreenderam o que estava sendo apresentado.

O desafio e objetivo desse encontro era justamente fazer com que os estudantes fizessem uma imersão nas concepções do século XIX e analisassem o fenômeno com tais concepções. Portanto, o objetivo desse encontro não foi alcançado, mas contribuiu para refletirmos sobre outras abordagens que podem ser adotadas nesse tipo de exposição histórica.

Sobre o encontro 4, como aprendizagem do momento anterior, sentimos a necessidade de promover algumas reflexões sobre o fazer ciência. Portanto inserimos um formulário que não havia sido planejado nem para a proposta original (presencial), nem para adaptação remota (Apêndice Extra). Para essa análise percebemos que alguns estudantes se mostraram conscientes do processo complexo, coletivo e provisório da ciência, enquanto outros apresentaram concepções de uma ciência absoluta feita por gênios, e há estudantes entre uma e outra.

Consideramos positivo o posicionamento desses estudantes, pois nos ajuda a investigar e insistir nas inferências sobre o fazer científico, e continuar a trabalhar os aspectos internos e externos da ciência na sala de aula.

Por outro lado, tentamos pela segunda vez solicitar aos estudantes que desenhassem o experimento do Oersted e explicassem segundo suas concepções. Como foi possível perceber pelas respostas nos formulários, apareceram desenhos e explicações explicitamente pesquisadas da internet. Isso nos levou a levantar uma hipótese sobre a dificuldade em promover reflexão de natureza experimental sem o contato com o instrumento. Os estudantes aparentemente não conseguem formular situações que não possam torná-las concretas. Talvez tivéssemos êxito se ao solicitar o desenho os estudantes estivessem com os materiais em mãos.

Sobre o encontro 5, nosso objetivo consistia em contribuir para que o aluno analisasse as relações das grandezas e chegasse a algumas relações matemáticas. A princípio pensamos que atingiríamos o objetivo, pois durante as discussões orais os estudantes compreenderam as relações de proporcionalidade entre corrente elétrica, campo magnético e distâncias. Mas, ao colocarem essas ideias no formulário optaram por recorrer ao que já estava pronto na internet já que podiam pesquisar e não conseguimos cumprir a atividade no tempo da aula.

Com isso, compreendemos que algumas atividades devem ser realizadas com os estudantes a medida que se discutem algumas ideias, assim evitamos que eles obtenham uma informação pronta e não reflitam sobre o que está sendo pedido.

Sobre o encontro 6, tornou-se um momento bem tradicional já que os estudantes utilizaram de informações prontas de sites e livros didáticos. No entanto, para os estudantes que utilizaram a expressão:

$$B = \frac{F}{|q|v}$$

Foram questionados “Como você explicar o seu texto com seu formalismo matemático?”. Os estudantes compreendiam a relação corrente elétrica e campo magnético, mas não conseguiram elaborar outras justificativas acerca das outras relações entre as grandezas; mesmo noutra momento tendo apresentado que entendiam sobre proporcionalidade.

Sobre o encontro 7, ao investigar as relações de proporcionalidade das grandezas (sobre campo magnético nas bobinas) os estudantes apresentaram a mesma dificuldade da aula anterior. Aparentemente o experimento de Faraday apresentado no vídeo e a apresentação da professora de forma remota desse experimento, não ajudou os estudantes elaborarem suas hipóteses sobre as relações das grandezas envolvidas (campo magnético, número de voltas, comprimento e corrente elétrica).

Ao discutir sobre as configurações de espiras e bobinas, os estudantes compreenderam a importância no número de voltas, no entanto não foi o suficiente para eles elaborarem a representação matemática, recorrendo à internet para responder ao formulário. Acreditamos que se esse tipo de inferência sobre o número de voltas tivesse sido, ou poderia ter sido construído de forma intuitiva se os estudantes tivessem a oportunidade de vivenciarem as dificuldades de reproduzir o experimento de Faraday, pois um dos problemas nessa construção é o número de voltas necessárias para produzir o efeito de acender os leds.

Sobre o encontro 8, utilizamos as respostas dos estudantes para trabalharmos as relações matemáticas sobre o campo magnético gerado numa bobina. Durante a discussão, os estudantes se apresentaram conscientes das considerações, mas não interagiram com novos questionamentos acerca do tema.

O encontro 9 e 10, ocorreram de forma tradicional – slide e discussão de teoria – vinculando ao vídeo e ao material didático dos estudantes. Percebemos que a introdução de aplicações cotidianas os animou gerando algumas reflexões, como a de Pedro “Quero mesmo vê como a senhora vai explicar esse processo de pegar o movimento das pás da torre eólica e depois isso virar corrente elétrica!”.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, discutiremos os impactos dessa pesquisa para a formação continuada da professora/pesquisadora. Iniciemos então sobre a reflexão promovida ao trabalhar com História da Ciência, sobre as ações de investigação necessárias à uma pesquisa de natureza historiográfica.

Quando menciono as ações necessárias à pesquisa historiográfica, refiro-me a forma de pesquisar sobre o tema histórico e as informações pertinentes a esse estudo para a pesquisa e para a sala de aula. Evidencio o cuidado que deve haver para não elaborar uma pesquisa linear fundamentada apenas em um indivíduo; mas uma pesquisa que explore a complexidade do tema e procure compreender o contexto e as influências como um todo. Valorizando, buscando, compreendendo e questionando as diferentes concepções acerca de um fenômeno, assim como analisando como transpor tais questões para a sala de aula de forma a manter a originalidade e complexidade do tema e permitindo ao aluno compreender o fazer científico.

Durante a exploração do episódio, houveram dificuldades em compreender as fundamentações de Oersted e de Ampère. O primeiro porque estava baseado em uma filosofia complexa e argumentada nas concepções de outros – Biot e Savart – os quais precisava conhecer para entender as do Oersted; e o segundo porque exigiu sair da zona de conforto para explorar uma nova perspectiva.

O desafio de colocar todas essas contribuições em um vídeo também teve dificuldades, de natureza técnica (áudio, duração e animação); histórica (resumo mantendo a originalidade); estética e acessível à todos (inserção da libra). Portanto, exigiu da professora/pesquisadora novos conhecimentos (audiovisual) que geralmente não são necessários para a docência.

Essas dificuldades me levaram a duas reflexões: a primeira, trabalhar com HC requer um espírito investigativo e insatisfeito, que busca sempre os porquês das concepções, dos fenômenos e as suas respectivas relações; e o segundo, sobre “Que tipo de professor (a) estamos buscando para ser?” e “Quais contribuições queremos oferecer ao ensino?”.

Nessa perspectiva, elaborar uma pesquisa com base em HC e pensar a sala de aula, traz à tona “Qual a bagagem necessária para se obter o processo esperado, do(a) próprio(a) professor(a) e dos estudantes?”. Sem dúvida trata-se de um

processo longo para ambos, mas no caso do(a) professor(a) pode acontecer de forma mais rápida e efetiva se de fato desejar se capacitar e buscar por formação para contribuir com os estudantes. Não estamos falando que a HC vai mudar a realidade da educação e do ensino atual, mas seja lá qual for a linha de pesquisa que professores de física sigam, exige de cada um autoavaliação sobre a sua formação.

Outro impacto promovido pela pesquisa, está no âmbito de avaliar os recursos didáticos oportunos para a proposta de ensino que se pretende e as limitações que podem oferecer. Durante essa pesquisa a proposta original estava orientada para a aplicação presencial, mas devido a pandemia recente, aplicamos remotamente.

Optar por aplicar de forma remota exigiu repensar algumas estratégias o que me levou a refletir sobre as implicações de uma abordagem investigativa, de caráter experimental, nesta modalidade. Pudemos observar que a quantidade de recursos digitais é vasta, no entanto constatamos a princípio uma dificuldade de encontrar recursos que nos oferecessem autonomia na manipulação de variáveis.

Buscamos por materiais digitais que simulassem a experimentação de Oersted, de forma que o estudante tivesse a autonomia de escolher os materiais e instrumentos conforme as concepções que houvessem planejado. Diante da nossa busca inicial, estudamos o interative simulations/University of colorado Boulder, conhecido como Phet; Tinkercard; Vascak; Ophysics; MagLab e JavLAB.

A plataforma do Phet traz a possibilidade de aproximar o estudante de conceitos da física de forma visual bem ilustrada, dinâmica e criativa. Possui uma busca simples dentro do site para encontramos as simulações de acordo com o tema e fornece guia de ensino, guia de atividades, acesso gratuito e algumas simulações rodam no Windows e no Android. Mas, para nossa proposta acaba deixando muito restritas as possibilidades 'do que fazer' e 'como fazer'. Para o professor é indispensável os comandos, no entanto ao se pensar na investigação que gostaríamos de proporcionar aos estudantes acaba influenciando no processo de investigação.

O Tinkercad, como é uma ferramenta de modelos 3D e de elaboração de protótipos, investigamos a possibilidade de encontrar nele algumas ferramentas possíveis para reproduzir o experimento de Oersted. No entanto, verificamos a possibilidade de desenvolver kits para utilizar na sala de aula com impressão 3D,

mas simulador e reproduz os efeitos não. Apesar de não encontramos nele o que desejávamos, encontramos um potencial para futuros projetos de construção de materiais históricos com análise 3D.

Investigamos a plataforma Vascak e nela constatamos uma variedade interessante de experimentos e simulações de física. Analisamos 11 modelos de experimentos e simuladores direcionados a nosso tema: bobinas de indução magnética; ferromagnetismo; regra de parafuso Ampère para mão direita; regra da mão esquerda de Fleming; Lei de Ampère; indução eletromagnética; Lei de Lenz; Tudo de Teltron; Alternador dínamo; e circuito oscilante eletromagnético.

Poderíamos utilizar todas na nossa proposta se fosse anteriormente pensada para o uso de TIC's. No entanto, apesar de mais flexíveis, alguns simuladores ainda apresentavam restrições quanto a investigação que objetivamos.

Outra plataforma verificada foi o OPhysics, que permite manuseio simulado de cargas submetidas a um campo magnético; manipulação de velocidade e outras grandezas. Apresenta uma simulação do experimento de Faraday evidenciando a surgimento de corrente induzida, mas sobre o experimento de Oersted nada é mencionado ou ofertado.

O site MagLAB, oferece um material interessante sobre o tema que buscamos, histórico sobre Oersted, informações sobre bússola, explicação através de uma simulação do experimento de curta duração. No entanto, ainda não permite manuseio por parte dos estudantes nas atividades que são mais demonstrativas que investigativas.

Por fim, ao verificar o JaVLab verificamos uma proposta interessante sobre o experimento de Oersted no sentido do estudante poder mover a bússola, invertendo a polaridade; no entanto não dá opção de escolher outras posições. O programa é condicionado a deixar sempre a agulha paralela ao fio, impossibilitando a investigação do estudante.

Com essa discussão não quero inviabilizar os materiais digitais, mas apenas ressaltar que para a nossa proposta não conseguimos encontrar materiais que pudessem contribuir na nossa investigação.

Assim, para finalizar gostaria de reforçar a importância dessa pesquisa para a formação da professora/pesquisadora e discutir sobre as impressões na sala de aula em relação a proposta modificada.

Acredito que pela descrição da implementação da proposta em sala de aula, foi possível perceber que houve momentos de interação, investigação e motivação dos estudantes. Como também houve momentos apáticos, tradicionais e pouco produtivos.

De forma geral, a proposta se apresentou com potencialidade para ser melhor planejada e esperamos aplicá-la novamente na forma presencial com a “bagagem” teórica, didática e pedagógica que nos foi oferecida durante essa pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASSIS, André Koch Torres; CHAIB, João Paulo Martins Castro. **Eletrodinâmica de Ampère**. Campinas. Editora da Unicamp. 2011. 589f.

ASSIS, André Koch Torres; CHAIB, João Paulo Martins Castro. Nota sobre o Magnetismo da Pilha de Volta—Tradução Comentada do Primeiro Artigo de Biot e Savart sobre Eletromagnetismo. **Cad. Hist. Fil. Ci.**, Campinas, Série, v. 3, p. 303-306, 2006.

BALDINATO, José Otávio; PORTO, Paulo Alves. Variações da história da ciência no ensino de ciências. Atas do VI **Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: ABRAPEC, 2008.

BATISTA, Renata da Fonseca Moraes. (2018); O uso de abordagens histórica-investigativa na reelaboração de roteiros da Experimentoteca do CDCC-USP. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo, 2018.

BATISTA, Renata da Fonseca Moraes; SILVA, Cibelle Celestino. **A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências**. Estudos Avançados, v. 32, n. 94, p. 97-110, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Base nacional comum curricular. Brasília. MEC/SEB. 2019 Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit e.pdf

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (Org) **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CAVENA, Kenneth. L. **Physics and Naturphilosophie: a reconnaissance. History of science**, v.35, n.1, p.35-106, 1997.

CHAIB, João Paulo Martins Castro; ASSIS, André Koch Torres. Experiência de Oersted em sala de aula. **Rev. Bras. Ensino Fís.** vol.29 n°.1 São Paulo, 2007.

CHAIB, João Paulo Martins Castro. Análise do significado e da evolução do conceito de força de Ampère, juntamente com a tradução comentada e sua principal obra sobre eletrodinâmica. Tese (doutorado). **Instituto de Física ‘Gleb Wataghim’ da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP**, p. 386, 2009.

DELIZOICOV, Demétrio. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. 2. ed. rev. Florianópolis: Editora da UFSC, p. 125-150, 2005.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello. A natureza da ciência com saber escolar: um estudo de caso a partir a história da luz. **Tese (doutorado)**. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2009.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; PIETROCOLA, Maurício Pietrocola; MARTINS, Roberto de Andrade. **Historiografia e Natureza da Ciência na Sala de Aula**. Cad.Bras. Ens. Fís., v. 28, n. 1: p. 27-59, abr, 2011.

FREIRE, Paulo. Educação como prática da Liberdade. Rio de Janeiro: **Paz e Terra**, p. 1-123, 1967.

FREIRE, Paulo. Ação Cultural para a Liberdade. 5ªed. Rio de Janeiro: **Paz e Terra**, p. 7-104, 1981.

_____. Pedagogia do oprimido. 17. ed. Rio de Janeiro: **Paz e Terra**, 1987.

_____. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: **Paz e Terra**, 1996.

GARDELLI, Daniel. Experimento de Oersted: subsídio para uma abordagem histórica do assunto no ensino médio. **Tese (Doutorado)**. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá. 207f, 2014.

GARDELLI, Daniel. Antecedentes históricos ao surgimento do Eletromagnetismo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 118-137, abr, 2018.

GUERRA, Andreia; REIS, José Claudio; BRAGA, Marcos Antonio Barbosa. Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n.2, p. 224-248, ago, 2004.

HALLIDAY, David; RESNIK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: eletromagnetismo**. 8ª ed,; v. 3. Rio de Janeiro, RJ: LTC, p. 2-392, 2009.

HEERING, Peter; HÖTTECKE, Dietmar. Historical-Investigative Approaches in Science Teaching. In: MATTHEWS, M. R. **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. New York: Springer, p.1473-502, 2014.

HEERING, Peter; OSEWOLD, Daniel. **Constructing Scientific Understanding through contextual teaching**. (Orgs). Berlin: Frenak&Timme GmbH, 2017.

HÖTTECKE, Dietmar; SILVA, Cibelle Celestino. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: An analysis of obstacles. **Science & Education**, v. 20, n. 3-4, p. 293-316, 2011.

JARDIM, Wagner Tadeu; GUERRA, Andreia. Experimentos Históricos e o Ensino de Física: Agregando Reflexões a partir da Revisão Bibliográfica da Área e da História Cultural da Ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 3, p. 244-263, 2017.

JARDIM, Wagner Tadeu; GUERRA, Andreia. A garrafa de Leiden em uma perspectiva histórica da ciência: replicando experimentos históricos e suas alternativas com materiais de baixo custo. **Física na Escola**, v.16, n.2, p. 36-43, 2018.

JUSTI, Rosália da Silva. A afinidade entre as substâncias pode explicar as reações químicas. **Química nova na Escola**, n.7, Maio, p. 26-29, 1998.

KIPNIS, Nahum. The 'Historical-Investigative' Approach to Teaching Science. **Science & Education**, 5(3), 277-292, 1996.

LIBÂNEO, José Carlos. Didática/José Carlos Libâneo. São Paulo: Cortez. **Coleção Magistério**. 2º grau, p. 15-257, 1994.

MAGGIE, William Francis. **A Source book in Physics**. 1ª ed. New York: McGraw-Hill, 1935. 436-441, 1935.

MARTINS, Roberto de Andrade. Oersted e a descoberta do eletromagnetismo. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência** (10): p.89-114, 1986.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: Cibelle Celestino Silva. (Org.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: **Editora Livraria da Física**, v., p. xxi-xxxiv, 2006.

MARTINS, Roberto de Andrade; SILVA, Cibelle Celestino; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. History and philosophy of Science in Science Education. **International Handbook of Research in History, Philosophy and Sciences Teaching**, p. 2271-2299, 2014.

MOURA, Breno Arsioli. As contribuições de Benjamin Franklin para a eletricidade no século XVIII. **Física na Escola**, v.16, n. 2, 2018.

PIASSI, Luis Paulo de Carvalho; PIETROCOLA, Maurício. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de 'encontrar erros em filmes'. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 525-540, set./dez, 2009.

PIASSI, Luis Paulo de Carvalho. A ficção científica e o estranhamento cognitivo no ensino de ciências: estudos críticos e propostas de sala de aula. **Ciência&Educação**, v.19, n.1, p. 151-168, 2013.

_____. Clássicos do cinema nas aulas de ciências: A física em 2001: uma odissia no espaço. **Ciência.Educação**, Bauru, v. 19, n. 3, p. 517-534, 2013b.

_____. A ficção científica como elemento de problematização na educação em ciências. **Ciência.Educação**, Bauru, v. 21, n. 3, p. 783-798, 2015.

OERSTED, Hans Christian. Observation on Eletro-magnetism. In: Hans Christian Ørsted translated and edited by Karen Jelved, Andrew D. Jackson, and Ole Knudsen. **Selected Scientific Works of Hans Christian Ørsted**, p.433-445, 1997.

OLIVEIRA, Rilavia Almeida de; SILVA, Ana Paula Bispo da. A História da Ciência no Ensino: diferentes enfoques e suas implicações na compreensão da Ciência. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência**, p. 1 – 12, 2012.

PINTO, José Antonio Ferreira; SILVA, Ana Paula Bispo da. Quadros teóricos-didáticos na perspectiva de design research: uma nova abordagem para o uso da histórica da ciência e experimentação no ensino de física. **XII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. São Carlos - São Paulo p. 1-8, 2017.

PINTO, José Antonio Ferreira; SILVA, Ana Paula Bispo da; FERREIRA, Ewérton Jéferson Barbosa. Laboratório desafiador e história da ciência: um relato de experiência com o experimento de Oersted. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v34, n.1, p 176-196, abr, 2017.

ROSA, Cleci T. Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. Aulas experimentais na perspectiva construtivista: Proposta de organização do roteiro para aulas de física. **Física na Escola**, p. 13, n. 1, p. 4-12, 2012.

SCHIEMEDECKE, Wiston Gomes. A história da ciência nacional na formação e na prática de professores de física. **Tese (Doutorado em Ensino de Física)**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

SILVA, Ana Paula Bispo da; SILVA, Jamily Alves da. A influência da Naturphilosophie nas ciências do século XIX: eletromagnetismo e energia. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v.24, n.3, jul.-set, p. 687-705, 2017. SILVA, Cibelle Celestino; PIMENTEL, Ana Carolina. As atmosferas elétricas de Benjamin Franklin e as interações elétricas no século XVIII. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** 117-123, 2008.

SOUZA, Maria Cristina dos Santos de. A Naturphilosophie como concepção de mundo do romantismo alemão. **Dissertação**. Universidade Federal do Maranhão, p.31-47, 2010.

SOUZA, Rafaelle. da Silva; SILVA, Ana Paula Bispo da. Posicionamento dos estudantes diante a inserção da história da ciência em sala de aula: entre o ler e o fazer. Anais. **14º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia**. Belo Horizonte/ MG, outubro/2014.

VILLANI, Alberto; PACCA, Jesuina Lopes de Almeida; FREITAS, Denise. Science teacher education in Brazil: 1950-2000. *Science&Education*, v. 18, p. 125-148, 2009. VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **A Construção do Pensamento e da Linguagem/L. S. Vigotski**; tradução Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2000, p. 1-491, 2001.

WILLIAMS, L. P. Oersted, Hans Christian. In: BENJAMIN, Cesar (ed.) **Dicionário de Biografias Científicas**. 2 V, Rio de Janeiro: Editora Contraponto, p.2052-2056, 2007.

Referência completa dos trabalhos analisados na revisão bibliográfica:

AGASSI, Antonio Reginaldo. Uma sequência didática para o ensino de indução eletromagnética. 112 f. **Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física)** – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2018.

ARAÚJO, Elson Fernando Damaso de. Construção de uma ferramenta didática na perspectiva histórica experimental de Biot e Savart. 54f. **Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECEM)** - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2018.

BARROS, Antonio Eduardo Alexandria de. Principais tipos de materiais magnéticos aplicados ao ensino de física. 157 f. **Mestrado Profissional em Ensino de Física - PROFIS** Instituição de Ensino: Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2018.

COELHO, Aiton Ohnesorge. Desenvolvimento e validação de uma Sequência Didática sobre Eletromagnetismo na perspectiva da História da Ciência e do Ensino por Investigação. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.

COSTA, Josemberto Rosendo da. Uma proposta problematizadora para o ensino de eletromagnetismo sob uma perspectiva histórico-experimental: O telégrafo. 2016. 138f. **Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECEM)** - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

FONSECA, Fernanda. A história e filosofia da ciência e suas contribuições em uma sequência didática sobre eletromagnetismo na formação de engenheiros'. 215 f. **Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática Instituição de Ensino:** Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

KARAM, R. A. S. Estruturação matemática do pensamento físico no ensino: uma ferramenta teórica para analisar abordagens didáticas. **Tese (Doutorado em Educação)** - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. doi:10.11606/T.48.2012.tde-29052012-134910, 2012.

MARQUES, Lethícia Vieira. Uma abordagem histórica da indução eletromagnética para o ensino fundamental: os experimentos do disco de Faraday e do motor homopolar. 106 f., il. **Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física)** - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

MENTZ, Luciano. O uso da pesquisa para o Ensino das ondas eletromagnéticas. **Mestrado Profissional em Ensino de Física.** Instituição de Ensino: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

PAULINO, Gilberto de Oliveira. Experimento demonstrativo de Oliver Lodge: uma proposta de inserção da abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo. 135 f. **Dissertação - Universidade Federal de Juiz de Fora**, Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, Juiz de Fora, 2018.

SEFSTROEM, Gilsemar. Sequência didática com atividades investigativas para o ensino e a aprendizagem de magnetismo no ensino médio. 82 f. **Dissertação (Mestrado em Ensino de Física)** - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

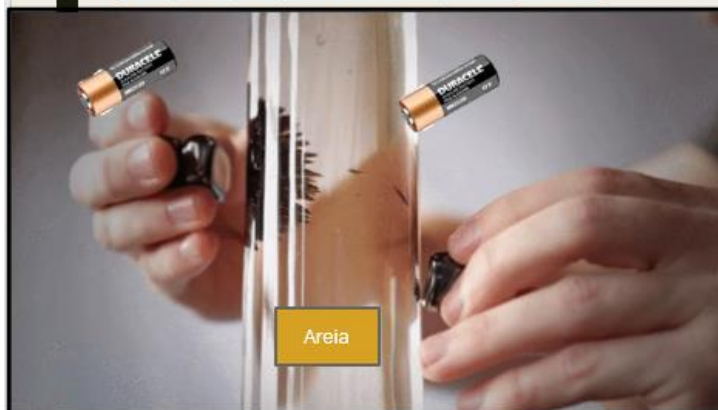
SOUZA FILHO, Moacir Pereira de. O erro em sala de aula: subsídios para o ensino do eletromagnetismo. 2009. 203 f. **Tese (doutorado)** - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências de Bauru, 2009.

VALLE, Roseny Dalla. Abordagem do campo magnético no ensino médio em uma perspectiva sociointeracionista. 169 f. **Dissertação (Mestrado em Ensino de Física)** - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

APÊNDICE A – SLIDE COM IMAGEM/GIF

Como descrever esse fenômeno?

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf0co9hvnUVq6iv16z5p_KNbvcC6plEWb29vUx8vN1ptsooZA/viewform



APÊNDICE B – INVESTIGAÇÃO EXPERIMENTAL

VERSÃO PRESENCIAL

QUADRO DE IDEIAS: Investigação Experimental

Diante da investigação em sala de aula responda “Se o ímã causa esse efeito nesta substância que está dentro do tubo de vidro, há possibilidade de um ímã reagir a outros materiais também?”. Na tabela abaixo, insira as interações observada por sua equipe. Anote o nome dos objetos analisados (Ex: lápis + caderno) e o tipo de interação observada nos espaços indicados. Se houver algum fenômeno que considere importante registre no local “Observações”.

Atividade Investigativa – Interações de Materiais	
Nome dos Objetos interagidos	Resultado da Interação
Observações:	

Atividade Investigativa – Interações de Materiais
Você está indo muito bem, continue a sua investigação e responda:
1. Ao manipular o ímã com diferentes materiais houve alguma particularidade nos efeitos?
2. Como você justificaria a resposta anterior sobre os efeitos. Levante uma hipótese para justificar as situações observadas.
3. Existe alguma outra situação que você já tenha vivenciado em sala de aula que te faz lembrar essa interação dos ímãs com os materiais? Qual? Explique!
4. Os materiais são constituídos da mesma natureza (forma/estrutura)?

VERSÃO REMOTA

1. Diante da investigação responda: "Se o ímã causa esse efeito nesta substância que está dentro do tubo de vidro, há possibilidade de um ímã reagir a outros materiais?" Coloque num papel duas colunas, uma para NOME DOS OBJETOS A SEREM INTERAGIDOS (ex: Lápis + ímã) e na outra coluna coloque RESULTADO DA INTERAÇÃO. *

 Adicionar arquivo

 Ver pasta

2. Ao interagir o ímã com diferentes materiais houve alguma particularidade nos efeitos? *

Texto de resposta curta
.....

3. Como você justificaria a resposta anterior sobre os efeitos? Levante uma hipótese para justificar as situações observadas. *

Texto de resposta curta
.....

4. Existe alguma outra situação que você já tenha vivenciado em sala aula ou observado no dia a dia que te faz lembrar essa interação dos ímãs de forma semelhante com outros materiais? Qual? Explique! *

Texto de resposta curta
.....

5. Para você de que são constituídos os materiais, ou seja, sua forma ou/estrutura? *

APÊNDICE C – FORMULANDO CONCEPÇÕES
VERSÃO PRESENCIAL


QUADRO DE IDEIAS: Formulando Concepções

Aluno (a):
<p>Vocês já devem ter percebido que há um problema a ser resolvido nessas discussões “A eletricidade e o magnetismo são semelhantes?”. Para investigar esse problema levante hipóteses sobre as seguintes reflexões de natureza experimental e teórica:</p> <p>1. “Se considerarmos a relação entre eletricidade e magnetismo, por que um pedaço de papel pode ser atraído por um lápis depois de atritado, mas não pode se atraído por ímã?”</p>
Hipóteses:
<p>2. “Por que é preciso atritar um lápis ou canudo para atrair ou repelir corpos como o papel ou folhas de alumínio, mas para o ímã atrair clip ou prego não o atritamos?”</p>
Hipóteses
<p>3. “Por que apesar de algumas diferenças em ambas situações (elétricas e magnéticas) os corpos podem ser atraídos e repelidos?”</p>
Hipóteses

VERSÃO REMOTA

1. Você já deve ter percebido que há um problema a ser resolvido nessas discussões "A eletricidade e o magnetismo são semelhantes?". Para investigar esse problema levante hipóteses sobre as seguintes reflexões de natureza experimental e teórica: (A) "Se consideramos a relação entre eletricidade e magnetismo, por que um pedaço de papel pode ser atraído por um lápis depois de ser atritado, mas não pode ser atraído por um ímã?". *

 Adicionar arquivo

 Ver pasta

(B) "Por que é preciso atritar um lápis ou canudo para atrair ou repelir corpos como o papel ou folhas de alumínio, mas para o ímã atrair um clip ou prego não o atritamos?" *

Texto de resposta curta
.....

(C) "Por que apesar de algumas diferenças em ambas situações (elétricas e magnéticas) os corpos podem ser atraídos e repelidos?" *

Texto de resposta longa
.....

APÊNDICE D – DESAFIO DO DIA**Quadro de Ideias: DESAFIO DO DIA**

Fazer ciência consiste em propor teorias ou modelos sobre algum fenômeno observado na natureza. Neste caso, hoje seremos todos cientistas e investigaremos o funcionamento de uma bússola. De acordo com a vídeo vimos que a bússola se orientada através do magnetismo terrestre, assim organize com seus colegas estratégias de montagem de uma bússola e nos informe seus resultados

1. Anote os materiais utilizados:**2. Justifique o objetivo de cada material para seu experimento:****3. Descreva se houve alinhamento da agulha da bússola com o magnetismo terrestre (solicite a bússola da professora para comparar seus resultados)**

APÊNDICE E – CONCEPÇÕES DE CAUSA/SEMELHANÇA



Material destinado ao Professor – Interpretações Filosóficas

De acordo com as interpretações filosóficas do século XIX fundamentadas pela Naturphilosophie, a natureza dos fenômenos era a mesma – ideia de uma única força – mas poderia se manifestar de diferentes formas. Portanto, a existência da química, eletricidade e do magnetismo seriam manifestações dessa força.

Segunda essa corrente filosófica calor e luz, por exemplo, eram manifestações de dois fluidos de eletricidade tentando se unificar. Esses fluidos estariam presentes também na química e no magnetismo. Essa luta interna seria um conflito elétrico, químico e magnético pela unificação da força fundamental da matéria.

Assim, com base nessa interpretação Oersted defendia causas e semelhanças dos fenômenos, eletricidade de dois fluidos (em sentidos opostos) e conflito elétrico dentro de um fio condutor. Consequentemente dois tipos de turbilhões associados a cada fluido de eletricidade.


APÊNDICE F – CONCEPÇÕES DE OERSTED
VERSÃO PRESENCIAL

QUADRO DE IDEIAS: Concepções de Oersted

Antes de executarem qualquer experimento é interessante os cientistas analisarem e reverem sua teoria garantindo assim o objetivo final da investigação. Para isso responda as reflexões:
1. O que estamos investigando com nesta aula?
2. Você já entendeu como reproduzir uma bússola caseira? O que devemos fazer para alinhá-la com o magnetismo terrestre?
3. Antes de seguir para a próxima questão reveja e escreva as duas hipóteses que nortearam as concepções Oersted.
4. Complete os espaços em branco: a) Se luz e calor são irradiados do fio, então o _____ também é. Logo, esperamos experimentalmente que _____. b) Um ímã tem polo Norte e polo Sul. O polo Sul atrai o _____ e o polo Norte atrai o _____. Portanto, se um fio se assemelha a um ímã, espera-se que o fio _____.
5. Faça um desenho do experimento que você vai investigar. Especifique como você montaria seguindo as hipóteses já informada por Oersted. a) Se vocês estivessem no século XIX o que usariam como fonte geradora de eletricidade: uma pilha ou uma garrafa de Leyden? Justifique sua escolha! b) O que você, no século XXI, pode usar como fonte de eletricidade? c) Fio de cobre ou de prata? d) Qual a melhor posição para colocar a bússola? Se já definiu o local, por que escolheu este? Explique com base nas concepções de: causa/semelhança; simetria e as duas hipóteses de Oersted. e) O que você espera observar ao completar a montagem do seu experimento? Esse resultado implica em que?

VERSÃO REMOTA

1. Antes de refletir sobre como você explicaria o fenômeno da agulha da bússola girando sob a influência de um fio condutor, responda: (A) se Luz e calor são irradiados do fio, então o _____ também. Logo, esperamos experimentalmente que _____. (B) Um ímã tem polo Norte e Sul. O Polo Sul atrai o _____ e o polo Norte atrai o _____. Portanto, se um fio se assemelha a um ímã, espera-se que o fio tenha _____.

 Adicionar arquivo

 Ver pasta

2. Faça um desenho do experimento que estamos investigando. Especifique como você montaria seguindo as hipóteses já apresentadas por Oersted. Considere (i) Qual fonte poderia ser utilizada garrafa de Leyden ou pilha voltaica? (ii) No século que vivemos, podemos usar o que como fonte de eletricidade? (iii) Você optaria por fio de cobre o fio de prata? (iv) Qual a melhor posição para colocar a bússola, por que dessa escolha? (v) O que você espera observar ao completar a montagem experimental?

APÊNDICE G – DIÁRIO EXPERIMENTAL**DIÁRIO EXPERIMENTAL: ANALISANDO A DEFLEXÃO DA AGULHA DA
BÚSSOLA**

Hoje (dia) , _____.

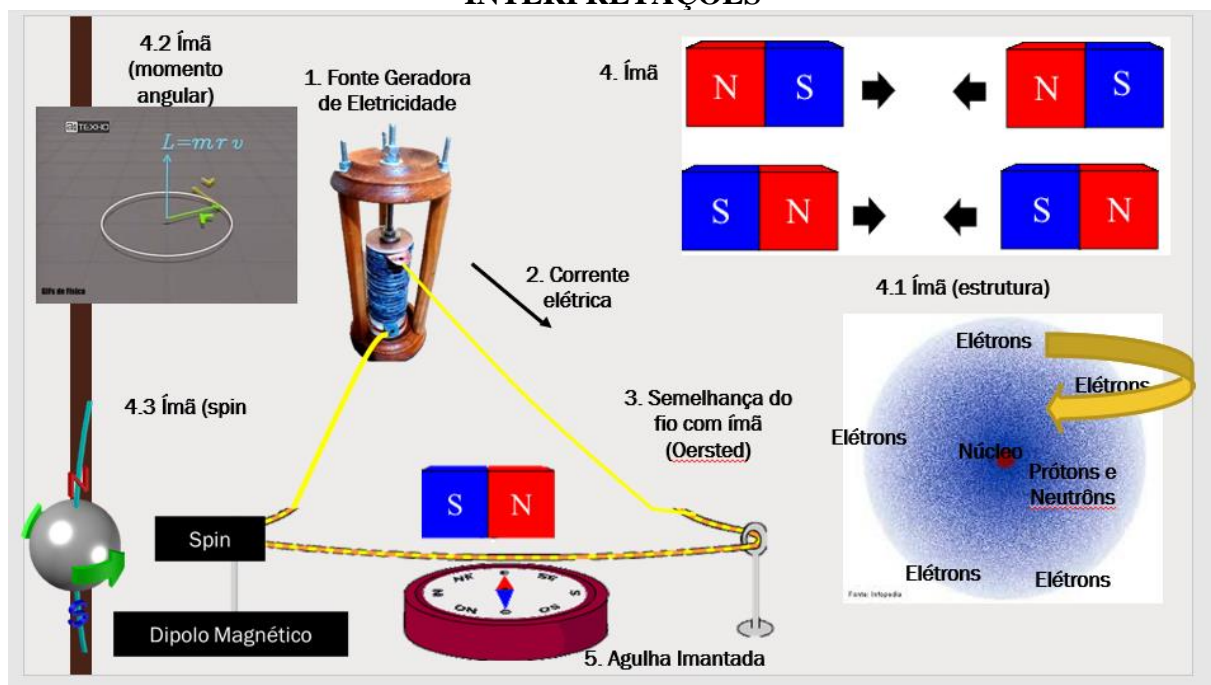
Investiguei as interações entre _____

De acordo com a montagem realizada, foi possível observar as seguintes situações_

Acredito que tal(is) resultado(s) pode(m) ser explicado(s) através da _____

APÊNDICE H – IMAGEM DO VÍDEO

MODELO DO EXPERIMENTO DE ORSTED – REESTABELECENDO NOVAS INTERPRETAÇÕES



1. Fonte Geradora de Eletricidade:
2. Corrente elétrica:
3. Semelhança do fio com o ímã (perspectiva de Oersted):
4. Ímãs
 - 4.1 Estrutura:
 - 4.2 Ímã Momento angular
 - 4.3 Spin magnético
5. Agulha imantada (ímã)

APÊNDICE I – REORGANIZANDO AS IDEIAS

VERSÃO PRESENCIAL

Análise pré-experimental

Como vocês já sabem, antes de executar um experimento precisamos reorganizar nossas concepções acerca do que estamos investigando. Para garantir seus resultados, responda as reflexões abaixo:

1. No experimento de Oersted pudemos observar um campo magnético atuando na agulha da bússola. A relação matemática associada a um campo magnético atuando num fio retilíneo foi exposta na sala. O que você entende sobre as grandezas envolvidas?

--

2. Ao dobrar (espiras) ou dar voltas (bobinas ou solenoides) no fio, você consegue levantar hipóteses que sejam capazes de prever os efeitos? Elabore uma previsão!

--

3. Partindo do formalismo matemático do campo magnético no fio retilíneo, ao analisar uma espira e uma bobina podemos verificar as mesmas grandezas atuando ou existem novas grandezas?

--

4. Seria possível propor um novo formalismo para o campo magnético numa espira e numa bobina? Se sim, como? Elabore uma hipótese!

--

Equipe:

VERSÃO REMOTA

1 Levando em consideração a relação entre campo magnético e corrente elétrica, como poderíamos relacionar uma expressão matemática para expressar essa relação? *

 Adicionar arquivo

 Ver pasta

2. Além da relação entre campo magnético e corrente elétrica. Ainda podemos verificar que há interação magnético a depender do formato do fio. Como poderíamos relacionar a interação das grandezas campo magnético e corrente elétrica com os tipos de fio(formas) submetidos ao experimento? *

APÊNDICE J – CARÁTER DA CIÊNCIA

VERSÃO REMOTA


1. Do seu ponto de vista, haveria como chegarmos ao entendimento do eletromagnetismo sem as contribuições de Oersted, justifique? *

 Adicionar arquivo

 Ver pasta

2. Para você, de que depende a construção de um conhecimento científico? *

 Adicionar arquivo

 Ver pasta

3. Se você fosse explicar o experimento de Oersted para alguém, como seria? Procure criar etapas de explicações, desenhar e argumentar com conceitos da Física se achar conveniente expresse a matemática por trás do efeito ao qual você trata nas etapas. *