

**UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DAS CIÊNCIAS**

**A MELHORIA DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DO  
ELETROMAGNETISMO COM A UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS  
DE BAIXO CUSTO**

**CARLOS HENRIQUE DA SILVA ROCHA**

**DUQUE DE CAXIAS**

**2016**

**CARLOS HENRIQUE DA SILVA ROCHA**

**A MELHORIA DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DO  
ELETROMAGNETISMO COM A UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS  
DE BAIXO CUSTO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, do curso de Mestrado Profissional em Ensino das Ciências do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade do Grande Rio “Professor José de Souza Herdy”.

Orientadora: Profa. Dra. Giselle Faur de Castro Catarino

**DUQUE DE CAXIAS**

**2016**

## CATALOGAÇÃO NA FONTE/BIBLIOTECA - UNIGRANRIO

R672m Rocha, Carlos Henrique da Silva.

A melhoria do processo de aprendizagem do eletromagnetismo com a utilização de experimentos de baixo custo / Carlos Henrique da Silva Rocha – 2016.

180 f.: il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado em Ensino das Ciências na Educação Básica) – Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, Escola de Educação, Ciências, Letras, Artes e Humanidades, 2016.

“Orientadora: Profa. Gisele Faur de Castro Catarino”.

Bibliografia: f. 110-114.

1. Educação. 2. Eletromagnetismo. 3. Campos conceituais.  
4. Experimentos. 5. Física – Estudo e ensino. I. Catarino, Gisele Faur de Castro. II. Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”.  
III. Título.

CDD – 370

**CARLOS HENRIQUE DA SILVA ROCHA**

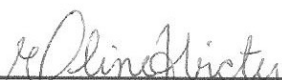
**A MELHORIA DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DO  
ELETROMAGNETISMO COM A UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE  
BAIXO CUSTO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à conclusão do curso Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, da Universidade do Grande Rio "Professor José de Souza Herdy".

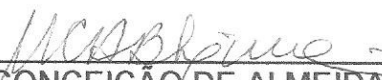
Aprovado em 28 de novembro de 2016.



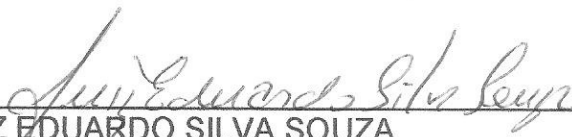
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> GISELLE FAUR DE CASTRO CATARINO - Orientadora  
Universidade do Grande Rio - UNIGRANRIO



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> ELINE DAS FLORES VICTER  
Universidade do Grande Rio - UNIGRANRIO



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> MARIA DA CONCEIÇÃO DE ALMEIDA BARBOSA LIMA  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ



Prof. Dr. LUIZ EDUARDO SILVA SOUZA  
Universidade do Grande Rio - UNIGRANRIO

*Este trabalho é dedicado ao meu pai, Otacílio dos Santos Rocha, que sempre trabalhou muito para me proporcionar o acesso à educação e que, ainda hoje, no auge dos seus 87 anos, continua me incentivando a conquistar novos horizontes.*

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Giselle Faur de Castro Catarino pelo excelente trabalho realizado durante a elaboração desta dissertação.

Aos professores doutores, Luiz Eduardo Silva Souza e Paulo Henrique Porcheto Domingues que me auxiliaram nos passos iniciais deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da UNIGRANRIO, pelos ensinamentos e contribuições dadas durante o curso de mestrado.

À minha querida amiga, companheira de trabalho e de mestrado, Iara da Silva Sucupira, pela amizade e apoio nas horas alegres e difíceis de nossa jornada.

Ao professor regente da disciplina de Física nas turmas pesquisadas, pelo aceite, participação e ajuda na elaboração deste trabalho.

Aos alunos Newton Alves e Pedro Lucas Wandermurem, pela ajuda, respectivamente, na elaboração dos desenhos no CAD e nas filmagens das aulas.

Ao meu ex-aluno e colega de trabalho Lucas de Oliveira Almeida pela ajuda ao longo da elaboração deste trabalho.

Por fim, agradeço a meus familiares, esposa e filhas, que abriram mão de minha convivência durante as horas que dediquei à realização dos trabalhos propostos durante este curso de mestrado.

“Não busco discípulos para comunicar-lhes saberes. Os saberes estão soltos por aí, para quem quiser. Busco discípulos para plantar minhas esperanças”. /.../ De um mundo melhor.

(Rubem Alves: 1999)

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar a aplicação de uma proposta de ensino do Eletromagnetismo, no terceiro ano do Ensino Médio, que contemple a utilização de experimentos de baixo custo durante a realização das aulas. As estratégias empregadas visam um trabalho que priorize os conceitos físicos em detrimento das abordagens unicamente com ferramentas matemáticas, possibilitando aos alunos uma participação mais ativa no processo de aprendizagem. Este tipo de abordagem vai ao encontro das propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais no sentido de apresentarem formas alternativas de ensino que tornem as aulas mais atraentes, mais efetivas, prazerosas e motivadoras, ou seja, mais próximas da realidade dos alunos. Esta pesquisa foi desenvolvida com duas turmas do Ensino Médio de uma Escola Técnica Estadual localizada na cidade do Rio de Janeiro no decorrer da terceira etapa do calendário escolar do ano letivo de 2015. Como referencial teórico, foram utilizadas a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud e as atuais pesquisas sobre Experimentação no Ensino da Física na área. Como avaliação parcial da aplicação desta proposta pode-se citar que os alunos se mostraram mais motivados quando apresentados aos conceitos do Eletromagnetismo com o auxílio dos experimentos e demonstraram melhor compreensão dos conceitos a partir dos testes aplicados ao final dos encontros. Em relação à análise do professor regente, este considerou as aulas com a realização de experimentos um ambiente profícuo à mediação e conceitualização. Como produto educacional deste trabalho, além da dissertação, serão desenvolvidos os experimentos (Kit Experimental) e uma Sequência Didática que possibilite sua aplicação.

**Palavras-chave:** Eletromagnetismo. Campos Conceituais. Experimentos.



## **ABSTRACT**

This work aims to analyze the application of Electromagnetism of the education proposal, in the third year of high school, covering the use of low cost experiments during the course of lessons. The strategies employed seek a job that prioritizes the physical concepts to the detriment of the approaches only with mathematical tools, enabling students to more active participation in the learning process. This approach meets the proposals of the National Curriculum Standards in order to present alternative forms of education that make the most attractive classes, more effective, enjoyable and motivating, that is, closer to the reality of students. This research was developed with two high school classes of a Technical School located in the city of Rio de Janeiro during the third stage of the school calendar of the school year 2015. The theoretical framework was used the Theory of Conceptual Fields of Gérard Vergnaud and current research Experimentation in Physics Teaching in the area. As a partial evaluation of the implementation of this proposal may be mentioned that students were more motivated when presented to the concepts of electromagnetism with the help of experiments and demonstrated better understanding of the concepts from the tests applied to the end of the meetings. Regarding the analysis of conductor teacher, he held classes with performing experiments a fruitful environment for mediation and conceptualization. As an educational product of this work, in addition to the thesis, the experiments will be developed (Experimental Kit) and a Didactic sequence that enables your application.

Keywords: Electromagnetism. Fields Concept. Experiments.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vista Geral do Kit Experimental .....	54
Figura 2 – Layout do Kit Experimental .....	55
Figura 3 – Maleta de Acondicionamento e Transporte.....	56
Figura 4 – Identificação dos Pólos do Imã .....	58
Figura 5 – Forças de Atração e Repulsão .....	60
Figura 6 – Espectro do Campo Magnético .....	61
Figura 7 – Montagem para o Experimento de Oersted .....	63
Figura 8 – Campo Magnético ao Redor do Condutor.....	65
Figura 9 – Espectro do Campo Magnético ao Redor do Condutor.....	67
Figura 10 – Forças de um Condutor Retilíneo.....	69
Figura 11 – Geração de Força Eletromotriz .....	72
Figura 12 – Foto da Questão 20 do Questionário do Professor .....	93
Figura 13 - Resposta do Aluno B2 a Questão 7 Antes do Experimento .....	96
Figura 14 - Resposta do Aluno B2 a Questão 7 Após o Experimento.....	97
Figura 15 – Resposta do Aluno A4 a Questão 9 Antes do Experimento .....	97
Figura 16 – Resposta do Aluno A4 a Questão 9 Após o Experimento .....	97
Figura 17 – Resposta do Aluno A3 a Questão 2 Antes do Experimento .....	99
Figura 18 – Resposta do Aluno A3 a Questão 2 Após o Experimento .....	100
Figura 19 – Resposta do Aluno B8 a Questão 4 Antes do Experimento .....	100
Figura 20 – Resposta do Aluno B8 a Questão 4 Após o Experimento .....	100
Figura 21 – Resposta do Aluno A8 a Questão 1 Antes do Experimento .....	102
Figura 22 – Resposta do Aluno A8 a Questão 1 Após o Experimento .....	102
Figura 23 – Resposta do Aluno B7 a Questão 2 Antes do Experimento .....	103
Figura 24 – Resposta do Aluno B7 a Questão 2 Após o Experimento .....	103
Figura 25 – Resposta do Aluno A8 a Questão 4 Antes do Experimento .....	105
Figura 26 – Resposta do Aluno A8 a Questão 4 Após o Experimento .....	105
Figura 27 – Resposta do Aluno B1 a Questão 5 Antes do Experimento .....	106
Figura 28 – Resposta do Aluno B1 a Questão 5 Após o Experimento .....	106

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios para a Revisão Sistemática da Literatura.....	18
Quadro 2 – Resultado da Busca da Revisão Sistemática da Literatura .....	21
Quadro 3 – Descrição da Situação 1 da Atividade Experimental 1 .....	59
Quadro 4 – Descrição da Situação 2 da Atividade Experimental 1 .....	60
Quadro 5 – Descrição da Situação 3 da Atividade Experimental 1 .....	61
Quadro 6 – Descrição da Situação 1 da Atividade Experimental 2 .....	63
Quadro 7 – Descrição da Situação 2 da Atividade Experimental 2 .....	65
Quadro 8 – Descrição da Situação 3 da Atividade Experimental 2 .....	67
Quadro 9 – Descrição da Situação 1 da Atividade Experimental 3 .....	69
Quadro 10 – Descrição da Situação 2 da Atividade Experimental 3 .....	70
Quadro 11 – Descrição da Situação 1 da Atividade Experimental 4 .....	73
Quadro 12 – Descrição da Situação 2 da Atividade Experimental 4 .....	74
Quadro 13 – Panorama da Participação dos Alunos na Pesquisa.....	78
Quadro 14 – Resultado do Questionário Prévio da Atividade 1 .....	95
Quadro 15 – Resultado do Questionário Pós da Atividade 1 .....	95
Quadro 16 – Resultado do Questionário Prévio da Atividade 2 .....	98
Quadro 17 – Resultado do Questionário Pós da Atividade 2 .....	98
Quadro 18 – Resultado do Questionário Prévio da Atividade 3 .....	101
Quadro 19 – Resultado do Questionário Pós da Atividade 3 .....	101
Quadro 20 – Resultado do Questionário Prévio da Atividade 4 .....	103
Quadro 21 – Resultado do Questionário Pós da Atividade 4 .....	104

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação do Desempenho dos Alunos Pré e Pós Atividade 1 .....	96
Gráfico 2 - Comparação do Desempenho dos Alunos Pré e Pós Atividade 2 .....	99
Gráfico 3 - Comparação do Desempenho dos Alunos Pré e Pós Atividade 3 .....	102
Gráfico 4 - Comparação do Desempenho dos Alunos Pré e Pós Atividade 4 .....	104

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	13
1 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA .....	16
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	17
1.2 DESCRIÇÃO DA REVISÃO SISTEMÁTICA .....	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	27
2.1 A TEORIA DE APRENDIZAGEM DE GÉRARD VERGNAUD.....	27
2.1.1 CAMPO CONCEITUAL .....	29
2.1.2 CONCEITO .....	30
2.1.3 SITUAÇÕES.....	31
2.1.4 ESQUEMAS .....	33
2.1.5 INVARIANTES OPERATÓRIOS .....	35
2.2 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DA FÍSICA .....	38
2.3 IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO.....	42
3 METODOLOGIA DA PESQUISA .....	43
3.1 OS SUJEITOS DA PESQUISA E A ESCOLA .....	45
3.2 OBJETIVO DA PESQUISA .....	47
3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	48
3.4 BAKHTIN.....	50
4 O PRODUTO EDUCACIONAL.....	54
4.1 KIT EXPERIMENTAL.....	54
4.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	57
4.2.1 EXPERIÊNCIA COM IMÃS .....	58
4.2.2 GERAÇÃO DE UM CAMPO MAGNÉTICO POR UMA CORRENTE....	63
4.2.3 AÇÃO DO CAMPO MAGNÉTICO SOBRE UMA CORRENTE.....	69
4.2.4 GERAÇÃO DE CORRENTE INDUZIDA.....	72
5 ANÁLISE DE DADOS .....	77
5.1 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS .....	79
5.2 ANÁLISE DOS VÍDEOS E SUAS TRANSCRIÇÕES.....	81
5.3 ANÁLISE DA OPINIÃO DO PROFESSOR.....	92
5.4 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS.....	94
6 CONSIDERAÇÕES.....	108
REFERÊNCIAS.....	110
APÊNDICES.....	115

## INTRODUÇÃO

Estudar Física sem ser através da experiência é como fazer curso de natação por correspondência. (Rodolpho Caniato)

O trabalho ao longo de dezessete anos como professor de eletrotécnica em uma escola técnica de nível médio e a constante preocupação pela busca de novas metodologias, que tornassem mais prazeroso e efetivo o processo de ensino-aprendizagem, foram os responsáveis pela escolha do tema deste trabalho.

Ao longo da minha trajetória profissional ministrei algumas vezes a disciplina Eletromagnetismo e pude constatar que se trata de um dos conteúdos que os alunos encontram maior dificuldade, quer seja pela complexidade no entendimento das variáveis eletromagnéticas no plano tridimensional, bem como pelas próprias operações matemáticas envolvidas. Estas questões se traduzem como impedimento para o processo de aprendizagem do Eletromagnetismo dentre os alunos do Ensino Médio.

Ao longo destes anos, em conversas com os professores de Física que ministram o conteúdo de Eletromagnetismo nas terceiras séries do Ensino Médio, pude constatar que esta opinião é consensual, ou seja, consideram o processo de ensino-aprendizagem do Eletromagnetismo pouco efetivo quando este conteúdo é trabalhado em sala de aula, haja vista, por exemplo, o baixo desempenho dos alunos durante a realização das provas.

Podemos entender as dificuldades na aprendizagem destes conceitos observando as metodologias utilizadas atualmente, com excesso de atenção dada às aulas expositivas, cuja abordagem privilegia a aplicação de fórmulas e a realização de exercícios repetitivos em detrimento de abordagens mais práticas e conceituais que possibilitem uma associação dos conteúdos ministrados com a realidade e/ou experiências pessoais dos alunos. Este processo encontra-se desgastado, pois não permite que a educação se torne um ato cognoscente, ou seja, pouco estimula a participação do aluno no processo de construção do conhecimento.

Segundo os professores é preciso buscar novos mecanismos para abordar os conceitos físicos, principalmente os mais complexos, como é o caso do Eletromagnetismo, pois o processo de ensino-aprendizagem não é efetivo.

Propondo novas metodologias de ensino, estimular-se-á o processo de aprendizagem. Esses métodos devem ser desenvolvidos com o objetivo de despertar o interesse e a curiosidade do aluno, possibilitando, com isso, um olhar diferente do mundo que o cerca e estimulando-o na construção do conhecimento a partir da sua própria realidade. Freire (1987, apud AZEVEDO et al., 2009, p. 3), afirma que a educação libertadora não pode ser um ato de depósito de conteúdos, mas sim o da problematização dos homens em suas relações com o mundo.

Na discussão de novas metodologias, percebe-se que há certo consenso de que a aprendizagem se torna mais efetiva quando é possibilitada ao aluno a realização de atividades práticas planejadas e com objetivos bem definidos, com vistas a enriquecer e favorecer a construção de conhecimento a partir dos conteúdos que estão sendo abordados.

Parte-se assim da hipótese que a realização de experimentos de custo baixo, durante as aulas de Eletromagnetismo, desenvolvidos e aplicados à luz da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, melhorará o processo de aprendizagem, facilitando a prática docente, aumentando a satisfação dos alunos e seu desempenho nos processos de avaliação da disciplina.

A proposta deste trabalho é perceber e analisar se a utilização de experimentos de baixo custo contribuirá com o processo de aprendizagem do Eletromagnetismo em duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio/Técnico em Administração de uma Escola Técnica Estadual localizada no Bairro do Jardim América na cidade do Rio de Janeiro.

Como produto educacional final, este trabalho desenvolverá e construirá, além da pesquisa, uma série de experimentos de baixo custo com facilidade de montagem e aplicação (Kit Experimental), acompanhados de uma Sequência Didática que oriente a sua realização, a fim de que possam ser utilizados nas diversas realidades de escolas de Ensino Médio.

Com a pesquisa, buscamos responder à seguinte questão norteadora: “A Conceitualização, possibilitada a partir da inserção de experimentos de baixo custo no processo de aprendizagem do Eletromagnetismo, facilita o desenvolvimento dos alunos? ”

Este trabalho está dividido em seis capítulos. O Capítulo 1 apresenta a revisão sistemática da literatura, baseada especificamente na consulta aos trabalhos encontrados no banco de dados do Google Acadêmico. Esta revisão tem como objetivo principal mostrar a quantidade de trabalhos realizados nos últimos cinco anos sobre experimentação no ensino de Física que usaram como referencial teórico a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, adotando a realização de experimentos como um possível facilitador do processo de aprendizagem de conceitos físicos.

O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico da pesquisa e está dividido em duas partes: A Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud e A Experimentação no Ensino da Física. Neste capítulo são apresentados os conceitos fundamentais para a compreensão da teoria de Vergnaud e a importância da utilização de experimentos no ensino da Física.

No Capítulo 3 é apresentada a Metodologia da Pesquisa, separada em itens que definem: os sujeitos da pesquisa, seus objetivos, os instrumentos de coleta de dados e a teoria de Bakhtin que será empregada para análise das entrevistas e das gravações das aulas.

No Capítulo 4 será apresentado o Produto Educacional, composto de um Kit Didático que permite a realização dos experimentos propostos e uma Sequência Didática, desenvolvida para possibilitar a aplicação destes nas diversas realidades do Ensino Médio.

No Capítulo 5 são apresentadas as análises dos dados, realizadas a partir dos dados coletados durante a pesquisa.

O Capítulo 6 ressalta as considerações parciais desta pesquisa.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas.



## 1. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Face ao crescimento acelerado da informação científica, torna-se importante e necessário, antes de iniciarmos nossas pesquisas, realizar a revisão da literatura, pois esta visa auxiliar o pesquisador no seu cotidiano de trabalho. Segundo Mancini e Sampaio (2007) as revisões sistemáticas da literatura são desenhadas para serem metódicas, explícitas e possíveis de reprodução, servindo para nortear o desenvolvimento de projetos, indicar novos rumos para futuras investigações e identificar os métodos de pesquisa que foram utilizados em uma determinada área.

Para Conforto et al. (2011), a revisão sistemática da literatura possui caráter exploratório, permitindo maior familiaridade do pesquisador com o problema e uma avaliação rigorosa e confiável das pesquisas realizadas dentro de um tema específico. Segundo os autores, uma pesquisa da forma sistemática e rigorosa contribui para o desenvolvimento de uma base sólida de conhecimento, facilitando o desenvolvimento da teoria nas áreas em que já existem pesquisas e permitindo a identificação de lacunas na teoria que podem ser exploradas por outros pesquisadores.

A partir da adoção de um conjunto de passos, técnicas e ferramentas específicas, é possível alcançar maior qualidade nas buscas e resultados, ou seja, compreender o estado da arte sobre o assunto pesquisado.

Revisão bibliográfica sistemática é o processo de coletar, conhecer, compreender, analisar, sintetizar e avaliar um conjunto de artigos científicos com o propósito de criar um embasamento teórico-científico (estado da arte) sob um determinado tópico ou assunto pesquisado. (CONFORTO et al., 2011, p.3)

Para Kitchenham (2004 apud CONFORTO, 2011), existem razões mais específicas que justificam o uso da revisão sistemática da literatura, quais sejam:

- Consolidar evidências e resultados obtidos em estudos anteriores sobre o tema de interesse;
- Identificar lacunas na teoria e pesquisas recentes como embasamento para o aprimoramento das pesquisas;

- Formar embasamento e modelos teóricos para posicionar apropriadamente novos temas e oportunidades de pesquisa, refutar, validar hipóteses ou criar novas hipóteses sobre um determinado tema de pesquisa.

### 1.1. Definição do Problema

A definição do problema é o ponto de partida da revisão sistemática da literatura. O problema deve ser claro, preciso, empírico, suscetível de solução e delimitado a uma dimensão viável (CONFORTO, 2011). Este problema deve ser apresentado na forma de uma pergunta e a revisão sistemática da literatura buscará respostas a esta pergunta em estudos já publicados.

Questão da Revisão: Quais são as metodologias, as técnicas e as ferramentas de apoio à utilização de experimentos práticos no processo de aprendizagem do Eletromagnetismo à luz da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud?

### 1.2. Descrição da Revisão Sistemática

Kitchenham (2004, apud TOSTES, 2013) orienta que na execução da revisão sistemática da literatura devem ser considerados os seguintes itens:

. **Intervenção:** Trabalhos que apresentem como suporte teórico a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, voltados para a utilização de experimentos práticos no processo de aprendizagem do Eletromagnetismo.

. **Controle:** Não foi definido, ou seja, todos os trabalhos encontrados no Google Acadêmico e que forem selecionados a partir da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão que serão utilizados.

. **Efeito:** A partir das experiências relatadas, verificar quais são as metodologias, técnicas e ferramentas que foram utilizadas nos processos de aprendizagem do Eletromagnetismo, utilizando a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud.

. **População:** Artigos, dissertações e teses relacionadas à questão problema.

- . **Período:** Os últimos cinco anos, ou seja, de 2011 a 2015
- . **Aplicação:** Pesquisar as estratégias utilizadas a fim de promover a melhoria do processo de aprendizagem do Eletromagnetismo aos alunos do Ensino Médio.

O quadro 1 apresenta os critérios para a realização da revisão sistemática da literatura a partir da questão de pesquisa apresentada.

**Quadro 1** - Critérios para a Revisão Sistemática da Literatura

CRITÉRIO	DESCRIÇÃO
Seleção de Fontes	Será fundamentada em bases de dados eletrônicas, incluindo conferências e artigos. Será considerada, também, a busca por proceedings de conferências cuja temática seja o uso de experimentos no processo de aprendizagem do Eletromagnetismo à luz da Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud.
Palavras-chave	Campos Conceituais, Campos Conceituais de Vergnaud, experimentos de baixo custo, experimentos, procedimento experimental, Eletromagnetismo.
Idioma dos Estudos	Português
Métodos de Busca de Fontes	As fontes serão acessadas via web. No contexto desta revisão sistemática não será considerada a busca manual
Listagem de Fontes	Google acadêmico
Tipo dos Artigos	Teórico, Estudos Experimentais, Teses e Dissertações
Critérios de Inclusão de Artigos	Os artigos devem estar disponíveis na web. Os artigos devem considerar estudos da aplicação da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud no processo de aprendizagem do Eletromagnetismo com a utilização de experimentos práticos

### 1.2.1. Processo de Seleção dos Estudos Preliminares

Para a identificação de artigos pertinentes ao tema da investigação, o pesquisador aplicou a estratégia de busca, sendo os artigos identificados, selecionados através da leitura e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos.

Fundamentou-se a abordagem da qualidade na fonte para extração do material e na aplicação dos critérios de inclusão e exclusão dos artigos.

#### 1.2.2. Estratégia de Extração da Informação

Para cada estudo selecionado após a execução do processo de seleção, foram extraídos os seguintes dados:

- Título do artigo;
- Autores;
- Fonte;
- Tipo de artigo;
- Categoria;
- Contexto e tecnologia de aplicação;
- Descrição das técnicas utilizadas.

#### 1.2.3. Sumarização dos Resultados

Os resultados foram tabulados e análises foram realizadas para obter os materiais que expliquem a utilização de experimentos práticos no processo de aprendizagem do Eletromagnetismo à luz da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud.

#### 1.2.4. Busca

A primeira string<sup>1</sup> de busca utilizada para a questão de pesquisa apresentada foi:

“Campos Conceituais” + “Experimentos de Baixo Custo” + “Eletromagnetismo”

Para a primeira string de busca foram encontrados três trabalhos, porém, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão somente um deles foi selecionado e está apresentado no quadro 2, sob o número 1.

---

<sup>1</sup> String – “Termos escolhidos como direção para busca ou palavras chave da pesquisa” (Paula et al., 2016, p.34)

Devido ao resultado obtido com a primeira string fez-se necessária a aplicação da segunda:

“Campos Conceituais” + “Experimentos” + “Eletromagnetismo”

Como fruto da busca realizada com a segunda string, quarenta e nove resultados foram encontrados e, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, nove trabalhos foram selecionados, mas um deles já havia sido citado na busca com a primeira string. Os oito trabalhos selecionados são apresentados no quadro 2, sob os números 2 a 9.

Notamos que muitos trabalhos que apareceram durante a busca com a segunda string referem-se aos campos conceituais na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, portanto não atendendo às especificidades de nosso trabalho de pesquisa. Resolvemos então aplicar uma terceira string:

“Campos Conceituais de Vergnaud” + “Experimentos” + “Eletromagnetismo”

Como consequência da busca realizada com a terceira string, foram encontrados vinte e três resultados, porém, todos já haviam aparecido na busca realizada com a segunda string, portanto já haviam passado pelos critérios de inclusão e exclusão.

Não satisfeitos, ainda fizemos mais uma busca utilizando a quarta string:

“Campos Conceituais de Vergnaud” + “Atividades Experimentais” +  
“Eletromagnetismo”

A busca realizada com a quarta string encontrou dezesseis resultados, porém, treze já haviam aparecido na busca realizada com a segunda string, portanto, já haviam passado pelos critérios de inclusão e exclusão.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão nos três trabalhos restantes, eles não foram selecionados.

O quadro 2 apresenta um resumo dos trabalhos que foram considerados pertinentes durante a revisão da literatura.

**Quadro 2** – Resultado da Busca da Revisão Sistemática da Literatura

Item	Autores	Título	Tipo	Ano
1	Lucas de Paulo Lameu	Efeito Fotoelétrico no Ensino Fundamental: Uma Proposta à Luz da Teoria dos Campos Conceituais	Dissertação de Mestrado	2014
2	Aline Tiara Mota	Ensino e Aprendizagem da Astronomia Apoiado Pelas Tecnologias da Informação e Comunicação	Dissertação de Mestrado	2013
3	Lairane Rekovsky	Física na Cozinha	Dissertação de Mestrado	2012
4	Leonardo Albuquerque Heideman	Ressignificação das Atividades Experimentais no Ensino da Física Por Meio do Enfoque no Processo de Modelagem Científica	Tese de Doutorado	2015
5	Luís Paulo Basgalupe Moreira	Estudo de Circuitos Elétricos: Utilizando Simulação Computacional Para Preparar o Uso de Circuitos Reais	Dissertação de Mestrado	2014
6	Marcela Macedo Neves	Investigação dos Conceitos Quânticos Desenvolvidos Através de Representações Virtuais no Ensino da Física	Dissertação de Mestrado	2012
7	Marcos Pradella	Estudo de Conceitos da Termodinâmica no Ensino Médio por Meio de UEPS	Dissertação de Mestrado	2014
8	Mara Fernanda Parisoto	O Ensino de Conceitos de Eletromagnetismo, Ótica, Ondas e Física Moderna e Contemporânea Através de Situações de Medicina.	Dissertação de Mestrado	2011
9	Flavio Festa	Proposta Didática para Desenvolver o Tema Supercondutividade no Ensino Médio	Dissertação de Mestrado	2015

O trabalho de Lameu (2014) tem como objetivo analisar se os Invariantes Operatórios<sup>2</sup> da teoria de Vergnaud, utilizados pelos alunos do nono ano do Ensino Fundamental, durante a aplicação de um módulo didático, se aproximam dos conceitos e teoremas científicos dos efeitos fotoelétricos. Durante a aplicação destes módulos didáticos, três aulas, montadas à luz da teoria de Vergnaud, foram aplicados questionários aos alunos e realizados experimentos de baixo custo com vistas a comprovar as hipóteses levantadas pelo autor. Esta teoria serviu como instrumento de planejamento e de análise das atividades de intervenção didática. A organização dos dados foi feita utilizando-se como base metodológica a análise de conteúdo. O autor conclui seu trabalho apontando que o uso de experimentos de baixo custo foi importante para a introdução do efeito fotoelétrico no ensino fundamental, apresentando-se como uma importante ferramenta durante a criação de situações<sup>3</sup>, possibilitando aos alunos a percepção de Conceitos-em-Ação e Teoremas-em-Ação.

O segundo trabalho, Mota (2013), apresenta um estudo sobre as contribuições das Tecnologias da Informação e Comunicação para o ensino e aprendizagem da Astronomia, a partir de aplicação de um curso, ministrado à distância, a um grupo de dezessete alunos do Ensino Médio. O trabalho também está fundamentado na teoria de Vergnaud, pois, segundo a autora, esta teoria fornece subsídios para a formulação de atividades mais frutíferas, que colocam o aluno como sujeito em ação. Ainda segundo Mota (2013) o repertório de Esquemas-em-Ação<sup>4</sup> é aumentado pelas possibilidades criadas pela simulação, animações e vídeos, apontando que a Teoria dos Campos Conceituais também auxilia no planejamento das aulas e avaliação da aprendizagem. A aplicação de um questionário antes do início do curso, a elaboração de situações no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) e as entrevistas, mostraram como o assunto foi

---

<sup>2</sup> Invariantes Operatórios - Um conjunto de Invariantes Operatórios pode ser utilizado pelo sujeito para analisar e dominar uma determinada situação pois possibilitam a percepção e a busca de informações. Todos os termos da teoria de Vergnaud estão definidos no capítulo seguinte.

<sup>3</sup> Situações – Para Vergnaud são as situações que dão sentido aos conceitos.

<sup>4</sup> Esquemas – Organização invariante do comportamento para uma determinada classe de Situações.

tratado pelos alunos e possibilitaram a identificação dos os Invariantes Operatórios. A autora conclui seu trabalho relatando que o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação é uma importante ferramenta, pois, as interações disponíveis nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem e simuladores contribuem para a identificação dos Invariantes Operatórios dos alunos. As intervenções também facilitam na medida em que aumentam a capacidade de abstração dos alunos.

Com o trabalho intitulado Física na Cozinha, a terceira autora, Rekovsky (2012), propõe a aprendizagem de conceitos de Termodinâmica e Eletromagnetismo a partir do uso de processos e equipamentos culinários, utilizando como fundamentação teórica de seu trabalho a teoria de Vergnaud. A pesquisa foi aplicada a vinte e nove alunos do terceiro semestre da educação de jovens e adultos (EJA) na disciplina de Física, quando foram realizados dez encontros semanais de noventa minutos cada. Segundo a autora, a proposta vai ao encontro da teoria de Vergnaud pois, segundo este teórico, o âmago do desenvolvimento cognitivo do sujeito se dá pelos processos de conceitualização e são as situações que dão sentido ao conceito. Como resultado, a avaliação da proposta foi positiva, tanto em termos de aprendizagem como em termos motivacionais. O interesse pela Física foi despertado e houve uma melhora na qualidade das respostas dos alunos sobre um determinado campo conceitual.

Heideman (2015) inicia seu trabalho apontando a forma dissociada como teoria e prática são tratadas no ensino da Física, como uma das possíveis causas das dificuldades que os estudantes têm para dar sentido aos conhecimentos científicos. A proposta de sua tese é ressignificar as atividades experimentais por meio do enfoque no processo de modelagem científica. A fundamentação teórica epistemológica baseia-se nas ideias de Hestenes, Mário Bunge e Gérard Vergnaud. O autor adota a concepção de que o processo de modelagem científica se constitui um campo conceitual, subjacente aos campos conceituais da Física. Esta tese ampara-se nas orientações metodológicas de Yin, que norteou os quatro trabalhos realizados, três empíricos e um teórico. Heideman (2015) conclui sua tese apontando que os alunos envolvidos na pesquisa encontraram grandes dificuldades ao enfrentar as situações propostas



nas atividades, demonstrando uma evolução muito tímida nas suas concepções. O autor abre uma série de possibilidades para que sua pesquisa seja ampliada com vistas a responder novos questionamentos.

No projeto aplicado aos alunos da disciplina Física e Eletricidade, no curso de Sistemas de Internet do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Moreira (2014) utilizou como fundamentação teórica a teoria de Vergnaud, propondo a utilização de softwares para que os alunos visualizem, a partir de atividades virtuais, as situações reais. Para o autor, o sujeito se apropria do conhecimento, que pode ser pensado e organizado em campos conceituais, ao longo de muito tempo, por meio de experiência, maturidade e aprendizado. Após a realização das atividades no software, os alunos em questão tiveram acesso a circuitos reais, montados em painéis apropriados, a fim de analisar seu desempenho. Com a pesquisa, pode-se comprovar que houve aprendizagem sugerindo que, de fato, as situações, apontadas por Vergnaud, é que dão sentido aos conceitos. Tais situações foram proporcionadas pela utilização de diferentes softwares de simulação e pelo painel de circuitos. O autor conclui informando que o estudo realizado foi ao encontro dos pressupostos de Vergnaud.

Para Neves (2014), de acordo com a teoria de Vergnaud, o aprendizado ocorre quando se adquirem, de forma integrada, representações, Invariantes Operatórios e situações em que se apliquem os conceitos. Apresenta como proposta de seu trabalho uma investigação da aquisição simultânea de representação e Invariantes Operatórios durante o uso de simulações sobre o fenômeno onda-partícula no experimento da dupla fenda. A autora justifica a utilização da teoria de Vergnaud como fundamentação teórica por ser a que mais se encaixa nas análises representacionais. A pesquisa de cunho qualitativo foi aplicada a alunos do Ensino Médio de uma escola em Boa Vista/RR. Um pré-teste foi realizado antes do contato dos alunos com o software de simulação e, após o seu contato com o software, foi aplicado um pós-teste e realizada uma entrevista a fim de verificar se houve ou não aprendizagem. Após a interpretação dos dados pôde-se perceber que a representação virtual favoreceu uma melhor compreensão dos conceitos abordados, dando lugar a novos Invariantes Operatórios e aumentando seu campo conceitual.

Pradella (2014) propõe o uso de quatro unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS) para proporcionar um aprendizado significativo aos estudantes a partir da utilização de materiais e recursos relacionados para o ensino dos conteúdos abordados, ou seja, a Termodinâmica. A elaboração das aulas e a seleção de materiais, artigos e animações, foram feitas à luz dos Conceitos Ausubelianos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. As situações propostas aos alunos estão ancoradas na teoria de Vergnaud, possibilitando a eles reconhecer, questionar, lembrar e desenvolver sua compreensão em relação aos conteúdos abordados. Após o fechamento das quatro UEPS's, o autor considerou satisfatório o aprendizado decorrente das estratégias desenvolvidas no trabalho, destacando seu papel motivacional, amplamente referenciado pelos alunos em seus relatórios. Também se notou mais clareza dos estudantes em relação aos conceitos abordados.

Em seu trabalho, Parisoto (2011) descreve a análise de três situações problema que fazem parte de um campo conceitual da Física aplicada à Medicina, para dar sentido aos conceitos do campo conceitual relativo a Ótica, Eletromagnetismo e Física Moderna. Para tanto, foi introduzida a Teoria dos Campos Conceituais e a Aprendizagem Significativa de Ausubel com o objetivo de encontrar possíveis Invariantes Operatórios, indícios de aprendizagem significativa e possíveis erros ou falta de conhecimento. A teoria de Vergnaud foi utilizada para criação de situações problema, filmes, modelagens e simulações computacionais. Ao final do curso foi aplicado um pós-teste a fim de identificar se as intervenções feitas tiveram resultado positivo no sentido de facilitar a aprendizagem significativa. Com os resultados obtidos na pesquisa de Parisoto (2011), ficou claro que houve melhora na aprendizagem significativa com a adoção da estratégia de aprendizagem proposta.

Finalizando, Festa (2015), utilizando como referencial teórico do seu trabalho a teoria de Vergnaud, narra a experiência didática de aplicação de um módulo que integrou o tópico supercondutividade em turmas de terceiro ano do Ensino Médio Regular de uma escola pública do Rio Grande do Sul, descrevendo com detalhes as situações problema e os recursos selecionados e utilizados.

Como procedimento metodológico, desenvolve aulas onde o conteúdo supercondutividade é trabalhado, utilizando uma série de materiais selecionados e produzidos pelo professor. Após a análise dos dados obtidos ao longo desta série de aulas, compreendeu-se a viabilidade do desenvolvimento deste tema, principalmente pela demonstração de interesse e curiosidade apresentados pelos alunos envolvidos. Esta teoria mostrou-se apropriada para o desenvolvimento deste tema, na medida em que desperta no professor uma melhor visão de como ensinar bem como possibilitar ao aluno, a partir da criação de situações, a construção do seu conhecimento.

Após a análise dos trabalhos publicados sobre o assunto, possibilitada a partir da revisão sistemática da literatura, pode-se ter uma compreensão melhor sobre o tema experimentação. Percebe-se que a teoria de Vergnaud vem sendo utilizada como referencial teórico de muitos trabalhos voltados para a área da Física, especificamente no estudo de muitos casos que envolvem a adoção de experimentos como estratégia para melhoria da aprendizagem.

Embora não encontrássemos trabalhos específicos sobre experimentos de baixo custo para o campo conceitual do Eletromagnetismo, pôde-se observar, a partir da análise dos trabalhos, a criação de situações fundamentadas na teoria de Vergnaud, quer seja pelo uso de softwares de simulação ou pelos experimentos em bancada, possibilitando a realização de várias pesquisas. Estas pesquisas analisaram o estabelecimento de Invariantes Operatórios por parte dos estudantes durante a realização das atividades propostas, bem como, a eficácia da criação de situações que possibilitam uma aprendizagem significativa. Alguns dos trabalhos também apresentaram o papel motivacional que as atividades experimentais despertam nos alunos que, via de regra, encontram-se desmotivados pelo ensino da Física realizado nos moldes tradicionais. Ficou claro ainda, durante a realização da pesquisa, que a utilização de experimentos é uma estratégia importante para a melhoria do processo de aprendizagem da Física em geral, facilitando ao professor a adoção da postura de mediador na construção do conhecimento, postura essa que deve aparecer em detrimento à passividade do processo.

Zz

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 – A Teoria de Aprendizagem de Vergnaud

A fundamentação teórica desta pesquisa está apoiada na teoria de aprendizagem de Gérard Vergnaud ou, como é conhecida, Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.

Em sua teoria, Vergnaud ampliou e redirecionou o foco das operações lógicas reais e das estruturas gerais do pensamento para o estudo do funcionamento cognitivo do sujeito em ação.

Plaisance e Vergnaud (2003) definem a Teoria dos Campos Conceituais como um quadro teórico que torna possível a integração, de um ponto de vista psicológico, de vários fatores considerados nos processos de ensino e de aprendizagem, quais sejam:

- a relação entre os processos a curto prazo, de aprendizado em situação, e os processos a longo prazo, do desenvolvimento cognitivo;
- a dialética entre uma visão do cognitivo em termos de competências e de esquemas, de um lado, e em termos de conhecimentos e de concepções expressas, de outro lado;
- o papel de mediações linguísticas e outras formas de mediação. (PLAISANCE e VERGNAUD, 2003, p. 75)

A Teoria de Vergnaud dá importância à interação social, à linguagem e à simbolização no progressivo e importante domínio de um campo conceitual pelos alunos, na medida em que contribuem para: “a oferta de situações favoráveis ao aprendizado, a mediação por parte das pessoas que o rodeiam, a utilização de formas linguísticas e de formas simbólicas para comunicar e representar.” (PLAISANCE e VERGNAUD, 2003, p.65)

Vergnaud toma como premissa que o conhecimento está organizado em campos conceituais cujo domínio, por parte do sujeito, ocorre ao longo de um longo período de tempo, pela experiência, maturidade e aprendizagem. Campo conceitual é, para ele, um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos, e operações de pensamento, conectados uns aos outros e provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição. O domínio de um campo conceitual não ocorre em alguns meses, nem mesmo em alguns anos. Ao contrário, novos

problemas e novas propriedades devem ser estudados ao longo de vários anos se quisermos que os alunos progressivamente os dominem. De nada serve tentar contornar as dificuldades conceituais; elas são superadas na medida em que são encontradas e enfrentadas, mas isso não ocorre de um só golpe. (MOREIRA, 2011, p.206)

Para Vergnaud, a conceitualização é a parte essencial dos processos cognitivos, ou seja, sua premissa ou sua pedra angular.

Os conhecimentos que o aprendiz tem sobre um tema, servem como alicerce à construção do conhecimento. Para Vergnaud, mesmo que errôneos estes conhecimentos são a base para a construção do conhecimento científico do conceito estudado. Cabe aos professores um papel muito importante nesta construção, na medida em que apresentam aos alunos diferentes situações que permitam a eles a modificação destes conceitos rumo ao conhecimento científico. Este importante papel de mediação, é de fundamental importância durante a realização deste processo de transformação e tem como finalidade principal ajudar os alunos a formar, em situação, novos esquemas.

Moreira (2011) resume a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud como:

...uma teoria cognitivista neopiagetiana que pretende oferecer um referencial mais frutífero do que o piagetiano ao estudo do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem de competências complexas, particularmente aquelas implicadas nas ciências e na técnica. (MOREIRA, 2011, p. 207).

E continua:

Campo conceitual é também definido por Vergnaud como um conjunto de problemas e situações cujo tratamento requer conceitos, procedimentos e representações de tipos diferentes, mas intimamente relacionados. (MOREIRA, 2011, p.208)

Para Brun (2000), embora a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud tenha sido elaborada a fim de explicar o processo de conceitualização das estruturas aditivas e multiplicativas<sup>5</sup>, ela não é específica da matemática. Ele justifica a utilização da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud no ensino das ciências da seguinte forma:

---

<sup>5</sup> Estruturas Aditivas e Multiplicativas – Definição dada por Vergnaud aos campos conceituais dos quais fazem parte, respectivamente, a adição/subtração e a multiplicação/divisão.

A teoria dos campos conceituais é uma teoria cognitivista que visa fornecer um quadro coerente e alguns princípios de base para o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem das competências complexas, nomeadamente daquelas que revelam das ciências e das técnicas. (BRUN, 2000, p.155)

Optou-se pela utilização da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud como suporte teórico deste trabalho de pesquisa pois esta teoria nos permite compreender a aprendizagem do indivíduo através de situações, ou seja, a atuação dele frente a estas situações o torna um “sujeito-em-ação”. Esta análise e investigação do “sujeito-em-ação” é o cerne da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. Para Vergnaud (2014), a análise de uma situação, sua representação e a busca/aplicação de soluções, bem como, o recomeço no caso de fracassos fazem parte do processo psicológico fundamental da vida.

Esta teoria nos permite elaborar uma série de atividades que permitem uma abordagem mais eficiente dos conteúdos desde a fase de elaboração das aulas até a fase de avaliação do aluno.

As subseções apresentadas a seguir descrevem os conceitos necessários para compreensão da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.

### 2.1.1 – Campo Conceitual

Para Vergnaud, um campo conceitual é constituído de uma variedade de conceitos que estão interligados e se relacionam a partir das situações enfrentadas pelo sujeito ao longo de sua vida. Neste processo de busca pelo domínio destas situações, o sujeito utiliza uma série de procedimentos, representações simbólicas e concepções. Para Bittar e Muniz (2009), um campo conceitual é ao mesmo tempo um conjunto de situações e um conjunto de conceitos.

Os campos conceituais são caracterizados pela presença de conceitos, procedimentos, linguagens e representações simbólicas e podem ser definidos como um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição. (VEGNAUD, 1982, apud RAUPP, 2010, p.43)

A Teoria de Vergnaud apresenta três argumentos que justificam a utilização do Campo Conceitual como forma de análise para a questão da obtenção do conhecimento:

- a) Um conceito não se forma dentro de um só tipo de situação;
- b) Uma situação não se analisa com um só conceito;
- c) A construção e apropriação de todas as propriedades de um conceito ou todos os aspectos de uma situação é um processo de muito fôlego, que se estende ao longo de anos, com analogias e mal-entendidos entre situações, entre concepções, entre procedimentos, entre significantes.

Vergnaud considera o campo conceitual como uma unidade de estudo para dar sentido às dificuldades observadas na conceitualização do real e, como foi dito antes, a teoria dos campos conceituais supõe que a conceitualização é a essência do desenvolvimento cognitivo. (MOREIRA, 2011, p.209)

A conceitualização é o núcleo do desenvolvimento cognitivo, portanto faz-se necessário dar especial atenção aos aspectos conceituais dos esquemas e a análise conceitual das situações nas quais os indivíduos desenvolvem seus esquemas, quer seja na vida cotidiana ou na escola. Isto nos leva a questão de conceito de Conceito na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.

### 2.1.2 – Conceito

A ideia de conceito é muito importante na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. Porém, se o intuito for o interesse pelo processo de ensino e de aprendizagem, esta ideia não pode ser reduzida apenas a uma definição, pois conceitos podem ter significados diferentes em contextos diferentes, podendo assumir sentido por meio da situação.

Para Plaisance e Vergnaud (2003), o Conceito (C) se forma a partir de um tripleto de conjuntos, segundo:

$$\mathbf{C = (S, I, R)}$$

Onde:

**S** – (Referente) – é o conjunto de situações que dão sentido ao conceito;

**I** – (Significado) – é o conjunto de invariantes associados aos conceitos, nos quais assenta a operacionalidade do conceito, ou o conjunto de invariantes operatórios associados ao conceito (objetos, propriedades e relações);

**R** – (Significante) – é o conjunto de representações linguísticas e não linguísticas que permitem representar simbolicamente o conceito, conseqüentemente, representar as situações e os procedimentos para lidar com elas.

Para estudar o desenvolvimento e o funcionamento de um conceito durante o processo de aprendizagem, é necessário considerar estes três planos simultaneamente.

Na verdade, os significantes (símbolos ou signos) representam os significados que são eles próprios de ordem cognitiva e psicológica. O conhecimento consiste ao mesmo tempo de significados e de significantes: ele não é formado somente de símbolos, mas também de conceitos e de noções que refletem ao mesmo tempo o mundo material e a atividade do sujeito nesse mundo material. (VERGNAUD, 2014, p.19)

Como um único conceito não se refere a um só tipo de situação e uma situação não pode ser analisada com um só conceito, é necessário falar-se em termos de Campos Conceituais.

As situações são a principal porta de entrada de um Campo Conceitual, haja vista que os conceitos se tornam significativos por meio destas.

Para Moreira (2011), um Campo Conceitual é, em primeiro lugar, um conjunto de situações, cujo domínio requer o domínio de vários conceitos de naturezas distintas.

### 2.1.3 – Situações

A situação ou referente é o conjunto de situações que dão sentido ao Conceito. Para Vergnaud, o conceito de situação não é o de situação didática, mas sim de tarefa. Além disso, a diversidade de situações a serem vivenciadas pelos alunos, para a construção do conhecimento, tem como fator imprescindível a efetividade deste processo de construção (BRAGA, 2004).



Outro sentido para definir situação é utilizado pelos psicólogos: “os processos cognitivos e as respostas do sujeito ocorrem em função das situações com as quais são confrontados” (VERGNAUD, 1990, apud RAUPP, 2010, p.48)

Duas ideias se destacam em relação ao sentido de situações:

- a) Variedade – Em certo Campo Conceitual existe uma grande variedade de situações.
- b) Histórica – Os conhecimentos dos alunos são moldados pelas situações que encontram e progressivamente dominam, particularmente pelas primeiras situações passíveis de dar sentido aos conceitos. Plaisance e Vergnaud (2003) ressaltam que muitas de nossas concepções vêm das primeiras situações que fomos capazes de dominar. As situações permitirão ao sujeito evocar os comportamentos e suas organizações, isto é, os esquemas, constituindo o sentido desta situação. De acordo com Vergnaud, podemos identificar duas classes de situações com as quais analisamos os processos cognitivos dos sujeitos em ação, quais sejam:
  - Na primeira, o sujeito possui todas as competências necessárias para resolver uma dada situação, em um momento específico de sua aprendizagem, ou seja, ele terá condutas automatizadas que darão conta de transpor as etapas e alcançar o resultado final.
  - Na segunda, o sujeito não possui todas as competências necessárias para resolver uma dada situação, os esquemas de que dispõe não darão conta de resolver o problema em questão, faz-se necessário a reflexão e a exploração a fim de lograr êxito em suas tentativas.

Para Brun (2000), é através das situações e problemas propostos que um conceito adquire sentido para o indivíduo, podendo ser teóricos ou práticos. Bittar e Muniz salientam a importância das situações dizendo: “A formação não consiste somente em palavras e textos. A confrontação a situações é indispensável” (BITTAR E MUNIZ, 2009, p.19)

A ideia de Campo Conceitual nos levou ao conceito de conceito como um triplete (referente, significado e significante); porém, como são as situações que dão sentido ao conceito, chegamos ao conceito de situação e dele ao de esquema, pois são os esquemas evocados no sujeito que dão sentido a uma dada situação. (MOREIRA, 2011, p.212)

Os experimentos propostos neste trabalho visam criar estas situações a fim de dar sentido aos conceitos do eletromagnetismo e, os esquemas evocados no sujeito, darão sentido às situações. Portanto, faz-se necessária a definição de esquemas, apresentada no item seguinte.

#### 2.1.4 – Esquemas

Em sua teoria, Vergnaud também trabalha com o conceito de esquemas, aos quais chama de organização invariante do comportamento para uma determinada classe de Situações. Segundo ele, são nestes esquemas que se devem pesquisar os conhecimentos-em-ação do sujeito, ou seja, os elementos cognitivos que fazem com que a ação do sujeito seja operatória. Para ele, esquema refere-se tanto a processos mentais inconscientes como atitudes conscientes que geram uma determinada ação.

O conceito de esquema designa essa atividade organizada que o sujeito desenvolve em face de uma certa classe de situações; e a história do sujeito pode, de alguns pontos de vista, ser descrita como a sequência das situações encontradas e progressivamente dominadas por ele. (PLAISANCE e VERGNAUD, 2003, p.66)

Para Zanella e Barros (2014), o conceito de esquema requer mais atenção pois é o ponto mais importante para analisar como o aluno adquire conhecimento, distinguindo o conhecimento nas suas formas predicativa e operacional.

Moreira (2011) afirma que um esquema gera ações e deve conter regras, mas não é um estereótipo pois esta sequência de ações depende e está intimamente ligada aos parâmetros da situação. Dependendo das características de cada situação particular, um esquema pode gerar diferentes sequências de ação, de coleta de informações e de controle.

O esquema é uma totalidade dinâmica funcional, uma organização invariante da conduta, quanto a uma certa classe de situações. Essa organização comporta objetivos e esperas, regras de ação, tomada de informação e de controle, e é estruturada por invariantes operatórios, isto é, conhecimentos adequados para selecionar a informação e processá-la

(conceitos-em-ato e teoremas-em-ato). (PLAISANCE e VERGNAUD, 2003, P.66).

Para Vergnaud, o desenvolvimento cognitivo do indivíduo consiste, sobretudo e principalmente, do desenvolvimento de um amplo repertório de esquemas, afetando esferas distintas da atividade humana.

Este repertório afeta esferas muito distintas da atividade humana e quando analisamos, por exemplo, os conteúdos da competência profissional de um indivíduo frequentemente observamos que junto a competências técnicas e científicas, propriamente ditas, estão, com peso considerável, competências sociais e afetivas. A educação, portanto, deve contribuir para que o sujeito desenvolva um repertório amplo e diversificado de esquemas, porém procurando evitar que esses esquemas se convertam em estereótipos esclerosados. (VERGNAUD, 1996, apud MOREIRA, 2011, p.213)

Para facilitar a compreensão dos esquemas, Vergnaud define aquilo que chama de ingredientes dos esquemas:

- 1) **Metas e Antecipações** – Um esquema se dirige sempre a uma classe de situações nas quais o sujeito pode descobrir uma possível finalidade de sua atividade e, eventualmente, submetas; pode também esperar certos efeitos e certos eventos;
- 2) **Regras de Ação do Tipo “se...então”** – Constituem a parte verdadeiramente geradora do esquema, aquela que permite a geração e a continuidade da sequência de ações do sujeito; são as regras de busca de informação e controle dos resultados da ação;
- 3) **Invariantes Operatórios (Teoremas-em-Ação e Conceitos-em-Ação)** - Dirigem o reconhecimento, por parte do indivíduo, dos elementos pertinentes à situação; são os conhecimentos contidos nos esquemas; são eles que constituem a base, implícita ou explícita, que permite obter a informação pertinente e dela inferir a meta a alcançar e as regras de ação adequadas;
- 4) **Possibilidade de Inferência (ou raciocínios)** – Permitem calcular, aqui e agora, as regras e antecipações a partir das informações e invariantes operatórios de que dispõe o sujeito, ou seja, toda a atividade implicada nos três outros ingredientes requer cálculos “aqui e imediatamente” em situação.

Os esquemas são frequentemente eficazes, porém, nem sempre são efetivos. A utilização de um esquema ineficaz para uma determinada situação, leva o indivíduo a mudar ou modificar o esquema. Para Moreira (2011), a relação entre situações e esquemas é a fonte primária da conceitualização, porém são os invariantes operatórios (conceitos em ação e teoremas em ação) que fazem a articulação essencial entre a teoria e a prática.

#### 2.1.5 – Invariantes Operatórios

Os conhecimentos contidos nos esquemas são designados “Conceitos-em-Ação” e “Teoremas-em-Ação” ou, segundo a expressão geral, “Invariantes Operatórios.

Os Invariantes Operatórios ou invariantes operacionais são componentes essenciais dos esquemas e determinam a diferença entre eles. Um conjunto de Invariantes Operatórios pode ser utilizado pelo sujeito para analisar e dominar uma determinada situação pois possibilitam a percepção e a busca de informações.

Teorema-em-Ação é uma proposição tida como verdadeira sobre o real. Já Conceito-em-Ação é um objeto, um predicado, ou uma categoria de pensamento tida como pertinente, relevante. Os Conceitos-em-Ação não são conceitos científicos, como de forma análoga os Teoremas-em-Ação também não podem ser considerados como princípios e leis da Física.

Para Vergnaud (2014), o desenvolvimento do pensamento se faz em etapas e certas grandes etapas são caracterizadas pela aquisição ou construção de novos invariantes operatórios.

Até que fossem aceitos pela comunidade científica, nas proposições iniciais dos cientistas, muitos princípios, leis e conceitos físicos, foram expressos sob a forma de Conceitos-em-Ação e Teoremas-em-Ação. Filho (2009) relata que Oersted, ao realizar os primeiros experimentos que culminaram com a descoberta do Eletromagnetismo, partiu de proposições distantes dos princípios e conceitos científicos. Oersted imaginava que, havendo presença de luz e calor (condutor rubro), seria mais provável a manifestação dos efeitos do campo

magnético ao redor do condutor. Para tal utilizou, durante a construção e realização do experimento, fios metálicos de pequena seção transversal. Como esta demonstração não causou forte impressão na plateia, Oersted aprimorou e repetiu seu experimento em julho de 1820, utilizando um aparelho galvanômetro melhor, com fios de maior seção transversal, fato este que produziu melhores efeitos, corroborando com a comprovação de sua descoberta. Este fato histórico exemplifica a utilização dos invariantes operatórios na percepção e busca de informações. Os invariantes operatórios de Oersted o permitiram analisar e dominar uma determinada situação. Suas primeiras conclusões certamente não foram similares as concepções de campo magnético atuais, porém, abriram caminho para o desenvolvimento de novas teorias.

Mota (2013) afirma que os Invariantes Operatórios são mais amplos e gerais, constituindo-se uma forma de pensamento ou expressão que utilizam termos que são contidos nos esquemas e nestes se assentam.

Ainda segundo Mota (2013), a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud tem como objetivo principal a conceitualização e os conceitos, leis e princípios científicos representam apenas uma pequena parte desta conceitualização.

Conceitos e teoremas explícitos constituem apenas a parte visível do iceberg da conceitualização: sem a parte escondida, constituída pelos invariantes operatórios, esta parte visível nada seria. Reciprocamente, só podemos falar dos invariantes operatórios integrados nos esquemas com auxílio das categorias do conhecimento explícito: proposições, funções proporcionais, objetos-argumentos. (VERGNAUD, 1993, apud ZANELLA E BARROS, 2014, p.21)

Para Mota (2013), em muitas das situações os alunos ainda não alcançaram maturidade cognitiva suficiente para compreender os fenômenos científicos, devido ao alto nível de abstração que exigem. Estes alunos não são capazes de explicitar os seus Conceitos-em-Ação e Teoremas-em-Ação. A falta de vocabulário adequado por parte dos alunos é uma dificuldade a ser superada nas escolas.

Segundo Braga (2004), o processo de ensino e de aprendizagem vigente, na maior parte das realidades, não oferece esta possibilidade aos alunos, ou seja, os alunos não são estimulados de forma a experimentar a diversidade de

situações que, segundo Vergnaud, são imprescindíveis à construção do conhecimento.

Numa postura mais realista, o aluno deveria ser considerado como construtor do seu conhecimento. Para Vergnaud, a construção do conhecimento é um processo lento e se processa pela resolução de problemas, no sentido mais amplo, de confronto com situações onde os conceitos são abordados (BRAGA, 2004).

A abordagem de alguns conceitos do Eletromagnetismo, a partir da utilização de experimentos de baixo custo, possibilitará ao professor trabalhar com as situações problemáticas que são citadas na Teoria de Vergnaud como essenciais ao processo de ensino e de aprendizagem. Estas situações problemáticas, proporcionadas pelos experimentos, servirão como facilitadoras no processo de construção do conhecimento dos conceitos envolvidos no processo de ensino e de aprendizagem.

O trabalho a partir de práticas experimentais também permite e estimula o papel de mediação do professor, tão necessário e importante nesta Teoria de Aprendizagem.

Para Zanella e Barros (2014) a Teoria dos Campos Conceituais proporciona o estudo das ações dos alunos e de suas condições de produção, registro e comunicação durante as situações de ensino e de aprendizagem. Para os autores, situações têm o mesmo sentido de atividades e ou de tarefas.

Neste processo de domínio progressivo dos Campos Conceituais por parte dos alunos, o professor tem uma importante tarefa, na medida em que oferece aos alunos suporte na situação a tratar, ajudando na escolha da informação e na evocação dos conhecimentos adequados.

Usando amplamente a linguagem e os símbolos, o professor exercerá esta função mediadora com maior facilidade se dispuser dos aparatos característicos dos procedimentos experimentais.

Os significantes linguísticos, e de maneira geral as formas simbólicas utilizadas no ensino (gráficos, diagramas, esquemas, quadros, álgebra) modificam o nível dos conhecimentos formados na ação em situação. (PLAISANCE E VERGNAUD, 2003, p.70)

Explicitado o referencial para compreensão do processo de aprendizagem, é preciso expor nossa perspectiva sobre a importância da experimentação no ensino de Física.

## **2.2 – A Experimentação no Ensino da Física**

Neste subitem introduziremos uma breve revisão narrativa sobre a experimentação no ensino da Física pois entendemos ser necessário trazer a perspectiva de alguns autores sobre a importância da experimentação no processo de aprendizagem.

O ensino das ciências, particularmente da Física e mais precisamente do Eletromagnetismo tem sido realizado, na maioria das salas de aula sem a utilização de aparatos experimentais que, segundo Azevedo et al. (2009), são importantes ferramentas didáticas no ensino da Física.

As atividades de laboratório constituem-se numa das mais importantes ferramentas didáticas no ensino das ciências e, em particular, no ensino da física. (AZEVEDO et al., 2009, p.1)

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), a experimentação é indispensável ao longo do processo de desenvolvimento das competências em Física, proporcionando ao aluno participação na construção do conhecimento. Ainda segundo os PCNEM é através da experimentação que se desenvolve no aluno a curiosidade e o hábito de questionar (BRASIL, 2000).

Em um artigo publicado pela Revista Pesquisa em Ensino de Química, intitulado: “O Papel da Experimentação no Ensino das Ciências”, Marcelo Giordan aborda o tema da importância da experimentação no ensino das ciências (GIORDAN, 1999):

É de conhecimento dos professores de ciências o fato de a experimentação despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização. Em seus depoimentos, os alunos também costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa de que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas em pauta (GIORDAN, 1999, p.43)

Segundo o autor, a abordagem experimental é fator essencial para a elaboração do conhecimento científico haja vista que a organização deste conhecimento permeia os processos de investigação. Mais adiante, continua analisando a importância do tema, dizendo:

Numa dimensão psicológica, a experimentação, quando aberta às possibilidades de erro e acerto, mantém o aluno comprometido com sua aprendizagem, pois ele a reconhece como estratégia para resolução de uma problemática da qual ele toma parte diretamente, formulando-a inclusive. (GIORDAN, 1999, p.46)

Esta linha que considera a experimentação como uma oportunidade para o desenvolvimento do processo investigativo dos alunos também é defendida por Pereira e Aguiar (2002):

No atual ensino da Física, as atividades experimentais, na maioria das escolas, raramente fazem parte das aulas, e quando ocorrem, estão associadas à manipulação de materiais/aparatos, limitando-se à observação superficial de fenômenos físicos, não viabilizando a necessária reflexão e as condições para desenvolver o processo investigativo. (PEREIRA e AGUIAR, 2002, p.71)

Azevedo et al. (2009) também afirmam a necessidade de se associar atividades experimentais às expectativas dos estudantes e aos contextos sociais numa postura problematizadora e investigativa. Problematizadora, segundo os autores, no sentido emprestado por Paulo Freire, como podemos ver a seguir:

Neste sentido, a educação libertadora, problematizadora, já não pode ser um ato de depositar ou de narrar, ou de transferir, ou de transmitir conhecimentos e valores aos educandos, meros pacientes, á maneira da educação bancária, mas um ato cognoscente. (FREIRE, 1998, apud AZEVEDO, et al., 2009 p.3)

Assim, os processos de experimentação, quando bem conduzidos pelo professor, estimulam o processo de autonomia do aluno no processo de construção do conhecimento.

A experimentação também apresenta uma dimensão cognitiva, baseada na concepção de modelos mentais, permitindo uma conexão entre o fenômeno com que se tem contato e sua representação (MOREIRA, 1996, apud GIORDAN, 1999, p. 47).



Uma série de dificuldades encontradas pelos professores de Física na educação básica da rede pública de ensino, durante o processo de construção do conhecimento com seus alunos, é descrita por Portela e Camargo (2012). Em seu artigo os autores alertam que grande parte destas dificuldades advém do tratamento do conhecimento baseado em saberes exatos e inquestionáveis, fato que dificulta a construção do conhecimento contextualizada. Explicitam que este modelo de ensino, baseado em saberes exatos e inquestionáveis, leva os alunos à desmotivação. Os autores sinalizam para uma epistemologia que leve em consideração a realização de experimentos práticos durante as aulas de Física como uma alternativa a formação cognoscente dos alunos.

Em artigo publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física, intitulado: “Atividades Experimentais no Ensino da Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades”, Araújo e Abib analisam as produções recentes sobre a utilização da experimentação como estratégia no ensino da Física:

De modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e cognoscente. (ARAÚJO e ABIB, 2003, p.176)

De acordo com Araújo e Abib (2003), os resultados da investigação realizada nas produções recentes sobre a utilização da experimentação, reforçam que:

...há uma ampla gama de possibilidades de uso de atividades experimentais no ensino médio, que vão desde as atividades de verificação de modelos teóricos e de demonstração, geralmente associados a uma abordagem tradicional de ensino, até a presença já significativa de formas relacionadas a uma visão construtivista de ensino, representadas por atividades de observação e experimentação de natureza investigativa. (ARAÚJO e ABIB, 2003, p.191)

Fazendo uma análise de diversos artigos publicados sobre o uso da experimentação como estratégia de ensino entre os anos de 1992 e 2001 na Revista Brasileira de Ensino de Física (SBF) e no Caderno Catarinense de Ensino de Física (UFSC), Araújo e Abib (2003) constatam que 20,7% dos artigos analisados estavam relacionados à área de conhecimento do Eletromagnetismo.

Em 2009, em pesquisa semelhante, Azevedo et al (2009), fazendo um levantamento a partir de artigos publicados em nove das principais revistas em ensino de ciências no Brasil, constatam que 18% referem-se ao mesmo conteúdo, ou seja, ao Eletromagnetismo. Estas constatações demonstram a grande preocupação dos pesquisadores sobre o tema em questão. Os artigos citados ressaltam que grande parte dos experimentos propostos está baseada na utilização de materiais de fácil aquisição, ou seja, acessíveis à realidade da maioria das escolas, mesmo aquelas que não dispõem de laboratório específico para estas práticas. Ressaltam também que a realização dos experimentos melhora a aprendizagem ao possibilitar a criação de situações facilitadoras, gerando conflitos cognitivos e incluindo os estudantes nos processos de ensino e de aprendizagem. Estas práticas favorecem a elaboração de conhecimentos, conceitos e significados.

Para Araújo e Abib (2003), todos os autores são unânimes quando da defesa do uso de atividades experimentais e destacam dois aspectos fundamentais pelos quais acreditam na efetividade desta estratégia:

- a) As atividades experimentais têm a capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, fomentando a criatividade e seu interesse, envolvendo-os no processo de aprendizagem.
- b) As atividades experimentais proporcionam um ambiente motivador, estimulante e agradável, rico em situações desafiadoras que, quando bem trabalhadas pelo professor, tornam a aprendizagem significativa.

Neste sentido, Pereira e Aguiar (2002) ressaltam o importante papel do professor na condução destes experimentos de maneira a torná-los fundamentais na construção do conhecimento.

O professor é o mediador entre o tranquilo e a inquietude, entre o senso comum e o conhecimento científico. O aluno deve sair da postura passiva de ouvinte e participar ativamente das aulas, perguntando, expondo suas ideias, apresentando sugestões para a solução de problemas. (PEREIRA e AGUIAR, 2002, p.72)

Na visão de Giordan (1999), a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar a partir de atividades investigativas e a experimentação, necessariamente, deve ser tomada como parte integrante deste processo.

### 2.3. – Implicações Para o Ensino

Pode-se notar que, segundo Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, para que o aluno tenha uma aprendizagem efetiva é extremamente necessário que haja uma mediação entre ele e outros indivíduos, quer seja o professor, seus colegas de classe, sua família e etc.

Embora muito da aprendizagem do aluno suscite de sua própria ação, de suas reflexões ao longo da vida e experiências pessoais, Vergnaud considera que esta ação de aprendizagem não se realiza sem a participação ou mediação do professor. Para ele, há muito implícito nos esquemas dos alunos e o professor tem um papel fundamental no sentido de auxiliar estes alunos a explicitar estes conhecimentos para que eles sejam analisados e aprimorados no sentido de se aproximarem aos conceitos científicos. Ainda segundo Vergnaud, as concepções prévias dos alunos contêm, teoremas-em-ação e conceitos-em-ação, devem ser trabalhados com vistas a evoluírem para conceitos científicos.

A mediação é necessária e uma das maneiras efetivas de desenvolver esta mediação é criando uma série de situações, nas quais os conceitos possam ser aplicados, no nosso caso em particular, os conceitos do Eletromagnetismo, buscando uma compreensão mais ampla destes conceitos por parte dos alunos.

Partimos da hipótese de que a Conceitualização, possibilitada a partir da realização de experimentos de baixo custo, durante as aulas de Física que abordem o conteúdo do Eletromagnetismo, facilita e torna mais efetivo o processo de aprendizagem dos conceitos envolvidos bem como permite e aprimora o trabalho de medição professor/aluno e aluno/aluno.

### 3. METODOLOGIA

Considerando a pergunta de partida “A conceitualização, possibilitada a partir da inserção de experimentos de baixo custo no processo de aprendizagem do Eletromagnetismo, facilita o desenvolvimento dos alunos?”, este capítulo apresenta a natureza da proposta de pesquisa a ser realizada durante a elaboração deste trabalho, assim como os procedimentos que serão adotados para coleta de dados. Carvalho (2005) ressalta que, apesar de uma metodologia de pesquisa não se resumir à coleta de dados esta é a sua principal função. Também será feita uma descrição do contexto onde a pesquisa será realizada e uma descrição do método de análise de dados.

Este trabalho é uma pesquisa com abordagem qualitativa de acordo com Ludke e André (2013). Este delineamento qualitativo se deve ao fato de que iremos interpretar a escrita, a fala, os gestos e as ações dos alunos e do professor. Segundo Ludke e André (2013), a pesquisa qualitativa pode ser identificada a partir das seguintes características:

- O investigador é o instrumento principal da pesquisa e o ambiente se constitui fonte direta de dados.
- Os dados coletados são predominantemente descritivos.
- Mais do que com os resultados e o produto, a preocupação está voltada para o processo.
- O pesquisador foca no significado.
- A análise dos dados segue um processo indutivo.

Ainda segundo as autoras, o contato direto do pesquisador com a situação estudada permite a obtenção de dados descritivos, retratando a perspectiva dos participantes. Hammel (2010, apud SOUSA, 2012), afirma que:

Ao se considerar a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados, a sala de aula se apresenta como um espaço profícuo para a realização da pesquisa qualitativa, considerando a necessidade do envolvimento direto do professor com os alunos, sujeitos da pesquisa, durante a tarefa de estudo e análise do tema em seu ambiente e ao fazer descrição dos fatos ali ocorridos. (HAMMEL, 2010, apud SOUSA 2012, p.72)

Sobre as pesquisas qualitativas direcionadas ao entendimento dos processos de ensino e de aprendizagem, Carvalho (2005) afirma que:

Dizemos que estas pesquisas são mais direcionadas porque não vamos procurar entender qualquer ensino, mas nos deter em aulas planejadas dentro de referenciais teóricos construtivistas dirigidas por professores que participam destes posicionamentos. (CARVALHO, 2005)

Ferreira (2016) aponta que a pesquisa qualitativa fornece abrangência suficiente para englobar múltiplas variantes, se tornando um dos métodos mais adequados para pesquisas na área da educação. Segundo o autor, este tipo de pesquisa proporciona uma melhor compreensão dos fenômenos e dos problemas ligados ao objeto de estudo e as contribuições para o campo educacional surgem a partir da perspicácia e aptidão do pesquisador em articular os dados obtidos, a literatura existente sobre o assunto e o método de análise dos dados.

A pesquisa qualitativa pode assumir várias formas. Este trabalho de pesquisa será um estudo de caso que, segundo Ludke e André (2013), precisa ser bem delimitado, com contornos bem definidos no desenrolar do estudo. Segundo as autoras, o estudo de caso apresenta as seguintes características:

- Visam à redescoberta
- Enfatizam a interpretação de um contexto
- Buscam retratar a realidade de forma profunda
- Usam várias fontes de informação
- Revelam experiências substitutas
- Procuram representar diferentes e conflitantes pontos de vista
- Utilizam uma linguagem e forma mais acessível

Como este trabalho de pesquisa utilizará a realidade da sala de aula, coletando e analisando dados após a aplicação de experimentos durante as aulas de Eletromagnetismo, pode-se verificar que as características acima descritas se aplicam neste contexto. Por exemplo, pretende-se buscar várias fontes de informação (questionário aplicado ao professor, entrevista realizada com os alunos, gravação de vídeos durante a realização das atividades experimentais e aplicação de questionários aos alunos, antes e depois da realização dos experimentos) e interpretar o contexto da realização das

atividades práticas, fatos que caracterizam esta pesquisa como um estudo de caso.

Para Gil (2009), nos estudos de caso, a análise e interpretação dos dados é um processo que se dá simultaneamente à sua coleta, iniciando com as primeiras entrevistas, observações, leituras e etc. Ao longo deste processo o pesquisador tem a possibilidade de refinar sua pesquisa. A análise de dados deste trabalho utilizará o modelo clássico que, segundo o autor, é a abordagem analítica mais utilizada nos estudos de caso. Para o autor, o modelo clássico de abordagem analítica:

Não se fundamenta numa orientação teórica, mas sim na prática desenvolvida por pesquisadores desde as primeiras utilizações do estudo de caso na pesquisa social. Não se trata, portanto, de um modelo analítico, pois o pesquisador é que desenvolve uma estrutura capaz de reunir, organizar e sumarizar os dados sem que haja vinculação a pressupostos teóricos ou modelos previamente estabelecidos. (GIL, 2009, p.93)

Baseado neste modelo, a análise de dados desta pesquisa está baseada em um dispositivo, criado pelo autor, baseado na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, cujo objetivo principal é analisar se nas situações proporcionadas pela utilização dos experimentos pode-se observar os sujeitos-em-ação, identificando possíveis invariantes operatórios e esquemas. Além disto, a observação dos diálogos nas entrevistas e gravações estará apoiada na teoria de Bakhtin.

Ainda segundo as ideias de Hammel (2010, apud SOUSA, 2012), que considera a sala de aula como um ambiente profícuo para pesquisa, torna-se necessária a descrição a respeito do contexto onde a pesquisa será realizada.

### **3.1 – Os Sujeitos da Pesquisa e a Escola**

Os estudos referentes a esta pesquisa tiveram como universo alunos de duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio/Técnico em Administração de uma Escola Técnica Estadual, localizada no bairro do Jardim América na cidade do Rio de Janeiro. As duas turmas analisadas, A e B, possuem, respectivamente, vinte e cinco e vinte e sete alunos, totalizando, portanto, um universo de

cinquenta e dois alunos. Trata-se de adolescentes com idade na faixa de quinze a dezoito anos, sendo trinta e dois do sexo feminino e vinte do sexo masculino.

O fato de trabalhar nesta instituição de ensino me levou a esta escolha, pois serviu como facilitador no momento do levantamento de dados e observação das atividades experimentais de baixo custo.

Os sujeitos da pesquisa foram todos os alunos das turmas escolhidas, convidados a colaborar a partir do preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que consta no Apêndice I deste trabalho. Após o aceite, obtido a partir da assinatura dos responsáveis e alunos no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordando com a participação na pesquisa, foi estabelecido o quantitativo real de participantes.

Todos os alunos das turmas em questão, que apresentaram a devida autorização de participação e estiveram presentes nos quatro momentos em que as atividades foram desenvolvidas, foram incluídos na pesquisa, sendo excluídos somente aqueles que não apresentaram a autorização ou aqueles que não estiveram presentes nos quatro momentos de aprendizagem. Portanto, após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão descritos, foram considerados na pesquisa dezoito alunos, nove em cada uma das duas turmas, sendo deste total dez do sexo feminino e oito do sexo masculino, igualmente distribuídos nas duas turmas.

Também foi consultado no processo o professor regente da disciplina de Física nas turmas em questão, cujo aceite se deu a partir da assinatura do (TCLE) que consta no Apêndice II deste trabalho.

A escola está localizada em um bairro de classe média baixa que faz divisa com municípios da baixada fluminense, especificamente, Duque de Caxias e São João de Meriti. Por existir um processo seletivo público para ingresso, a escola recebe alunos de muitas regiões do Rio de Janeiro e Baixada Fluminense, egressos de diversas realidades de Ensino Fundamental e Médio. Em geral a escola trabalha com um público que não apresenta grandes problemas de aprendizado e/ou disciplina.

São oferecidos cursos técnicos nas modalidades Integrado, curso diurno, e Subsequente, curso noturno. Na modalidade Integrado são oferecidos os cursos

técnicos de Administração, Análises Clínicas, Eletrotécnica e Turismo. Na modalidade Subsequente são oferecidos os cursos técnicos de Administração, Eletrotécnica, Informática e Turismo. Estão devidamente matriculados aproximadamente 1500 alunos. O corpo discente é composto por diferentes faixas etárias, porém, no curso Médio/Técnico de Administração, onde a pesquisa foi realizada, os alunos encontram-se na faixa etária de 14 a 18 anos.

### **3.2 – Objetivos da Pesquisa**

Para realização da pesquisa foi considerada a seguinte questão norteadora: “A conceitualização, possibilitada a partir da inserção de experimentos de baixo custo no processo de aprendizagem do Eletromagnetismo, facilita o desenvolvimento dos alunos? ”.

Objetiva-se analisar se a conceitualização, possibilitada a partir da inserção de experimentos de baixo custo, facilita o desenvolvimento dos alunos durante o processo de aprendizagem do Eletromagnetismo.

Como mecanismo para concretização da pesquisa, relaciono as seguintes questões, que serviram de guia para este processo.

- Identificar, junto aos alunos das turmas pesquisadas, se a inserção de experimentos de baixo custo nas aulas de Eletromagnetismo contribuiu para o processo de aprendizagem. (Analisando as entrevistas, gravações e questionários aplicados aos alunos)
- Verificar junto ao professor das turmas se a inserção de experimentos de baixo custo melhorou sua prática docente. (Analisando o questionário aplicado ao professor regente)
- Desenvolver, como Produto Educacional, uma série de experimentos de baixo custo e facilidade de montagem (Kit Experimental) e uma Sequência Didática para aplicação durante as aulas de Eletromagnetismo.



### 3.3 – Instrumentos de Coleta de Dados

A abordagem metodológica deste trabalho, por ser de cunho qualitativo, da forma estudo de caso, envolve a coleta de informações e a análise de dados, portanto foram utilizadas técnicas para coleta de informações e evidências durante a condução do trabalho de pesquisa. Para Castro (2009), as informações coletadas transformam-se em dados depois de tratadas, nas formas de registro e no tratamento empregado nos dados para análise.

Antes da realização da Sequência Didática<sup>6</sup> envolvendo quatro atividades, foi aplicado um questionário aos alunos, com diversas questões, abertas e fechadas, a fim levantar seus conhecimentos sobre o assunto. O modelo destes questionários encontra-se no Apêndice V deste trabalho.

Em seguida foi aplicada a Sequência Didática com os experimentos nas duas turmas, realizados em quatro momentos distintos para cada turma, onde foi utilizada a técnica da observação que, segundo Martins (2008), é um procedimento empírico de natureza sensorial que permite a coleta de informações, envolvendo a percepção sensorial do observador distinguindo-se, enquanto prática científica, da observação rotineira. Com auxílio de uma câmera de vídeo, todos os encontros foram gravados e posteriormente transcritos para texto e separados em turnos de fala (Apêndice VII), onde a participação dos alunos e do professor pode ser identificada. Este instrumento permite observar fala e gestos dos alunos e do professor durante o processo de mediação.

Posteriormente à realização dos experimentos de baixo custo, ao final dos quatro momentos, o mesmo questionário inicialmente aplicado aos alunos (Apêndice V), foi reaplicado, a fim de gerar informações sobre como a implementação destas práticas impactaram no processo de aprendizagem do Eletromagnetismo, buscando analisar se houve evolução dos alunos em relação aos conceitos trabalhados. Segundo Martins (2008), a utilização de questionários é um importante e popular instrumento de coleta de informações.

---

<sup>6</sup> A sequência didática será apresentada no capítulo seguinte

Buscando compreender o significado que os alunos atribuíram à realização dos experimentos, bem como, inferir sobre sua satisfação, foi realizada uma entrevista coletiva, a qual, segundo Martins (2008), deve ser realizada com base nas suposições e conjecturas do pesquisador. Para o autor, as entrevistas permitem levantar motivações, percepções e atitudes dos entrevistados em relação ao objeto de pesquisa. Esta entrevista foi aplicada a um grupo de dez alunos (cinco de cada turma), entrevistados em momentos distintos e escolhidos aleatoriamente. A estrutura desta entrevista encontra-se no Apêndice IV deste trabalho.

Os informantes-chave são fundamentais para um estudo de caso desta natureza, pois fornecem ao pesquisador percepções e interpretações de eventos, como também podem sugerir fontes alternativas para corroborar evidências obtidas de outras fontes, possibilitando, conforme a situação, o encadeamento de evidências: achado básico para um Estudo de Caso construído. (MARTINS, 2008, p.27)

Embora o foco desta pesquisa esteja no processo de aprendizagem, ao final dos quatro encontros também foi aplicado um questionário ao professor regente, com questões abertas e fechadas, conforme modelo que consta no Apêndice III deste trabalho. Com este questionário buscamos saber sobre a satisfação do professor em relação às aulas onde foram implementados os experimentos de baixo custo bem como sua posição em relação à melhoria da aprendizagem dos alunos após a participação nas atividades propostas. Para Castro (2009), os questionários com questões abertas permitem maior variedade e riqueza nas respostas.

Buscamos com esta diversidade de fontes de informações (questionários, observação e entrevista) possibilitar visões distintas do mesmo fenômeno, aumentando com isso a credibilidade das evidências. Esta diversidade de fontes de informação possibilitou uma triangulação de dados que segundo Carvalho (2005) valida nossas análises.

O professor regente da disciplina de Física nas duas turmas pesquisadas alinhou todo o seu trabalho de forma a culminar com o conteúdo Eletromagnetismo no final do ano letivo, período em que realizamos os quatro encontros com cada uma das duas turmas. Portanto, as atividades experimentais

aconteceram após o conteúdo Eletromagnetismo ter sido trabalhado em sala de aula. Os encontros aconteceram no decorrer dos meses de outubro e novembro de 2015, terceira e última das etapas do calendário escolar vigente. Cada um dos encontros foi realizado durante os dois tempos de aula previstos para a disciplina, ou seja, uma hora e meia cada.

Em função dos conteúdos que foram ministrados pelo professor nas turmas pesquisadas e, em comum acordo com ele, foram desenvolvidos e aplicados os seguintes experimentos:

- Campo magnético de um ímã
- Atração e Repulsão dos polos de um ímã
- Espectro do campo magnético de um ímã
- Geração de campo magnético a partir de uma corrente (Oersted)
- Regra de Ampère
- Força magnética em um condutor
- Lei de Faraday
- Lei de Lenz

Para facilitar a aplicação dos experimentos que foram propostos e desenvolvidos em parceria com o professor, bem como permitir que eles sejam futuramente replicados em outras turmas, foi desenvolvido o Produto Educacional deste trabalho, composto por um Kit Experimental e uma Sequência Didática, que será apresentado no capítulo seguinte.

### **3.4 – Bakhtin**

Para Castro (2009), a ênfase nas características dialógicas do discurso, na sua dimensão sócio-histórica-cultural, é o aspecto essencial da obra de Bakhtin, quando pensamos em Educação.

Entendemos que a utilização simultânea das ideias de Vergnaud e Bakhtin é possível pois encontramos algumas convergências entre estas teorias. Fica clara na teoria bakhtiniana a importância dada à mediação entre falante e ouvinte, num processo de interação ativa. Vergnaud também considera a

mediação como fator essencial na medida em que esta estimula os sujeitos, falantes e ouvintes/alunos e professor, a formar, em situação, novos esquemas.

Para Brait (2005a), a prosa se manifesta como um fenômeno de mediação, que age por contaminação, migrando entre as duas dimensões. Para a autora, esta mediação/migração não cabe nos limites da poética e, para dar conta das mensagens geradas neste contexto discursivo, “Bakhtin insinua um campo conceitual que foi legendado por ele como prosaica” (BRAIT, 2005a, p.154). Ao falar sobre o compromisso de Bakhtin com o conhecimento da linguagem como manifestação da vida e das relações culturais, Brait (2005a) afirma que:

Nesse sentido, suas formulações podem ser entendidas tanto como argumentos radicais de um debate teórico quanto pressupostos de um campo conceitual que estava tão somente esboçado. (BRAIT, 2005a, p.163)

Ao insinuar a prosaica como um Campo Conceitual, Bakhtin a analisa de uma maneira abrangente, não se limitando a exclusividade da fala, mas também aos procedimentos, conceitos e representações simbólicas.

Assim, Bakhtin entende que a prosa não nasce pronta, mas se refaz graças à dinâmica dos gêneros discursivos (BRAIT, 2005a). Segundo o próprio Bakhtin,

A riqueza e a diversidade dos gêneros do discurso são infinitas porque são inesgotáveis as possibilidades da multiforme atividade humana e porque em cada campo dessa atividade é integral o repertório de gêneros do discurso, que cresce e se diferencia à medida que se desenvolve e se complexifica um determinado campo. (Bakhtin, 2011, p. 262).

Bakhtin (2011) distingue os gêneros discursivos simples, da comunicação cotidiana, definidos por ele como gêneros primários, dos gêneros discursivos complexos, da comunicação produzida a partir de códigos culturais elaborados e que são definidos por ele como gêneros secundários. Os gêneros secundários são formações complexas elaboradas a partir da comunicação cultural organizada, em sistemas específicos como o da arte e da ciência. Para Brait (2005a), quando em contato, ambas as esferas (primária e secundária) se modificam e se complementam. Bakhtin (2011) afirma que no processo de sua

formação os gêneros secundários incorporam e reelaboram diversos gêneros primários formados na comunicação discursiva imediata.

Outro fator importante da teoria de Bakhtin diz respeito à diversidade de situações em que a linguagem é utilizada de um modo diferente como, por exemplo, em uma feira livre. Em algumas situações a linguagem é explorada em função da performance visual, vocal, gestual e do próprio espaço de interação. Esta questão gestual também é considerada um fator importante por Vergnaud, pois, para ele o sujeito, quando defrontado às situações, se utiliza de gestos, mesmo que involuntários, para externar seus invariantes operatórios.

Isso tem a ver com o uso da linguagem em esferas específicas da interação. Esse é apenas um exemplo singelo que não pretende esgotar o sistema semiótico em suas possibilidades discursivas, mas tão somente destacar uma metodologia de análise em que a enunciação é ambiente privilegiado do diálogo e das formas prosaicas em trânsito. Diríamos que o ambiente é a condição sem a qual o diálogo simplesmente não acontece. (BRAIT, 2005a, p.164)

Podemos estabelecer, a partir da citação anterior, uma relação entre o “as condições sociais” de Bakhtin e a “situação” de Vergnaud, sem os quais não acontecem, respectivamente, o diálogo e a aprendizagem.

Uma máxima do pensamento semiótico de Bakhtin afirma que: “quando estudamos o homem, buscamos e encontramos signos em toda parte e tratamos de compreender sua significação” (BAKHTIN, 1986, apud BRAIT, 2005b, p. 135).

Vamos agora desenvolver brevemente outros conceitos fundamentais para embasar nossas análises: enunciado, atitude responsiva e entonação.

Em nossas análises entendemos as respostas dos alunos como enunciados. Sobre o enunciado, sabemos que: “Não há enunciado isolado, todo enunciado pressupõe aqueles que o antecederam e todos os que o sucederão: um enunciado é apenas um elo de uma cadeia, só podendo ser compreendido no interior dessa cadeia” (JOBIM e SOUZA, 2001, p. 99). Assim, entendemos as situações de forma dinâmica e encadeada: “Cada enunciado é um elo na corrente complexamente organizada de outros enunciados” (BAKHTIN, 2011, p. 272). Além disso, o enunciado é composto pelo verbal e pelo extraverbal – silêncio, gestos e expressões.

Entendemos ainda que as respostas-enunciados são dotadas de uma atitude responsiva ativa – concorda ou discorda, sendo “Toda compreensão da fala viva, do enunciado vivo é de natureza ativamente responsiva (...); toda compreensão é preche de resposta, e nessa ou naquela forma a gera obrigatoriamente: o ouvinte se torna falante” (BAKHTIN, 2011, p. 271).

Por fim, ainda com relação ao extraverbal e como aponta Bakhtin, “*a entonação é o som que o valor faz*” (Clark e Holquist, p. 37). Ou seja, a entonação expressiva é um traço do enunciado: “Um dos meios de expressão da relação emocionalmente valorativa do falante com o objeto da sua fala é a entonação expressiva que soa nitidamente na execução oral” (BAKHTIN, 2011, p. 290 apud CATARINO, 2013).

Na realidade, não são palavras o que pronunciamos ou escutamos, mas verdades ou mentiras, coisas boas ou más, importantes ou triviais, agradáveis ou desagradáveis, etc. *A palavra está sempre carregada de um conteúdo ou de um sentido ideológico ou vivencial* – Grifo do autor (BAKHTIN, 2006, p. 98/99).

Dessa maneira, no capítulo cinco, buscaremos em nossas análises identificar e evidenciar o que está além do verbal, analisando silêncios, expressões faciais, gestos, entonações, ou seja, analisando o sujeito em situação o que só foi possível a partir da relação dos conceitos de Vergnaud-Bakhtin.

## 4 – O PRODUTO EDUCACIONAL

Os experimentos utilizados no ensino da Física, como recurso didático, possuem várias vantagens sobre textos e fala de professores, pois tornam certos aspectos dos fenômenos físicos mais acessíveis cognitivamente.

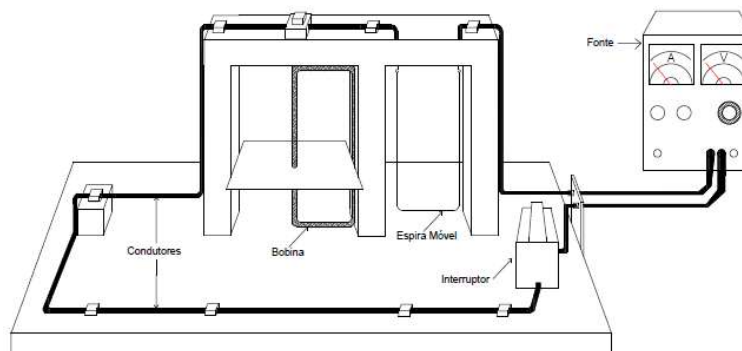
O Eletromagnetismo precisa, para melhor compreensão do comportamento de suas variáveis no plano tridimensional, de uma visualização. Acreditamos que esta visualização seja facilitada a partir da utilização de experimentos.

Buscando estes objetivos, em parceria com o professor de Física das turmas pesquisadas, foi construído um Kit Experimental e elaborada uma Sequência Didática para possibilitar e facilitar a aplicação dos oito experimentos descritos anteriormente. Ambos, Kit Experimental e Sequência Didática, compõem o Produto Educacional deste trabalho.

### 4.1 – Kit Experimental

O Kit Experimental foi desenvolvido considerando a utilização de materiais de baixo custo e facilidade de montagem, com vistas a possibilitar sua aplicação nas diversas realidades do Ensino Médio, onde a escassez de recursos, muitas vezes, inviabiliza a realização de atividades experimentais. A vista geral do Kit Experimental é mostrada na figura 1.

**Figura 1 - Vista Geral do Kit Experimental**



Fonte: Autoria Própria

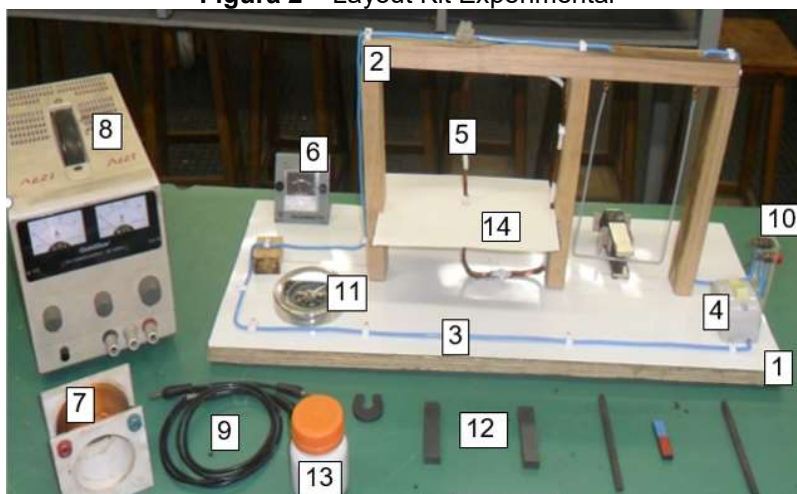
Trata-se de um Kit Experimental compacto e de fácil transporte, não necessitando de um ambiente específico para realização dos experimentos como, por exemplo, um laboratório de Física. Para seu funcionamento basta que a sala de aula disponha de uma fonte de tensão alternada de 127 ou 220 V, podendo ser montado e utilizado sobre a mesa do professor.

Para a construção do Kit Didático foram utilizados os seguintes materiais:

- 1 tábua de madeira com 15 x 40 cm (1)
- 1 metro de ripa de madeira de 2 x 2 cm (2)
- 2 metros de fio de cobre isolado de 1,5 mm<sup>2</sup> (3)
- 1 interruptor simples de sobrepôr (4)
- 20 metros de fio de cobre esmaltado (5)
- 1 galvanômetro de zero central (6)
- 1 bobina de 500 espiras (7)
- 1 fonte de tensão contínua variável 15 V / 3 A (8)
- 2 cabinhos com plug banana macho (9)
- 2 terminais fêmea tipo banana (10)
- 1 bússola (11)
- imãs de ferrite ou neodímio em formas de barra, cilíndrica e U (12)
- 1 pote com limalhas de ferro (13)
- 1 chapa de acrílico de 14 x 14 cm (14)

O layout do Kit Didático, com a devida identificação de seus componentes, é apresentado na figura 2.

**Figura 2** – Layout Kit Experimental



Fonte: Foto de Autoria Própria



Na figura 3 é apresentado o Kit Experimental devidamente acondicionado em sua maleta de transporte.

**Figura 3** – Maleta de Acondicionamento e Transporte



Fonte: Foto de Autoria Própria

Parte do material necessário para montagem do Kit Didático foi obtida a partir de material de refugo da própria escola, por exemplo, restos de madeira, pontas de fio, pedaço de acrílico, limalhas de ferro, plugs/bornes e fios esmaltados. Os demais componentes, necessários a montagem do Kit Didático, fonte de tensão, imãs, galvanômetro, bobina, bússola e maleta foram obtidos ao custo total de R\$ 350,00 (trezentos e cinquenta reais).

Se compararmos este valor com os valores praticados pelas empresas especializadas na venda de instrumentos, equipamentos e kits para laboratórios de Física, cujos montantes necessários à aquisição giram na faixa de milhares de reais, podemos considerar nosso projeto de baixo custo, ou seja, este custo pode ser absorvido pela escola sem grande impacto financeiro em seu orçamento.

Vale ressaltar ainda, que o maior investimento se refere a aquisição da fonte de tensão variável, ou seja, caso a escola já disponha de uma fonte ou algum de seus funcionários domine a eletrônica a fim de montá-la, o custo necessário para construção do Kit Experimental reduzirá para, aproximadamente, R\$ 200,00 (duzentos reais).

Ao longo de suas aulas, em preparação para o momento de realização dos experimentos, o professor das turmas pesquisadas ministrou os conteúdos que foram abordados durante a aplicação da Sequência Didática que foi desenvolvida e será descrita a seguir.

## 4.2 – Sequência Didática

Para Kobashigawa et. al (2008 apud LEAL, 2013), uma Sequência Didática é um conjunto de atividades e intervenções planejadas, etapa por etapa, pelo docente para que o entendimento do conteúdo ou tema proposto seja alcançado pelos discentes.

Com a aplicação da Sequência Didática busca-se um avanço na apropriação do ensino, possibilitando aos professores as intervenções necessárias e a identificação da concepção dos alunos sobre o tema proposto.

Para Leal (2013) a Sequência Didática é uma ação democrática aos discentes e quebra o paradigma de que o professor somente reproduz um conhecimento aos alunos. Ainda segundo a autora dois grandes objetivos são alcançados com o uso da Sequência Didática, quais sejam:

- Possibilitar ao aluno uma reflexão e apreensão acerca do tema proposto.
- Estender o conhecimento sobre o tema à vida cotidiana dos alunos.

A fim de explorar o conceito de “Esquema” da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, na aplicação desta Sequência Didática, será oportunizada aos alunos participantes a manipulação de todos os experimentos propostos. Para Régnier e Monin (2009), as atividades práticas mobilizam conhecimentos que nem sempre são visíveis e dizíveis, pois existe uma defasagem entre as formas operatória (prática) e predicativa (oral e escrita) do conhecimento. Para as autoras, a expressão perceptivo-gestual dos participantes, observada durante a realização das atividades práticas, possui núcleo conceitual passível de ser analisado. Acreditamos que, ao oportunizar esta manipulação, favoreceremos esta observação e posterior análise salientadas pelas autoras.

Para Séré et al. (2003), um experimento pode ser concebido considerando-se diferentes abordagens e, ao diversificar as atividades e abordagens, dando-lhes uma conotação mais de acordo com as atividades científicas, cria-se no aluno motivação e interesse para as atividades experimentais. “Concebe-se a experimentação como uma forma de favorecer o

estabelecimento de um elo entre o mundo dos objetos, o mundo dos conceitos, leis e teorias e o das linguagens simbólicas” (SÉRÉ et al., 2003, p. 30).

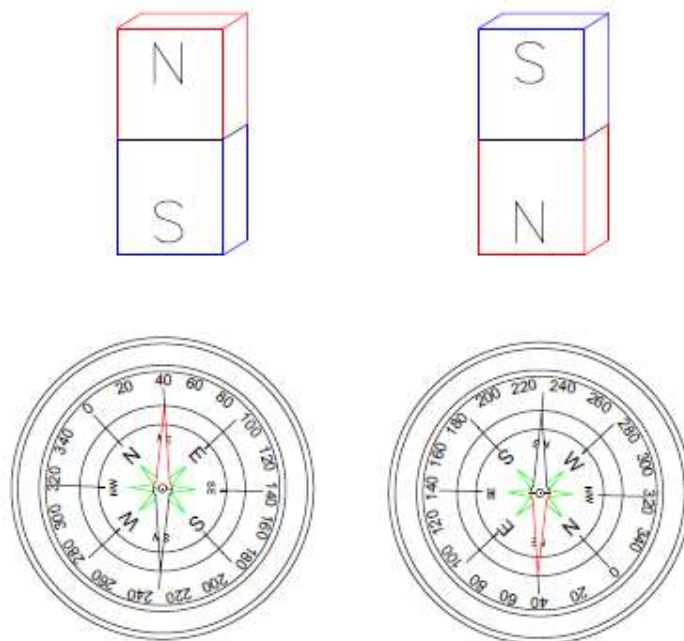
A fim de possibilitar diferentes atividades, com diferentes tipos de abordagens, este trabalho propôs e aplicou durante a realização dos experimentos uma Sequência Didática sobre o tema Eletromagnetismo, dividida em quatro atividades experimentais, conforme segue:

#### 4.2.1 – Atividade Experimental 1: Experiência com Imãs.

A base fundamental desta atividade deverá se concentrar nas características dos imãs: Polaridade, forças de atração e repulsão, campo e espectro magnético.

Os procedimentos e materiais necessários a execução das atividades são mostrados nos quadros 3, 4 e 5, respectivamente, para as situações 1, 2 e 3 que serão trabalhadas nesta atividade.

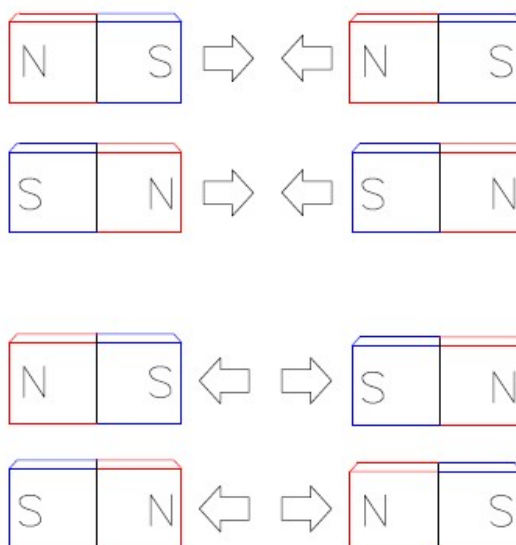
**Figura 4** – Identificação dos Pólos do Imã



Fonte: Autoria Própria

**Quadro 3** – Descrição da Situação 1 da Atividade Experimental 1

Variável Didática	Pólos Norte e Sul.
Objetivo Específico	Identificar os pólos Norte e Sul dos imãs
Material Necessário Para Realizar o Experimento	- 1 Bússola - 1 Imã em forma de barra
Procedimentos da Construção do Experimento	Colocando a bússola sobre a mesa, aproxima-se um imã em forma de barra, observando como o campo magnético do imã interfere na posição da agulha e identificando a partir da sua posição os pólos desconhecidos do imã, vide figura 4. Tomar o cuidado de não aproximar muito o imã para que ele não desmagnetize a agulha da bússola.
Procedimentos da Atividade	Nesta atividade trabalha-se o conceito de magnetismo, campo magnético e polaridade dos imãs. Sugere-se ao professor entregar aos alunos o imã e a bússola, convidando-os a manipularem os objetos a fim de que verifiquem os conceitos envolvidos.
Tempo Estimado	30 minutos
Comentários	Nesta atividade poderá ser proporcionado ao aluno o manuseio de imãs e da bússola a fim de que estes conheçam os materiais/instrumentos, conforme mostrado na figura 4. Objetiva-se que os discentes entendam o funcionamento da bússola e determinem os pólos de um imã com a sua utilização.

**Figura 5** – Forças de atração e repulsão

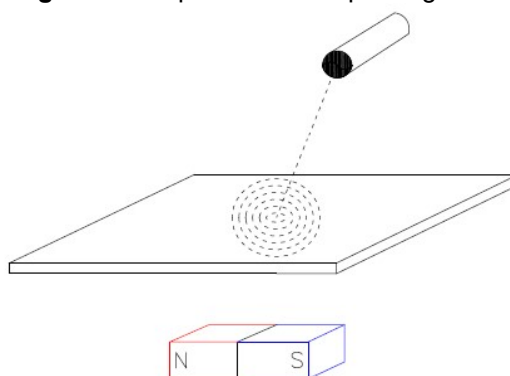
Fonte: Autoria Própria

**Quadro 4** – Descrição da Situação 2 da Atividade Experimental 1

Variável Didática	Forças de atração e repulsão
Objetivo Específico	Comprovar as forças de atração e repulsão existentes entre os pólos dos ímãs.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	- Dois ímãs em forma de barra
Procedimentos da Construção do Experimento	Com os pólos dos ímãs devidamente identificados, verificar como se processam as forças de atração e repulsão entre os pólos, aproximando o pólo Norte de um ímã com o Norte do outro ímã, o Sul com o Sul e o Norte com o Sul, conforme figura 5.
Procedimentos da Atividade	Nesta atividade pode-se trabalhar o conceito de força magnética, atração e repulsão dos pólos. Os alunos podem ser convidados pelo professor a manipular os dois ímãs em forma de barra, com pólos devidamente identificados, vide figura 5, verificando a existência das forças de atração e repulsão entre os pólos conforme a disposição dos ímãs.

	O professor pode ainda iniciar a atividade perguntando aos alunos o que acontecerá ao aproximarmos pólos iguais de dois ímãs e o que acontecerá no caso da aproximação de pólos diferentes.
Tempo Estimado	30 minutos
Comentários	Basicamente este experimento possibilitará ao aluno a verificação dos fenômenos da atração e repulsão entre os pólos dos ímãs, conhecida como Lei de Du Fay para pólos magnéticos (WOLSKI, 2005, p.15).

**Figura 6** – Espectro do campo magnético



Fonte: Autoria Própria

**Quadro 5** – Descrição da Situação 3 da Atividade Experimental 1

Variável Didática	Campo magnético do ímã.
Objetivo Específico	Comprovar a existência do campo magnético ao redor do ímã com suas respectivas linhas de força magnética, visualizando seu espectro.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Um ímã em forma de barra</li> <li>- Um ímã em forma de U</li> <li>- Um pote com limalhas de ferro</li> <li>- Uma folha de papel sulfite</li> </ul>
Procedimentos da Construção do Experimento	Colocar o ímã em forma de barra sobre a mesa e uma folha de papel sulfite suspensa sobre ele. Derramar aos poucos a limalha de ferro sobre o papel e observar a formação do espectro magnético, conforme figura 6.

Procedimentos da Atividade	Nesta atividade trabalha-se o conceito de campo magnético e suas linhas de força magnética. Sugere-se ao professor disponibilizar aos alunos um ímã em forma de barra, uma folha de papel sulfite e um recipiente com limalhas de ferro, convidando-os a colocar a folha sobre o ímã e a despejar lentamente a limalha de ferro sobre a folha a fim de que estes visualizem a formação do espectro do campo magnético. Caso esteja disponibilizado um ímã em forma de U pode-se sugerir a realização do mesmo procedimento com a utilização deste ímã. O professor pode perguntar aos alunos sobre suas concepções em relação à disposição das linhas de campo ao redor do ímã antes da realização do experimento.
Tempo Estimado	30 minutos
Comentários	Neste experimento os alunos poderão visualizar o campo magnético ao redor de um ímã bem como será verificada a formação do espectro do campo magnético presente ao redor do mesmo, vide figura 6, possibilitando ao discente a observação da região onde o ímã exerce sua influência e delineando as linhas de campo magnético com a utilização da limalha de ferro.

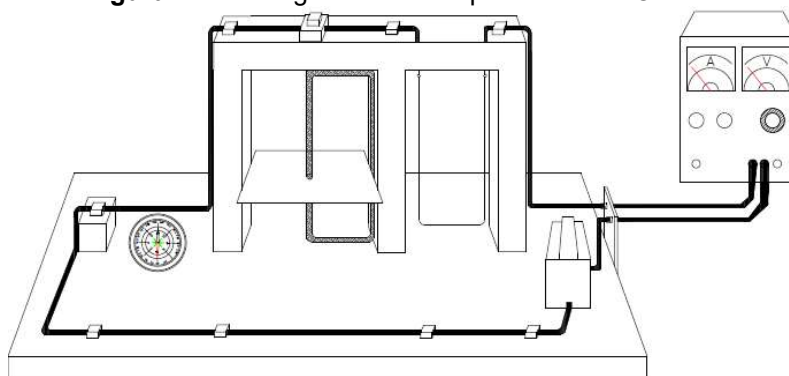
Nas três situações propostas na atividade um foi utilizada a abordagem de verificação. Para Oliveira (2010), as atividades de verificação são aquelas que servem para confirmar alguma Lei ou Teorema e proporcionam aos alunos a capacidade de interpretar parâmetros que determinam o comportamento dos fenômenos observados, articulando-os com os conhecimentos científicos que possuem e tornando o ensino mais realista e palpável. Séré (2003) afirma que neste tipo de abordagem o professor enfoca a teoria buscando estabelecer uma primeira relação entre ela e o mundo dos objetos.

#### 4.2.2 – Atividade Experimental 2: Geração de um Campo Magnético a partir de uma Corrente Elétrica.

A base fundamental desta atividade deverá se concentrar na experiência de Hanz Oersted, ressaltando a origem e a configuração do campo magnético ao redor de um condutor.

Os procedimentos e materiais necessários a execução dos experimentos são mostrados nos quadros 6, 7 e 8, respectivamente, para as situações 1, 2 e 3 que serão trabalhadas nesta atividade.

**Figura 7 – Montagem Para o Experimento de Oersted**



Fonte: Autoria Própria

**Quadro 6 – Descrição da Situação 1 da Atividade Experimental 2**

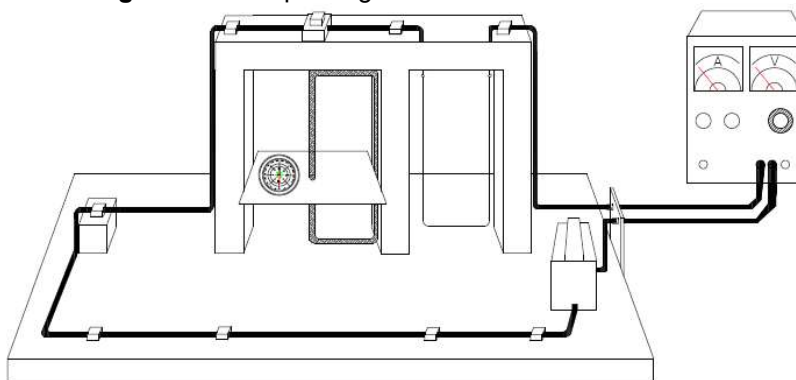
Variável Didática	A relação entre eletricidade e magnetismo.
Objetivo Específico	Comprovar a relação entre eletricidade e magnetismo.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	- 1 Bússola - 1 Fonte de tensão contínua variável (0 a 15 V / 3 A) - 1 Kit Experimental mostrado na figura 1
Procedimentos da Construção do Experimento	Montar o circuito conforme mostrado na figura 7. Inicialmente a bússola deve ser colocada por baixo do condutor, deixando o seu ponteiro alinhado à direção deste e, ainda com o circuito aberto, deve ser observada a posição do ponteiro da bússola. Fechando o circuito, a tensão da fonte deve ser aplicada, gradativamente, até a corrente atingir 2 A e novamente deve ser observado o



	<p>comportamento do ponteiro da bússola. Em seguida o sentido da corrente no circuito deve ser invertido, observando-se mais uma vez o comportamento do ponteiro da bússola. Ainda com o circuito energizado retira-se a bússola da parte de baixo, colocando-a sobre o condutor e observando o que acontece com o ponteiro.</p>
Procedimentos da Atividade	<p>Nesta atividade trabalha-se o conceito de campo magnético gerado por um condutor conduzindo corrente. Sugere-se ao professor disponibilizar aos alunos o circuito previamente montado e a bússola, convidando-os a manipular os objetos. O professor pode iniciar perguntando aos alunos se o ponteiro da bússola se sensibilizará caso ela seja aproximada do condutor, enquanto o circuito estiver aberto, propondo em seguida sua aproximação. O professor pode sugerir o fechamento do circuito e observar o procedimento dos alunos, conduzindo-os a observação da condição com circuito fechado. Finalizando, sugere-se suscitar uma discussão sobre o sentido do campo magnético, conduzindo a investigação dos alunos a fim de que eles constatem o sentido do campo em função do sentido da corrente elétrica. O experimento também pode ser conduzido de maneira que os alunos façam a mesma verificação com a bússola colocada embaixo e sobre o condutor, vide figura 7. Antes de possibilitar a realização do experimento o professor pode questionar os alunos sobre a existência ou não de campo magnético ao redor de condutores, conduzindo ou não corrente, o sentido do campo e da corrente e suas correlações.</p>
Tempo Estimado	30 minutos

Comentários	Neste experimento será trabalhado e discutido com os alunos o clássico experimento de Hans Oersted, mostrando ao aluno o comportamento da agulha da bússola nas condições de circuito aberto e circuito fechado, permitindo a comprovação da existência de um campo magnético ao redor do condutor conduzindo corrente. Ao colocar a bússola nas posições acima e abaixo do condutor comprovar-se-á os diferentes sentidos do campo ao redor do condutor, em função da posição da bússola e do sentido da corrente.
-------------	---

**Figura 8** – Campo Magnético ao Redor do Condutor

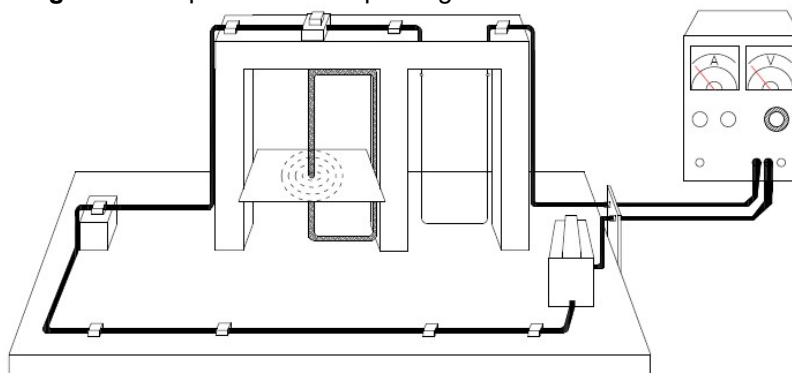


Fonte: Autoria Própria

**Quadro 7** – Descrição da Situação 2 da Atividade Experimental 2

Variável Didática	Campo magnético.
Objetivo Específico	Mostrar a disposição do campo magnético ao redor do condutor.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 Bússola</li> <li>- 1 Fonte de tensão contínua variável (0 a 15 V / 3 A)</li> <li>- 1 Kit Experimental mostrado na figura 1</li> </ul>
Procedimentos da Construção do Experimento	<p>Dispor a bobina do circuito na posição vertical, posicionando a bússola no plano perpendicular ao plano da bobina, conforme pode ser observado na figura 8. Colocar a bússola em várias posições ao redor da bobina</p>

	e observar o comportamento do ponteiro da bússola nas várias posições onde ela for colocada.
Procedimentos da Atividade	Nesta atividade trabalha-se o conceito de campo magnético ao redor de um condutor conduzindo corrente colocado na posição vertical a fim de comprovar a disposição perpendicular do campo em relação ao condutor. Sugere-se ao professor convidar os alunos a manipular a bússola, colocando-a ao redor do condutor, conduzindo-os a executar a verificação em diversas posições ao redor deste. Pode-se trabalhar a aplicação da regra da mão direita a fim de incentivar os alunos a inverter o sentido da corrente, constatando a inversão do sentido do campo. A partir de questionamentos o professor pode levantar o conceito da disposição do campo magnético em relação ao condutor, buscando esclarecer a perpendicularidade do campo magnético em relação aos condutores conduzindo corrente.
Tempo Estimado	30 minutos
Comentários	Esta experiência, ao dispor o condutor perpendicularmente ao plano, vide figura 8, possibilitará a discussão de que as linhas de campo magnético são circulares, concêntricas e perpendiculares em relação ao condutor, dando-se especial atenção ao tratamento das dificuldades da visualização tridimensional. Permite também trabalhar a regra prática da mão direita, indicando o sentido das linhas de campo em função do sentido da corrente. Para conseguir bons efeitos, o professor deverá utilizar uma bobina quadrada de 200 espiras para permitir a formação de um campo de maior intensidade.

**Figura 9** – Espectro do Campo Magnético ao Redor do Condutor

Fonte: Autoria Própria

**Quadro 8** – Descrição da Situação 3 da Atividade Experimental 2

Variável Didática	Campo magnético
Objetivo Específico	Mostrar o espectro do campo magnético ao redor do condutor.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 Bússola</li> <li>- 1 Fonte de tensão contínua variável (0 a 15 V / 3 A)</li> <li>- 1 Kit Experimental mostrado na figura 1</li> <li>- 1 Pote com limalha de ferro</li> </ul>
Procedimentos da Construção do Experimento	Dispor a bobina do circuito na posição vertical, conforme mostrado na figura 9, colocando uma folha de papel sulfite sobre o plano perpendicular à bobina. Espalhar, gradativamente, limalha de ferro neste plano a fim de comprovar a forma e a distribuição das linhas de campo magnético. Inverter o sentido da corrente no circuito e observar o que acontece com as limalhas.
Procedimentos da Atividade	Nesta atividade trabalha-se o conceito do espectro e sentido do campo magnético ao redor de um condutor conduzindo corrente. O professor pode entregar aos alunos um recipiente com limalha de ferro e uma folha de papel sulfite a fim de possibilitar a estes a comprovação da concentricidade do campo magnético ao redor do condutor conduzindo corrente. Sugere-se ao professor convidar os alunos a fazer uma analogia com o espectro

	do campo magnético de um ímã e conduzi-los a despejar a limalha de ferro ao redor do condutor a fim de que o espectro magnético seja formado. O professor pode suscitar uma investigação em relação ao sentido das linhas de força, conduzindo os alunos a inversão do sentido da corrente a fim de que estes comprovem a inversão do sentido do campo, após a inversão do sentido da corrente. O professor pode reforçar a perpendicularidade e concentricidade das linhas de campo em relação ao plano do condutor.
Tempo Estimado	30 minutos
Comentários	Esta experiência, ao dispor a bobina perpendicularmente ao plano, possibilitará a discussão de que as linhas de campo magnético são circulares e concêntricas ao condutor, dando especial atenção ao tratamento das dificuldades da visualização tridimensional. Permitirá trabalhar também a regra prática da mão direita, indicando o sentido das linhas de campo em função do sentido da corrente. Poderá ainda, suscitar uma discussão de que a intensidade do campo magnético depende da distância a bobina ou fio e da intensidade da corrente elétrica.

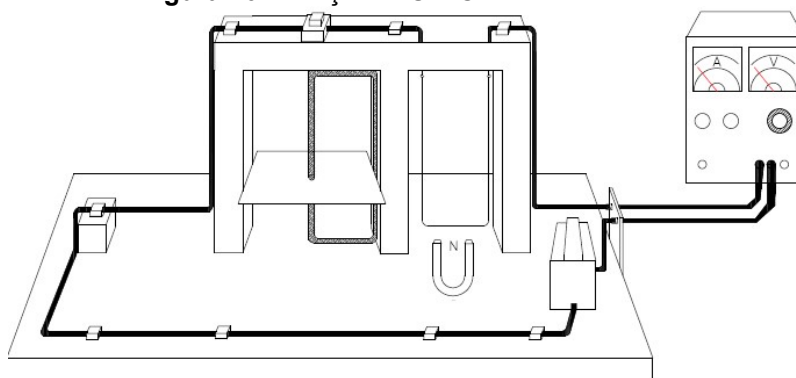
Durante a realização das situações propostas na atividade dois foi utilizada a abordagem de investigação. Para Oliveira (2010), as atividades com abordagem investigativa possuem característica mais aberta, não possuem um roteiro fechado, possibilitando ao aluno intervenções e modificações ao longo das etapas do procedimento experimental.

### 4.2.3 – Atividade Experimental 3: Ação do Campo magnético sobre a Corrente Elétrica.

A base fundamental desta atividade deverá se concentrar na existência da força que atua sobre um condutor conduzindo corrente quando ele está imerso em um campo magnético, comprovando a Regra de Fleming.

Os procedimentos e materiais necessários a execução da atividade são mostrados nos quadros 9 e 10, respectivamente, para as situações 1 e 2 que serão trabalhadas ao longo desta atividade.

**Figura 10 – Força em Um Condutor Retilíneo**



Fonte: Autoria Própria

**Quadro 9 – Descrição da Situação 1 da Atividade Experimental 3**

Variável Didática	Força magnética em um condutor.
Objetivo Específico	Comprovar a existência da força magnética que atua sobre um condutor, quando ele está sob a ação de um campo magnético e circula por ele uma corrente elétrica.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 Bússola</li> <li>- 1 Fonte de tensão contínua variável (0 a 15 V / 3 A)</li> <li>- 1 Kit Experimental mostrado na figura 1</li> <li>- Um ímã em forma de U ou dois ímãs em forma de barra</li> </ul>
Procedimentos da Construção do Experimento	Montar o circuito conforme mostrado na figura 10. Colocar o ímã ao lado do fio e conectar a espira de condutor rígido, suspensa no suporte, à fonte de tensão, observando seu movimento.

Procedimentos da Atividade	Nesta atividade trabalha-se o conceito de força magnética em um condutor imerso em um campo magnético. O professor pode convidar os alunos a aproximar o ímã em forma de U da espira suspensa, a fim de que estes constatem o que acontecerá com a espira móvel, enquanto o circuito estiver desligado. Em seguida o professor pode questionar os alunos, conduzindo-os ao fechamento do circuito e a observação da condição da espira. Sugere-se ao professor perguntar aos alunos se haverá alguma interação entre ímã e espira nas duas condições do circuito (aberto e fechado). Pode-se trabalhar com os alunos o conceito do motor elétrico após a realização do experimento.
Tempo Estimado	45 minutos
Comentários	Neste experimento trabalham-se as propriedades do campo magnético e a influência da passagem ou não da corrente elétrica pelo condutor, comprovando-se que o campo magnético tem influência, ou seja, exerce uma força sobre o condutor quando o mesmo é percorrido por uma corrente elétrica.

**Quadro 10** – Descrição da Situação 2 da Atividade Experimental 3

Variável Didática	Sentido da força magnética em um condutor.
Objetivo Específico	Analisar o sentido da força que age sobre um condutor sob a ação de um campo magnético, em função do sentido da corrente que circula por ele e do sentido do campo magnético.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 Bússola</li> <li>- 1 Fonte de tensão contínua variável (0 a 15 V / 3 A)</li> <li>- 1 Kit Experimental mostrado na figura 1</li> <li>- Um ímã em forma de U ou dois ímãs em forma de barra</li> </ul>

<p>Procedimentos da Construção do Experimento</p>	<p>Montar o circuito conforme mostrado na figura 10. Colocar o ímã ao lado do fio e conectar a espira de condutor rígido, suspensa no suporte, à fonte de tensão e observar o movimento da espira. Inverter o sentido da corrente e observar novamente o comportamento da espira. Em seguida inverter a posição do ímã e repetir os dois passos anteriores, sempre observando o movimento da espira suspensa. Com os resultados comprovar-se-á a Regra de Fleming.</p>
<p>Procedimentos da Atividade</p>	<p>Nesta atividade trabalha-se o conceito do sentido da força magnética que age sobre um condutor conduzindo corrente quando ele está sob a ação de um campo magnético. Aproveitando a mesma montagem da situação um, sugere-se ao professor perguntar aos alunos se é possível, a inversão do sentido da força que age sobre a espira, fomentando uma investigação de como isso será possível e conduzindo os alunos à inversão do sentido da corrente e/ou do campo magnético no qual o condutor está imerso. As duas propostas deverão ser contempladas e realizadas pelos alunos. Aproveitando o conceito de motor elétrico trabalhado com os alunos na situação anterior, o professor pode perguntar a eles sobre a possibilidade de inversão do sentido da força ou do movimento da espira, fazendo analogia com a inversão do sentido de rotação do eixo dos motores elétricos. A partir da proposta de inversão de sentido das três variáveis envolvidas (corrente elétrica, campo magnético e força magnética), pode-se trabalhar a aplicação da regra da mão esquerda, aplicando-a nas diversas configurações obtidas durante a realização do experimento.</p>
<p>Tempo Estimado</p>	<p>45 minutos</p>



Comentários	Este experimento permite trabalhar com os alunos a influência do sentido do campo e do sentido da corrente no fenômeno, permitindo um destaque no aspecto tridimensional. Permite uma aplicação do conceito da regra da mão esquerda. Aplicações como, por exemplo, os motores elétricos, poderão ser apresentadas aos alunos com vistas a facilitar o entendimento dos conceitos envolvidos.
-------------	---

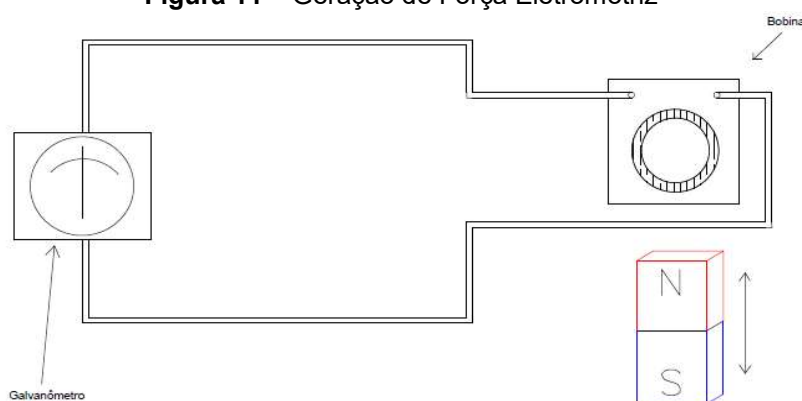
Assim como nos experimentos realizados durante as duas situações da atividade dois, foi utilizada a abordagem investigativa durante a realização das situações da atividade três.

#### 4.2.4 – Atividade Experimental 4: Geração de uma corrente elétrica induzida a partir de um campo magnético.

A base fundamental desta atividade deverá se concentrar na maneira de se produzir uma corrente elétrica a partir da indução eletromagnética, utilizando-se como base os experimentos de Faraday e Lenz.

Os procedimentos e materiais necessários a execução das atividades são mostrados nos quadros 11 e 12, respectivamente, para as situações 1 e 2 que serão trabalhadas ao longo desta atividade.

**Figura 11 – Geração de Força Eletromotriz**



Fonte: Autoria Própria

**Quadro 11** – Descrição da Situação 1 da Atividade Experimental 4

Variável Didática	Indução eletromagnética.
Objetivo Específico	Verificar o aparecimento de uma força eletromotriz induzida em um circuito, devido à variação do campo magnético.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 Bobina de 500 espiras</li> <li>- 1 Galvanômetro de zero central ou miliamperímetro</li> <li>- 2 Condutores flexíveis de 1,5 mm<sup>2</sup> com plug banana para interligações</li> <li>- 2 Imãs em forma de barra</li> </ul>
Procedimentos da Construção do Experimento	Conectar os terminais da bobina aos terminais do galvanômetro conforme mostrado na figura 11. Proceder movimentos de aproximação e afastamento do imã em relação à bobina, analisando as deflexões do ponteiro do instrumento. Experimentar movimentos mais rápidos e observar o movimento do ponteiro do instrumento. Inverter os pólos do imã e repetir os passos descritos anteriormente.
Procedimentos da Atividade	Nesta atividade trabalha-se o conceito da indução eletromagnética. Sugere-se ao professor disponibilizar aos alunos uma bobina de 500 espiras, um galvanômetro, um imã em forma de barra e dois condutores com plug banana. Em seguida pode propor á aos alunos a geração de uma força eletromotriz a partir dos objetos disponibilizados. O professor poderá questionar aos alunos, fazendo-os refletir sobre o experimento de comprovação da força sobre o condutor quando o mesmo está conduzindo corrente e está sob a ação de um campo magnético. A partir da analogia os alunos deverão chegar à realização do experimento que comprovará a Lei de Faraday. O professor poderá perguntar aos alunos se é possível a geração de uma

	corrente na bobina, levando-os a refletir sobre o experimento anterior onde corrente elétrica e campo magnético levaram ao movimento da espira, a fim de que eles cheguem a conclusão de que o movimento relativo do campo em relação as espiras da bobina, levará à geração de uma corrente elétrica induzida.
Tempo Estimado	45 minutos
Comentários	Basicamente será discutida neste experimento a experiência clássica de Faraday. Trabalha-se com os alunos o conceito de que só existe corrente induzida enquanto houver variação de fluxo, ou seja, com o ímã parado próximo ou dentro da bobina, não haverá indicação no galvanômetro.

**Quadro 12** – Descrição da Situação 2 da Atividade Experimental 4

Variável Didática	Polaridade da corrente induzida.
Objetivo Específico	Analisar o sentido da corrente induzida em uma bobina quando sujeita à variação de um campo magnético.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 Bobina de 500 espiras</li> <li>- 1 Galvanômetro de zero central ou miliamperímetro</li> <li>- 2 Condutores flexíveis de 1,5 mm<sup>2</sup> com plug banana para interligações</li> <li>- 2 Ímãs em forma de barra de Neodímio ou ferrite</li> </ul>
Procedimentos da Construção do Experimento	Conectar os terminais da bobina aos terminais do galvanômetro conforme mostrado na figura 11. Analisar o sentido da deflexão do galvanômetro quando se aproxima o pólo norte do ímã e, em seguida, analisar o sentido da deflexão do ponteiro do galvanômetro quando se aproxima o pólo sul do ímã. Repetir as observações para as condições de aproximação e afastamento do ímã em relação à bobina.

Procedimentos da Atividade	Nesta atividade trabalha-se o conceito do sentido da força eletromotriz induzida em uma bobina a partir da variação do campo magnético. O professor, aproveitando a montagem realizada pelos alunos na situação anterior descrita, pode questioná-los sobre o sentido da força eletromotriz induzida, fomentando-os a observar, a partir da aproximação de pólos diferentes ou dos movimentos de aproximação ou afastamento do ímã em relação à bobina. Aproveitando o trabalho realizado na atividade 3 anterior, em relação ao funcionamento do motor elétrico, pode conduzir os alunos à verificação da possibilidade de inversão do sentido da força eletromotriz ou corrente induzida na bobina.
Tempo Estimado	45 minutos
Comentários	Este experimento permitirá ao aluno identificar o sentido da corrente induzida em uma bobina sujeita à variação de fluxo, trabalhando o conceito da Lei de Lenz a partir do movimento relativo entre a bobina e o campo magnético do ímã em forma de barra.

As duas situações da atividade experimental quatro usaram como abordagem a concepção do experimento. Para Sér  (2003) este tipo de abordagem possibilita escolhas ao aluno e um maior aprofundamento dos conhecimentos adquiridos. A princípio tem-se a impressão de muito tempo perdido, porém, os resultados são bastante significativos na medida em que surgem muitos questionamentos que oportunizam a utiliza o e a aprendizagem dos conceitos envolvidos.

Vale ressaltar que os procedimentos das atividades, descritos ao longo desta Sequência Didática, foram seguidos durante aplica o dos experimentos nas turmas pesquisadas, porém, servem apenas como exemplo para futuras aplica es do Kit Experimental em outras turmas e/ou escolas. Os professores que, porventura, vierem a utilizar o Produto Educacional, fruto deste trabalho,

terão ampla liberdade para conduzir a realização dos experimentos da maneira que julgarem mais adequada para suas turmas. Esperamos que esta diversidade seja realizada, contribuindo ainda mais para o desenvolvimento dos processos de aprendizagem. Aliás esta diversidade de possibilidades de situações a serem criadas, é apontada por Vergnaud como essencial ao pleno domínio dos conceitos por parte dos sujeitos-em-ação.

## 5. ANÁLISE DE DADOS:

Findada a fase de coleta, foi feita uma análise com base em todas as informações obtidas durante a pesquisa. Destas informações, foram selecionados os aspectos considerados mais significativos, gerando assim os dados para análise e pesquisa. Segundo Ludke e André (2013), embora a análise de dados esteja presente em todos os estágios da investigação, é nesta hora que ela se torna mais formal.

A análise dos dados em pesquisas qualitativas pressupõe trabalhar com todo o material coletado durante o processo de pesquisa, sendo estes: relatos de observações, questionários de avaliação, entrevistas, análise de documentos e demais informações (LUDKE e ANDRÉ, 2013).

Neste trabalho de pesquisa, a análise de dados foi realizada a partir da organização de todas as informações coletadas durante o processo e está baseada em um modelo clássico, criado, pelo autor, e fundamentado na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. Este modelo visa identificar, a partir das situações proporcionadas pelos experimentos de baixo custo, os sujeitos-em-ação, analisando seus invariantes operatórios e esquemas.

A classificação e organização dos dados prepara uma fase mais complexa da análise, que ocorre à medida que o pesquisador vai reportar os seus achados. Para apresentar os dados de forma clara e coerente, ele provavelmente terá que rever suas ideias iniciais, repensá-las, reavaliá-las, e novas ideias podem então surgir neste processo. (LUDKE e ANDRÉ, 2013, p.58)

Esta análise foi realizada com base nas respostas dos questionários aplicados, relato das observações obtidas durante o acompanhamento da realização das práticas experimentais a partir dos vídeos que foram gravados e relatos das entrevistas realizadas. Estes dados foram classificados, organizados, tabulados e serão apresentados ao longo deste capítulo.

Nas análises das entrevistas e das gravações das atividades experimentais, além do modelo clássico citado acima, foram utilizados conceitos da teoria de Bakhtin. Como já mencionado, a ênfase nas características dialógicas do discurso, na sua dimensão sócio-histórica-cultural, é o aspecto essencial da obra de Bakhtin, quando pensamos em Educação. Ao longo das

entrevistas e gravações pode-se observar uma série de diálogos/discursos entre: professor/aluno, aluno/aluno e pesquisador/aluno. Estes diálogos serviram como uma rica fonte de dados.

Após a tabulação desses dados, poderemos inferir sobre melhorias no processo de aprendizagem a partir da inserção de uma Sequência Didática baseada em experimentos durante a realização das aulas de Eletromagnetismo, propondo e fundamentando possíveis mudanças que visem aumentar a efetividade deste processo nas aulas presentes no Ensino Médio.

Para apresentação dos dados, as identidades dos alunos foram preservadas de modo que cada um será identificado a partir de um código que distingue os alunos entre si e entre as duas turmas a que pertencem. Assim teremos os alunos da turma A identificados como, A1, A2, ...An e os alunos da turma B identificados como, B1, B2, ...Bn.

Conforme foi descrito anteriormente, as duas turmas pesquisadas possuíam cinquenta e dois alunos. Porém, em função da pesquisa ter sido aplicada no final da terceira etapa do ano letivo de 2015, muitos destes alunos, por já terem sido aprovados na disciplina de Física ou por estarem focados no estudo para realização das provas das demais disciplinas, não participaram da pesquisa, reduzindo este número para trinta e dois participantes. Entre estes trinta e dois participantes, houve aqueles que não apresentaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) devidamente assinado por seus responsáveis e aqueles que não compareceram a todos os encontros realizados, portanto, foram descartados da pesquisa.

Conforme pode ser observado no quadro 13, dos trinta e dois alunos com os quais iniciamos os trabalhos, convidando e entregando o TCLE para formalização de sua participação, somente dezoito participaram de todas as atividades propostas, portanto, este será o quantitativo considerado no processo de análise dos dados.

**Quadro 13** – Panorama da Participação dos Alunos na Pesquisa

Turma	Finalizaram as Atividades e Apresentaram o TCLE	Não apresentaram o TCLE	Não Participaram de Todas as Atividades	Total Por Turma
A	9	1	3	13
B	9	4	6	19
Total por Categoria	18	5	9	32

## 5.1 Análise das Entrevistas

A entrevista, realizada nas duas turmas, ocorreu ao final do último encontro e foi conduzida e gravada pelo pesquisador. A transcrição da íntegra desta entrevista é mostrada no Apêndice VI deste trabalho. A entrevista foi coletiva e realizada com um grupo de cinco alunos, escolhidos aleatoriamente e realizada em momentos distintos para cada uma das duas turmas.

Nota-se pelas gravações que a entrevista ocorreu de forma bem descontraída e harmoniosa entre o pesquisador e os participantes, podendo-se observar uma grande satisfação dos alunos devido à sua participação nas atividades propostas.

Quando solicitados a comparar as aulas com enfoque experimental desenvolvidas com as aulas tradicionais, os entrevistados das duas turmas foram unânimes pela escolha das aulas com enfoque experimental.

Na turma A, o aluno A4 diz: *“A experiência faz a gente aprender melhor, porque a gente põe em prática aquilo que aprendeu”*. O aluno A1 completa: *“É mais dinâmico também, ajuda até a fixar a matéria que quando escreve esquece de tudo”*. Na turma B, o aluno B3 salienta: *“Eu acho que positivo é porque a gente consegue ver o que realmente a gente está aprendendo...”*. Pelas falas nota-se que, embora não tenham plena noção do que é conceitualização<sup>7</sup>, a consideraram como um fator importante para sua aprendizagem. Também podemos observar que as falas vão ao encontro da teoria de Vergnaud na medida em que as situações proporcionadas pelos experimentos deram sentido aos conceitos que alunos tinham sobre o assunto.

Quando indagados se a realização de experimentos de baixo custo contribuiu para a compreensão dos conceitos físicos envolvidos, especificamente os conceitos do Eletromagnetismo, também foram unânimes na resposta. Consideraram a realização dos experimentos de baixo custo uma

---

<sup>7</sup> Conceitualização – Para Vergnaud, a conceitualização é o foco para o desenvolvimento cognitivo do sujeito, para que ela ocorra o indivíduo necessita atribuir sentido àquilo que aprende.



ferramenta importante no processo de construção do conhecimento. Quando questionado se a realização facilita a visualização, o aluno B1 responde: *“Quando você vê uma coisa acontecendo na sua frente é muito mais marcante”*. Na turma A, o aluno A1 responde: *“A gente viu como a coisa acontece em si, como a função, movimento, a corrente elétrica, a gente não viu só o esboço no papel, a gente viu acontecendo”*. Vemos aqui como a criação de situações<sup>8</sup>, possibilitadas pela experimentação, contribui para uma melhor visualização das variáveis envolvidas.

Continuando a entrevista, o pesquisador questiona quais outras ações poderiam ser adotadas pelos professores, com vistas a tornar o processo de aprendizagem efetivo. Os dois grupos foram unânimes quando apresentaram as propostas com enfoque mais prático e dinâmico. Aluno A1: *“Ter aulas mais dinâmicas”* e B1: *“...seria bom que cada matéria que os professores dessem eles dessem também uma aplicação prática de como a gente pode usar na nossa vida, porque o que os professores fazem agora é tipo dar a matéria e falar, o que dessa matéria pode cair no ENEM...”*. A fala do aluno B1 vai ao encontro de muitas pesquisas, que têm sido realizadas em relação os conteúdos dos livros didáticos, cujo enfoque vem se alinhando, cada vez mais, com as provas de ENEM e Vestibulares, por exemplo, a pesquisa de Ricardo (2009) onde o autor levanta uma série de questionamentos sobre a efetividade deste processo de alinhamento.

Em todos os momentos descritos nesta análise pode-se observar pontos de vistas simultâneos que se completaram na formação do todo, estabelecendo o evento dialógico da teoria de Bakhtin.

Ao longo de outras perguntas e falas, descritas na íntegra da transcrição, os alunos relataram uma grande carência na realização de aulas experimentais, ao longo de todo o Ensino Médio e também nas disciplinas do Ensino Técnico. Houve um questionamento em relação ao número de participantes, haja vista que foi montado somente um Kit Experimental para servir de protótipo para esta

---

<sup>8</sup> Situações - Para Vergnaud são as situações que dão sentido aos conceitos.

pesquisa. Foi explicado a eles que, caso a pesquisa fosse validada, outros kits poderiam ser montados, inclusive pela facilidade e baixo custo do material.

Podemos inferir, pela análise desta entrevista, que os alunos demonstraram interesse e mostraram-se satisfeitos com a realização das aulas experimentais, apontando-as como fator motivador e facilitador da aprendizagem.

## **5.2 Análise dos Vídeos e suas Transcrições**

O segundo instrumento de coleta de dados desta pesquisa é a análise das transcrições das gravações de vídeo realizadas no decorrer dos quatro momentos em que as atividades experimentais foram aplicadas em cada uma das duas turmas pesquisadas. Estas transcrições foram nomeadas como: Aula 1 Turma A, .... Aula 4 Turma A e Aula 1 Turma B, .... Aula 4 Turma B. Estas transcrições encontram-se no Apêndice VII deste trabalho.

O objetivo básico desta parte da análise de dados é verificar os sujeitos-em-ação durante suas participações na realização dos experimentos, observando-se a função dialógica destes com o professor e colegas de turma.

Identificaremos nas transcrições os invariantes operatórios expressados pelos alunos e seus esquemas, verificando se estes invariantes se aproximam ou não dos conceitos físicos trabalhados na atividade e analisando se, a partir da mediação do professor regente e da realização dos experimentos, estes teoremas e conceitos se aproximaram ou evoluíram para teoremas e conceitos científicos.

### **5.2.1 Análises do Encontro 1**

Em vários momentos das transcrições podemos observar os invariantes operatórios demonstrados pelos alunos, muitas vezes errados, mas que à luz da teoria de Vergnaud também são importantes pois podem ser trabalhados pelo professor a fim de evoluírem para teoremas ou conceitos científicos.

Para Rekovvsky (2012), os erros são compreensíveis na perspectiva do referencial de Vergnaud, pois, para ele, um campo conceitual, por exemplo o do Eletromagnetismo, não se pode ensinar de imediato, apenas com alguns exemplos ou aplicações a poucas situações, mas vai se formando, com acertos e erros, durante a trajetória de um aprendiz.

Durante a aplicação dos experimentos na turma B, acidentalmente um dos alunos quebra um dos ímãs, fato que foi utilizado imediatamente pelo professor para trabalhar o conceito de inseparabilidade dos pólos, sem apresentar a ideia pronta, questionando seus alunos sobre o fenômeno. No turno de fala T11, o professor indaga: *“Ah, isso aí é o que?”* Imediatamente, no turno de fala T12, a aluna B6 responde: *“Inseparabilidade dos pólos.”* A situação criada pela quebra acidental do ímã e aproveitada pelo professor, proporcionou a primeira observação do sujeito-em-ação, pois, observa-se pela gravação que, ao mesmo tempo em que o aluno externa o conceito da inseparabilidade dos pólos, manipula as partes formadas com a quebra, trabalhando o conceito. Na mesma aula, no turno da fala T23, o professor começa a trabalhar com a bússola, a fim de que, com seu auxílio, os alunos determinem os pólos de um ímã. O aluno B6, no turno de fala T24, responde: *“Não tinha de pendurar ele?”*. Ao mesmo tempo, o aluno aproxima o ímã da bússola sugerindo suspendê-lo com auxílio de uma linha a fim de que este se oriente com o ponteiro da bússola. Nesta situação inferimos que o aluno demonstrou seus esquemas para resolver a situação. A análise gestual, sugerindo a suspensão do ímã, também ajuda a demonstrar seus invariantes operatórios. A situação é mediada pelo professor, nos turnos de fala seguintes, e após várias tentativas o aluno B5 consegue concluir sobre o pólo do ímã em forma de barra, dizendo no turno de fala T74: *“Se não está pra cá isso aqui é o Sul”*. Nota-se a importância da mediação do professor na condução do grupo à resposta correta, mediação essa facilitada pelas situações possibilitadas pelo experimento.

Durante a aplicação dos experimentos na turma A, trabalhando o conceito de campo magnético, o professor indaga sobre o espectro do campo magnético. No turno de fala T68, ele diz: *“Bom, estamos falando de campo, mas até agora a gente não viu o campo, e como se vê o campo, estamos falando que o ímã cria*

*um campo magnético a volta dele, mas esse campo a gente não está vendo, como ver o campo?*” Imediatamente, após a fala do professor, o aluno A6 responde: *“Bota um pozinho.”* O aluno externa seu esquema para resolver a situação apresentada pelo professor, embora ainda não tenha muita certeza sobre que tipo de material utilizar. Mais uma vez o professor exerce seu papel de mediação indagando nos turnos de fala seguintes sobre o tipo de pó a ser utilizado. O aluno A3, no turno de fala T74 conclui: *“Só metal. Pó de metal?”*. Neste momento o professor oferece aos alunos um pote com limalhas de ferro e uma folha de papel. Por tentativas, os alunos começam a salpicar a limalha de ferro sobre a folha de papel, em diversas posições da folha em relação ao imã até que chegam a uma posição ideal em que o espectro formado pelas linhas de campo fica bem mais visível. Esta conquista é anunciada pelo aluno A9 no turno de fala T84: *“Agora aquele ali, olha só, olha só gente!”*. Nos turnos de fala seguintes vários alunos manipulam os objetos repetindo o experimento.

Trabalhando ainda com o conceito de campo magnético o professor indaga sobre o sentido das linhas de campo. No turno de fala T101, pergunta: *“Como é a disposição das linhas de campo ao redor do imã? Aquele imã em forma de barra, primeira no meio, como é a disposição das linhas de campo ao redor do imã?”*. O aluno A8 responde: *“De fora”*. Ao mesmo tempo o aluno A2 gesticula com a mão, demonstrando sua forma circular e concêntrica e, em seguida, após algumas intervenções do professor, responde no turno de fala T109: *“Mas se eu não me engano são do Norte para o Sul, como esse pedaço aqui viesse para cá, como se fosse...”*.

Na teoria de Vergnaud, a observação dos gestos também é fator importante pois permite ao professor analisar no aluno fatores que, às vezes, sua dificuldade de linguagem não permite externar. Mais uma vez percebemos a importância da manipulação dos experimentos, bem como da mediação do professor com vistas a possibilitar a evolução dos invariantes operatórios demonstrados inicialmente pelos alunos para teoremas e conceitos mais próximos dos científicos. Há uma certa dificuldade por parte dos alunos em expressar, através da linguagem natural, seus teoremas-em-ação, mesmo que consigam resolver as situações propostas. À luz da Teoria dos Campos

Conceituais de Vergnaud, a observação do sujeito-em-ação, frente às situações possibilitadas pelos experimentos de baixo custo, permitiu ao professor identificar e trabalhar estes teoremas-em-ação. Pode-se observar também, a partir dos turnos de fala o dialogismo proporcionado pela atividade, que vai ao encontro da teoria de Bakhtin no sentido de uma construção arquitetônica das relações. “É no processo de construção arquitetônica que são valorizadas as relações dialógicas do eu-para-mim, do outro-para-mim, do eu-para-o-outro.” (BAKHTIN, 1986, apud BRAIT, 2005, p. 140).

### 5.2.2 Análises do Encontro 2

Durante a aplicação dos experimentos na turma B, no segundo encontro, o professor começa trabalhando o conceito do campo magnético criado ao redor dos condutores quando por estes circula uma corrente elétrica, realizando o experimento clássico de Oersted. Ao colocar a bússola sob o condutor e ligar o circuito, pede que os alunos observem o ponteiro e analisem sua deflexão. Após a observação dos alunos de que a corrente elétrica provocou a deflexão do ponteiro da bússola, o professor indaga no turno de fala T10: “*Corrente elétrica, tá, e a corrente elétrica está circulando aí nesse circuito e ela ...*”. O aluno B3, no turno de fala T11, responde: “*Gera um campo magnético*”. Podemos observar que o aluno expressa corretamente seus invariantes operatórios, estando estes de acordo com os teoremas e conceitos científicos. O professor, nos turnos de fala seguintes, trabalha o conceito de sentido do campo magnético ao redor do condutor, demonstrando a partir de gestos e da disposição dos condutores do Kit Experimental a regra da mão direita. No turno de fala T34 o professor pergunta: “*Então, esse sentido do campo depende de quê, o que vocês acham aí?*”. O aluno B3, no turno de fala T35, responde: “*Da corrente magnética.*” E o aluno B4, no turno de fala T36, completa: “*Da corrente elétrica*”. O professor completa no turno de fala T37: “*Falta uma palavra aí, depende, o sentido do campo depende do...?*”. No turno de fala T38 o aluno B4 responde corretamente: “*Do sentido da corrente elétrica.*” A sequência apresentada nos permite mais uma vez identificar a expressão dos invariantes operatórios por parte dos alunos,

de início um pouco afastados dos conceitos científicos, mas que, a partir da possibilidade de análise e manipulação durante a experimentação e com a mediação do professor, foram ao encontro dos teoremas e conceitos científicos abordados durante a atividade.

Na mesma atividade o professor também trabalhou o conceito da intensidade do campo magnético ao redor do condutor, questionando os alunos sobre quais fatores interferem na intensidade deste campo magnético. Com o auxílio da bússola os alunos verificaram que a intensidade do campo magnético depende da distância do ponto analisado em relação ao condutor energizado, porém, não haviam expressado a dependência da intensidade deste campo magnético em relação à intensidade da corrente elétrica. No turno de fala T144 o professor incentiva os alunos: *“Então depende da distância, e também depende mais de quê, a intensidade? Mais alguma coisa, depende da distância e depende de mais uma coisa também, intensidade da ...”* O aluno B5, no turno de fala T145, responde: *“Da corrente.”* E, em seguida, o professor demonstra, variando o valor da tensão da fonte e conseqüentemente o valor da corrente no circuito, apresentando o que foi expressado pelo aluno B5 a partir de sua mediação. A comprovação do que está sendo tratado, possibilitada pelo Kit Experimental, torna fértil o momento de aprendizagem.

Durante a aplicação dos experimentos na turma A, no segundo encontro, o professor pede aos alunos para colocarem a bússola em um plano perpendicular ao plano do condutor, disponibilizado pelo Kit Experimental e que substitui um condutor por uma bobina com várias espiras a fim de aumentar a intensidade do campo magnético. Com isto o professor visa trabalhar o conceito da perpendicularidade do campo magnético em relação ao condutor. No turno de fala T16 o professor fala: *“Vamos provar isto? Tem a possibilidade de colocar a bússola na lateral do condutor, isso tem que estar desligado”*. Referindo-se à perpendicularidade e concentricidade do campo magnético a redor da bobina com auxílio da bússola. Após ligar o circuito e pedir que os alunos coloquem a bússola em diversas posições ao redor da bobina, o professor indaga no turno de fala T26: *“Posso mudar ela de posição e continuo comprovando...”*. De imediato o aluno A2 responde, no turno de fala T27: *“Que tem campo magnético*

*em todas as extremidades*”. O professor completa no turno de fala T28: *“Em todo o redor do condutor, se eu aplicar a regra da mão direita supondo que a corrente está para cima tem um campo ao redor do condutor, concordam?”* e gesticula demonstrando no Kit Experimental a aplicação da regra da mão direita. Este é outro momento em que a realização dos experimentos de baixo custo facilitou a mediação do professor a fim de lapidar os invariantes operatórios do aluno. A observação dos diálogos ocorridos ao longo da atividade dois mais uma vez corrobora com a teoria de Vergnaud pois a atividade permitiu a observação dos alunos enquanto sujeitos-em-ação. Nota-se também as atitudes responsivas dos alunos em função dos referentes criados pelo professor, bem como uma complementação dos enunciados pelos diversos alunos. Para Bakhtin: “as significações manifestadas serão função dos referentes criados pela atividade dos outros, de suas disposições culturais e conseqüentemente da orientação de sua atividade responsiva.” (BAKHTIN, 1986, apud BRAIT, 2005, p. 163). Entendemos assim que a utilização dos experimentos favorece “respostas” que vão além do silêncio e alcançam apropriação dos conceitos e integração com seus conceitos prévios.

### 5.2.3 Análises do Encontro 3

Durante a aplicação dos experimentos na turma A, no terceiro encontro, o professor começou trabalhando o conceito de força magnética. Para tal utilizou no Kit Experimental o recurso da espira móvel, que permite mostrar a força magnética que age sobre os condutores quando estes estão imersos em um campo magnético e por eles circula uma corrente elétrica. Colocando o ímã em forma de U de forma a abraçar a espira e ligando a fonte, incentiva os alunos a discussão, conforme pode ser verificado no turno de fala T21: *“Não está se mexendo na verdade, vou ligar. Então você está provando o que aí M”* No próximo turno de fala T28 o aluno A1 responde: *“Que o campo magnético que está se formando pelos ímãs juntamente com a corrente, fica circulando aqui nesse condutor, criou um movimento.”* O aluno expressa seus teoremas-em-ação, porém, troca o conceito-em-ação força pelo conceito-em-ação movimento,

algo natural nesta fase da aprendizagem. O professor trabalha o erro perguntando no turno de fala T23: *“Criou movimento?”* O aluno A1 contextualiza, no turno de fala T24: *“Isso acontece nos motores?”* O professor completa no turno de fala T25: *“Você tem uma força magnética.”* No turno T27 o professor responde ao aluno A1 sobre a aplicabilidade nos motores, questionando-o sobre como é possível inverter o sentido desta força. No turno T28 o aluno A1 responde: *“Sentido da Corrente.”* O professor responde no turno de fala T29: *“Pode ser.”* Ele completa no turno de fala T30: *“Ou inverte os pontos.”* Neste momento o aluno A1 mexe no experimento invertendo a posição do ímã em forma de U, ou seja, invertendo o sentido do campo magnético, fato que provocou a inversão do sentido da força magnética que age sobre a espira. Vemos que, ao expressar os invariantes operatórios, o aluno não foi claro, porém, observando sua ação, ou seja, o esquema demonstrado durante a inversão do sentido do campo, vemos que, embora seus invariantes operatórios fossem coerentes com a situação, ele não conseguiu expressá-los pela linguagem. Este fato corrobora a importância da criação de situações para facilitar o desenvolvimento da aprendizagem dos conceitos físicos envolvidos. O professor continua sua mediação em diversos turnos de fala seguintes, trabalhando com os alunos a regra prática do tapa, onde, utilizando a mão direita, orientando o dedão com o sentido da corrente e os demais dedos com o sentido do campo magnético, determina o sentido da força magnética pela posição da palma da mão. Esta explicação culmina no turno de fala T58 quando o aluno A2 explica a regra do tapa corretamente aos colegas gesticulando com a mão e falando: *“Eu entendi gente, está certo, não está certo? Aqui o campo está para cá, aí a corrente está para cá, então ela vai ser para cá, se a corrente está para cá vai ser para cá.”* Embora a fala não esteja muito clara, pode-se observar pela gravação que os gestos referentes à aplicação da regra foram demonstrados corretamente. Esta atividade também possibilitou outro fator importante no processo de aprendizagem: a interação entre os alunos com vistas a ajuda mútua no processo de construção do conhecimento.

A aplicação dos experimentos na turma B, no terceiro encontro, também objetivou trabalhar o conceito de força magnética e disponibilizou os mesmos



recursos do Kit Experimental que foram utilizados na turma A. No turno de fala T5, referindo-se ao condutor da espira móvel, o professor pergunta: *“Ele está sendo percorrido por uma corrente elétrica, mas o que provoca esse movimento, esse empurrão no condutor, a ação de que?”* O aluno B2 responde: *“Magnetismo.”* E mais adiante, no turno de fala T8 o aluno B1 completa: *“Campo magnético.”* O professor continua mediando com o grupo até que, no turno de fala T16, o aluno B2 completa: *“A força.”* Nesta atividade os alunos iniciam expressando seus conceitos-em-ação que estavam longe do conceito científico, porém, com a mediação do professor e as observações durante a atividade, percebe-se uma evolução destes conceitos, aproximando-os do conceito científico força magnética. Antes da intervenção do professor, no desejo de trabalhar o conceito do sentido da força magnética, o aluno B3, no turno de fala T18, questiona: *“Professor, se inverter as correntes?”* O professor sugere e dá liberdade ao aluno para inverter o sentido da corrente e analisar o que acontece. Após a inversão e constatação do ocorrido, o aluno B3, no turno de fala T22, fala: *“Porque a mesma coisa a bússola, como a gente inverteu a corrente o lado também inverteu, foi para aquele lado direito, e aqui também, como a gente inverteu estava se mexendo para a esquerda a gente inverteu está se mexendo para a direita.”* Mais uma vez a expressão dos teoremas-em-ação do aluno não é muito clara, porém, observando a partir de sua proposição e ação no Kit Experimental, pode-se inferir que ele possui um conceito sobre o tema. Este fato também pode ser evidenciado no turno de fala T25 onde o mesmo aluno, B3, questiona o professor sobre a influência do sentido do campo magnético no sentido da força, apontando para o ímã e sugerindo a inversão do sentido do campo: *“O pólo do ímã também influencia aqui?”* Outro exemplo de falta de domínio da linguagem científica, que pode ser completado ou corrigido a partir da observação do gestual do aluno. Respondendo ao aluno, no turno de fala T26, o professor apresenta e explica, com auxílio de gestos, a regra do tapa da mão direita, a ser aplicada para determinação do sentido da força magnética a partir dos sentidos da corrente elétrica e do campo magnético. O professor dá liberdade aos alunos para manipularem o ímã em forma de U, a fim de que percebam a inversão do

sentido da força magnética, face à inversão do sentido do campo magnético, criando um momento rico para o processo de aprendizagem.

Os experimentos realizados ao longo da atividade três também possibilitaram a observação de diversos tópicos da teoria de Vergnaud. Houve um trabalho do professor sobre o erro de um aluno com vistas a sua condução ao conceito correto. A aplicação da regra do tapa, em situação, a partir dos gestos frente ao Kit Experimental, permitiu aos alunos vencer as dificuldades características da observação das grandezas envolvidas no plano tridimensional, mostrando que a aprendizagem em situação é efetiva. As demonstrações do comportamento das variáveis tridimensionais a partir dos gestos, feitas por alunos e professor, podem ser consideradas como comunicação além do domínio da voz. Esta possibilidade nos remete à teoria bakhtiniana uma vez que ela valoriza, indistintamente, esferas do uso da linguagem que não estão restritas ao limite de um único meio.

#### 5.2.4 Análises do Encontro 4

Durante a aplicação dos experimentos na turma A, no quarto encontro, o professor começou trabalhando o conceito de força eletromotriz induzida. Trabalhou neste caso com uma abordagem de concepção do experimento, disponibilizando os equipamentos aos alunos para que eles construíssem o experimento. O objetivo final foi a realização dos experimentos clássicos de Faraday e Lenz.

O professor disponibilizou um galvanômetro, uma bobina, um ímã e dois cabos com plug banana, porém, os alunos mostraram-se receosos para manipular os componentes. No turno de fala T6 o aluno A1 pergunta: *“Para o galvanômetro registrar se está acontecendo alguma coisa aqui próximo aqui da bobina, certo?”* Ao mesmo tempo ele movimenta o ímã próximo a bobina, porém, sem conectá-la ao instrumento. O professor, no turno de fala T7, responde: *“Vamos ver se é certo?”* Neste instante o aluno se dá conta da necessidade de conexão entre bobina e galvanômetro, perguntando, no turno de fala T8: *“E aí tem que conectar isso aqui a isso aqui, para conseguir medir, eu não vou tentar*

*nada, porque vai ter força aqui envolvida.*” Ele enuncia corretamente o esquema para resolver a situação proposta pelo professor, porém, demonstra medo de choque, pois já expressou o conceito-em-ação força, embora um pouco distante do conceito científico envolvido, força eletromotriz. Após a garantia do professor de que os valores da força eletromotriz envolvidos são desprezíveis, o aluno A1 faz as conexões e realiza o experimento, porém, inicia movimentando o ímã na parte externa da bobina, fato que gera uma pequena deflexão do ponteiro. No turno de fala T16 o aluno A1 exclama: *“Está vendo, vocês estão vendo que está acontecendo uma força ali!”*, referindo-se a pequena deflexão do ponteiro do galvanômetro. Continua suas tentativas até que movimenta o ímã no interior da bobina, enunciando no turno de fala T32: *“Aqui ó, está mexendo, está mexendo mais.”* Ao falar sobre a Lei de Lenz, o professor questiona sobre o sentido da corrente induzida e, após várias falas e intervenções, a explicação culmina no turno de fala T56: *“Então, o sentido da corrente induzida depende do sentido do...? O sentido da corrente induzida depende do sentido do...?”* No turno de fala seguinte, T57, o aluno A1 responde: *“Movimento”* Em seguida o professor contextualiza, dando exemplos de utilização nas turbinas de uma usina hidroelétrica.

Os mesmos experimentos foram replicados durante a realização do quarto encontro com a turma B. Com o mesmo tipo de abordagem, ou seja, concepção do experimento e da pergunta sem respostas prontas, o professor, no turno de fala T16, disponibiliza os componentes aos alunos: *“Vocês falaram que a corrente é no campo, será que o campo gera corrente? As meninas são mais corajosas. Eu vou virar o experimento de frente para vocês, ó, de frente para vocês, está aqui o galvanômetro, uma bobina, os fios para vocês realizarem as conexões aí no circuito. Um ímã para você ter um campo magnético, exato, tem um condutor, tem um instrumento que vai...”*. Os alunos fazem as conexões necessárias e começam a movimentar o ímã nas proximidades da bobina. No turno de fala T23 o professor pergunta: *“... Está mexendo o ponteiro?”* O aluno B1 responde no turno de fala T24: *“Está bem pouco.”* Os alunos continuam manipulando o ímã até o momento em que movimentam o mesmo no interior da bobina promovendo uma deflexão maior no ponteiro do galvanômetro. Exemplo

clássico de observação dos sujeitos-em-ação, desenvolvendo seus esquemas para solucionar um desafio ou situação apresentada durante a realização do experimento. O professor, indagando sobre o sentido da corrente induzida, recebe a seguinte resposta do aluno B5, no turno de fala T50: *“Quando ela coloca vai para o negativo, quando ela tira vai para o positivo.”* O professor pergunta no turno de fala T51: *“Então, o sentido da corrente depende aí do sentido do ...?”* Os alunos B3 e B4 respondem simultaneamente no turno de fala T52: *“Campo magnético”*. O conceito-em-ação expressado pelos alunos não está correto, entretanto podemos inferir que, em seus esquemas, podem ter considerado a inversão da posição do ímã, fato que realmente promoveria a inversão do sentido da corrente. Porém, o professor não captou esta possibilidade e, contextualizando, conduziu os alunos à resposta que esperava, ou seja, depende do sentido do movimento. Este fato também vai ao encontro da teoria de Vergnaud quando esta afirma que um campo conceitual não se ensina de imediato, apenas com alguns exemplos ou aplicações a poucas situações, pois ele se forma ao longo da trajetória do aprendiz. O fato nos aponta para novas propostas de situações, a serem apresentadas aos alunos, a fim de enriquecer ainda mais sua aprendizagem.

Notou-se em alguns turnos de fala da atividade quatro a mudança na entonação de voz dos alunos, demonstrando reflexão ao longo das atividades e o entendimento ou alcance destes a determinada situação proposta pelo professor. Como citado anteriormente, a entonação é um traço que constitui o enunciado, ou seja, “Um dos meios de expressão da relação emocionalmente valorativa do falante com o objeto da sua fala é a entonação expressiva que soa nitidamente na execução oral” (BAKHTIN, 2011, p. 290 apud CATARINO, 2013).

Pode-se observar, ao longo de alguns turnos de fala das quatro atividades, uma condução do professor as respostas dos alunos, este fato pode ser explicado, pois esta foi a primeira vez que ele ministrou suas aulas alinhado com esta proposta de ensino. Esta tendência poderá ser corrigida na medida que esta proposta de ensino seja replicada em outras turmas.

A partir dos relatos descritos anteriormente, coletados no decorrer dos quatro encontros realizados com as duas turmas, pôde-se confirmar a hipótese

deste trabalho de pesquisa, ou seja, a conceitualização, possibilitada a partir da inserção de experimentos de baixo custo no processo de aprendizagem do Eletromagnetismo, facilitou a aprendizagem dos alunos, levando-os a aquisição de novos invariantes operatórios.

### **5.3 Análise da Opinião do Professor**

Conforme foi relatado durante os procedimentos metodológicos, o professor foi consultado durante o processo, com vistas a verificar se, na sua opinião, a realização de experimentos de baixo custo facilitou o processo de aprendizagem dos alunos, tornando esta aprendizagem efetiva, facilitando a conceitualização e permitindo de forma mais integrada a mediação do professor. Para Vergnaud, a mediação é um dos pilares do processo de aprendizagem do aluno.

Vale ressaltar que todo o trabalho foi desenvolvido em parceria com o professor, portanto, antes do início das atividades foi explicada a ele a Teoria de Vergnaud, ressaltando os conceitos chave, a fim de que ele trabalhasse efetivamente a mediação, os erros, o levantamento dos invariantes operatórios e etc.

O professor relatou que achou importante a utilização dos experimentos de baixo custo durante as aulas, concordando que os experimentos serviram como elemento facilitador do processo de ensino e de aprendizagem. Considerou que este instrumento facilitou sua mediação, permitindo de forma mais efetiva o levantamento dos conceitos que estes tinham sobre o conteúdo.

Quando questionado se utilizaria os experimentos de baixo custo em outras turmas, informou que sim e considera que talvez estes experimentos possam ser replicados em outras realidades do Ensino Médio.

Na figura 12, que mostra a última pergunta do questionário, o professor resume suas opiniões em relação à utilização dos experimentos de baixo custo durante o desenvolvimento de suas aulas nas duas turmas pesquisadas.

Figura 12 – Foto da Questão 20 do Questionário do Professor

Com os experimentos Houve em primeiro lugar a possibilidade de se permitir ao indivíduo observar e investigar o fenômeno. Isso permitiu a ele o momento para expressar sua forma de explicação e interpretação do fenômeno físico observado. Em segundo lugar, permitiu-se ao indivíduo a manipulação dos equipamentos visando atingir novas respostas que corroborassem ou contradissem suas respostas anteriores, ou ainda o surgimento de situações novas. Esse processo é fundamental para a construção do conhecimento.

Fonte: Questionário de Pesquisa de Opinião do Professor

Analisando a resposta do professor, à luz da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, verificamos que os experimentos possibilitaram a criação de situações que permitiram aos alunos elaborar esquemas<sup>9</sup> e externar seus invariantes operatórios<sup>10</sup> (conceitos-em-ação e teoremas-em-ação). Permitiu aos sujeitos-em-ação trabalhar os conceitos do Eletromagnetismo, contradizendo ou corroborando com os conhecimentos que eles possuíam sobre este conceito. Em resumo, o professor relata que a conceitualização, possibilitada com a realização dos experimentos de baixo custo contribui para a

<sup>9</sup> Esquemas - Organização invariante do comportamento para uma determinada classe de Situações.

<sup>10</sup> Invariantes Operatórios - Um conjunto de Invariantes Operatórios pode ser utilizado pelo sujeito para analisar e dominar uma determinada situação pois possibilitam a percepção e a busca de informações.

construção do conhecimento, nos permitindo inferir que o professor se coloca como mediador do conhecimento uma vez que ele será construído pelo aluno e não transferido para ele.

Os relatos do professor regente vão ao encontro da hipótese desta pesquisa, ou seja, a realização de experimentos de baixo custo permite a conceitualização, facilitando a aprendizagem do Eletromagnetismo na medida em que possibilitam aos alunos a utilização de seus esquemas diante das situações propostas, possibilitando a observação destes enquanto sujeitos-em-ação e levando-os a aquisição de novos invariantes operatórios.

#### **5.4 Análise dos Questionários**

Conforme foi descrito nos procedimentos metodológicos, antes da realização de cada atividade experimental, foi aplicado aos alunos um questionário conceitual, que se encontra no Apêndice V deste trabalho, com perguntas abertas e fechadas, a fim de verificar seu nível de conhecimento em relação aos conceitos que seriam abordados ao longo da realização dos experimentos.

Ao final dos quatro encontros, após os alunos terem participado das atividades propostas e desenvolvidas pelo professor regente, o mesmo questionário foi reaplicado, porém, desta vez, todos de uma só vez. Esta atividade visa inferir se houve ou não melhora no domínio dos conceitos científicos envolvidos.

##### **5.4.1 – Atividade Realizada no Primeiro Encontro**

O resultado da aplicação do questionário conceitual prévio realizado, relativo a atividade de número um, é apresentado no quadro 14.

**Quadro 14** - Resultado do Questionário Prévio da Atividade 1

Questões	Acertos Turma A (9 alunos)	Acertos Turma B (9 alunos)	Total de Acertos por Questão	Questões em Branco Turma A	Questões em Branco Turma B
1	4	3	7	0	0
2	4	3	7	0	3
3	2	5	7	4	1
4	0	2	2	0	0
5	6	6	12	0	2
6	6	3	9	2	2
7	2	1	3	4	2
8	1	1	2	6	3
9	0	0	0	6	2
10	6	1	7	2	4
TOTAL	31	25	56	24	19

Fonte: Dados da Pesquisa

No quadro 15 abaixo, podemos observar os resultados obtidos pelas turmas com a reaplicação do questionário, após a realização dos experimentos.

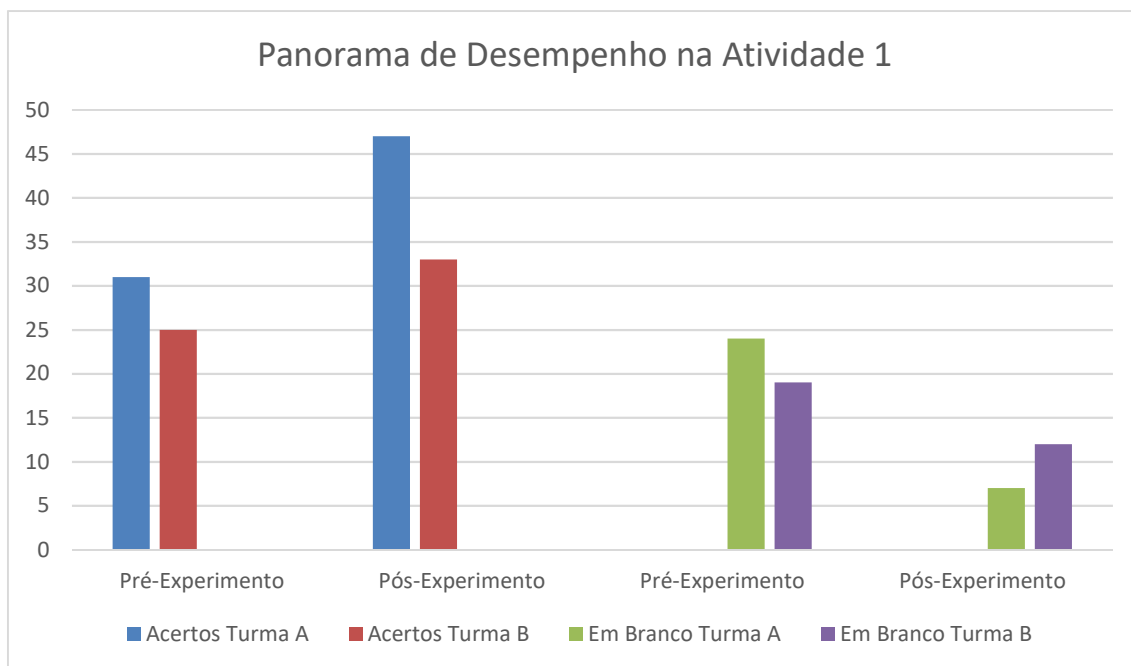
Busca-se, a partir da comparação dos resultados, perceber se houve ou não uma melhora no domínio dos conceitos do magnetismo, trabalhados ao longo do procedimento experimental.

**Quadro 15** - Resultado do Questionário Pós da Atividade 1

Questões	Acertos Turma A (9 alunos)	Acertos Turma B (9 alunos)	Total de Acertos por Questão	Questões em Branco Turma A	Questões em Branco Turma B
1	6	4	10	1	0
2	6	3	9	0	1
3	4	3	7	2	6
4	0	2	2	0	0
5	8	8	16	0	0
6	6	3	9	0	2
7	4	4	8	0	0
8	3	2	5	2	1
9	2	0	2	1	0
10	8	4	12	1	2
TOTAL	47	33	80	7	12

Fonte: Dados da Pesquisa



**Gráfico 1** – Comparação do Desempenho dos Alunos Pré e Pós Atividade 1

Fonte: Dados da Pesquisa

Observando o gráfico 1, construído a partir da análise e correção dos questionários aplicados em dois momentos distintos aos alunos, antes e posteriormente à realização dos experimentos, podemos constatar que houve uma ampliação no conhecimento dos conceitos envolvidos durante a realização das atividades. Nota-se um aumento na quantidade de acertos nas questões, bem como uma redução na quantidade de questões que foram deixadas em branco.

Para nossa surpresa, as definições de campo magnético evoluíram, demonstrando maior apropriação dos termos trabalhados. Como exemplo, podemos verificar as respostas do aluno B2 a questão sete, antes e depois da aplicação dos experimentos, respectivamente mostradas nas figuras 13 e 14.

**Figura 13** – Resposta do Aluno B2 a Questão 7 Antes do Experimento

*É a área de maior magnetismo.*

Fonte: Dados da Pesquisa

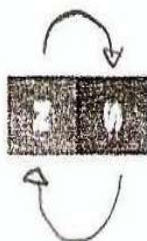
**Figura 14** – Resposta do Aluno B2 a Questão 7 Após o Experimento

*É a área que envolve os ímãs, representando a zona de influência dos ímãs.*

Fonte: Dados da Pesquisa

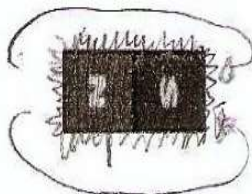
Em relação a uma melhor visualização das variáveis envolvidas, por parte dos alunos, podemos apontar as respostas dadas pelo aluno A4 na questão 9, mostradas nas figuras 15 e 16 a seguir.

**Figura 15** – Resposta do Aluno A4 a Questão 9 Antes do Experimento



Fonte: Dados da Pesquisa

**Figura 16** – Resposta do Aluno A4 a Questão 9 Após o Experimento.



Fonte: Dados da Pesquisa

#### 5.4.2 – Atividade Realizada no Segundo Encontro

O resultado da aplicação do questionário conceitual prévio realizado, relativo a atividade de número dois, é apresentado no quadro 16.

**Quadro 16** - Resultado do Questionário Prévio da Atividade 2

Questões	Acertos Turma A (9 alunos)	Acertos Turma B (9 alunos)	Total de Acertos por Questão	Questões em Branco Turma A	Questões em Branco Turma B
1	2	2	4	3	3
2	4	2	6	0	2
3	3	3	6	0	2
4	4	1	5	0	4
5	4	4	8	1	5
6	3	3	6	2	4
TOTAL	20	15	35	6	20

Fonte: Dados da Pesquisa

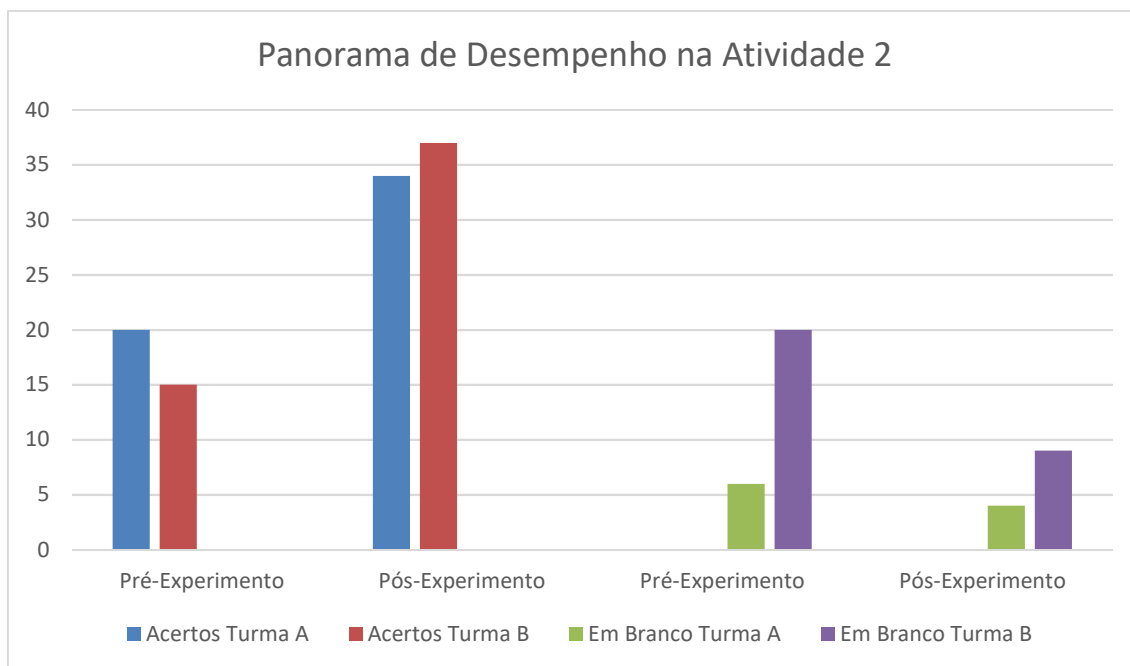
No quadro 17 abaixo, podemos observar os resultados obtidos pelas turmas com a reaplicação do questionário, após a realização das aulas experimentais.

Busca-se, a partir da comparação dos resultados, perceber se houve ou não uma melhora no domínio dos conceitos do Eletromagnetismo, trabalhados ao longo do procedimento experimental.

**Quadro 17** - Resultado do Questionário Pós da Atividade 2

Questões	Acertos Turma A (9 alunos)	Acertos Turma B (9 alunos)	Total de Acertos por Questão	Questões em Branco Turma A	Questões em Branco Turma B
1	4	6	10	0	1
2	6	5	11	1	1
3	5	7	12	0	1
4	4	7	11	0	2
5	8	7	15	1	2
6	7	5	12	2	2
TOTAL	34	37	71	4	9

Fonte: Dados da Pesquisa

**Gráfico 2** – Comparação do Desempenho dos Alunos Pré e Pós Atividade 2

Fonte: Dados da Pesquisa

Observando o gráfico 2, podemos analisar que houve um aumento considerável do número de acertos nas questões propostas bem como uma redução da quantidade de questões deixadas em branco.

Assim como ocorrido durante a análise da atividade um, podemos inferir que houve melhora no processo de aprendizagem dos alunos com a utilização dos experimentos.

Evidenciou-se, a partir das respostas dadas pós realização do experimento, uma melhor visualização das variáveis eletromagnéticas envolvidas, principalmente aquelas que necessitam de análise tridimensional.

Um melhor domínio dos conceitos de direção e sentido do campo magnético ao redor do condutor pode ser observado comparando as respostas dadas pelo aluno A3 a questão dois do questionário da atividade dois, mostradas nas figuras 17 e 18 a seguir.

**Figura 17** – Resposta do Aluno A3 a Questão 2 Antes do Experimento

*Sem mexer com a bússola, girar o condutor em 180°. Se mexer a bússola, o condutor permanece parado.*

Fonte: Dados da Pesquisa

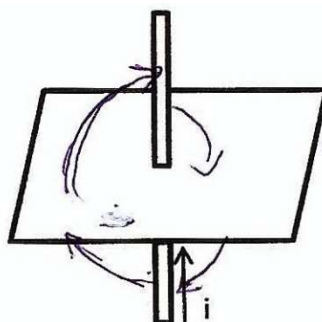
**Figura 18** – Resposta do Aluno A3 a Questão 2 Após o Experimento

*Sem mexer, devemos inverter o sentido da corrente e mexendo, devemos colocá-la em cima.*

Fonte: Dados da Pesquisa

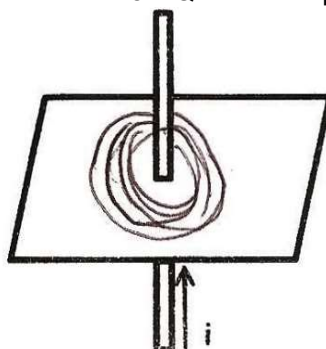
A visualização do espectro do campo magnético ao redor de um condutor conduzindo corrente também evoluiu após a realização do experimento. Durante a realização do experimento os alunos puderam, com a utilização e manipulação das limalhas de ferro, visualizar melhor sua disposição no plano perpendicular ao condutor. Um exemplo do avanço no domínio deste conceito pode ser percebido com a comparação das respostas dadas pelo aluno B8 a questão de número quatro do questionário da atividade dois, mostradas nas figuras 19 e 20 a seguir.

**Figura 19** – Resposta do Aluno B8 a Questão 4 Antes do Experimento



Fonte: Dados da Pesquisa

**Figura 20** – Resposta do Aluno B8 a Questão 4 Após o Experimento



Fonte: Dados da Pesquisa

### 5.4.3 – Atividade Realizada no Terceiro Encontro

O resultado da aplicação do questionário conceitual prévio realizado, relativo à atividade de número três, é apresentado no quadro 18.

**Quadro 18** - Resultado do Questionário Prévio da Atividade 3

Questões	Acertos Turma A (9 alunos)	Acertos Turma B (9 alunos)	Total de Acertos por Questão	Questões em Branco Turma A	Questões em Branco Turma B
1	2	0	2	0	3
2	3	4	7	1	3
3	4	4	8	0	2
4	1	1	2	2	2
5	1	3	4	6	4
TOTAL	11	12	23	9	14

Fonte: Dados da Pesquisa

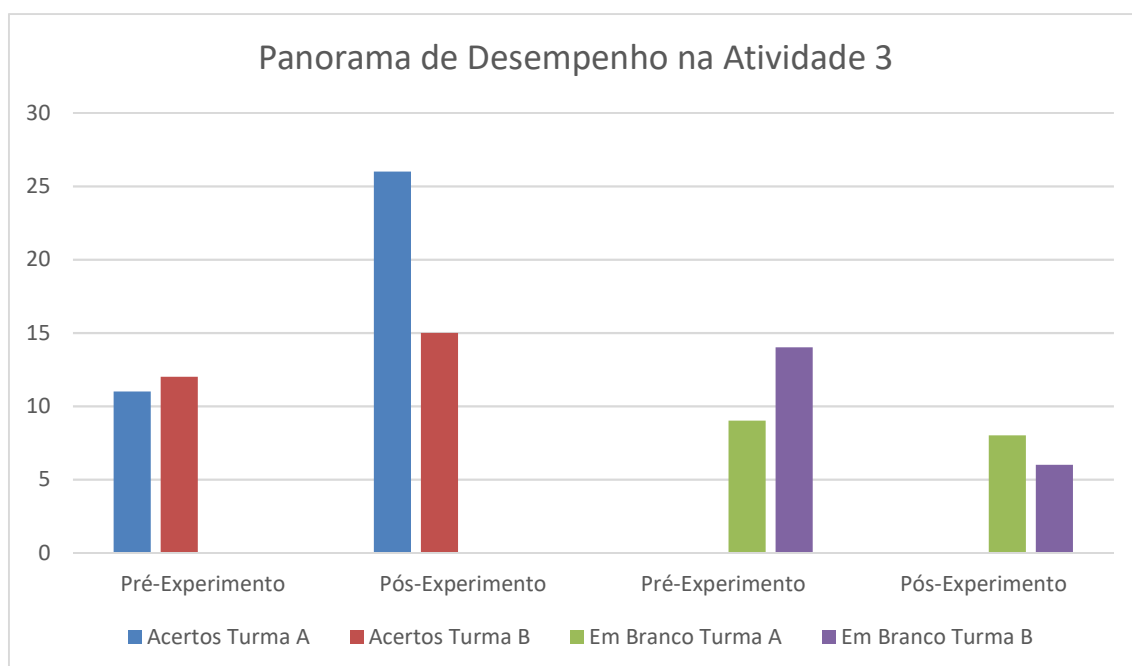
No quadro 19, podemos observar os resultados obtidos pelas turmas com a reaplicação do questionário, após a realização das aulas experimentais.

Busca-se, a partir da comparação dos resultados, analisar se houve ou não uma melhora no domínio dos conceitos sobre força eletromagnética, trabalhados ao longo do procedimento experimental.

**Quadro 19** – Resultado do Questionário Pós da Atividade 3

Questões	Acertos Turma A (9 alunos)	Acertos Turma B (9 alunos)	Total de Acertos por Questão	Questões em Branco Turma A	Questões em Branco Turma B
1	5	2	7	1	1
2	6	5	11	0	1
3	7	2	9	1	1
4	3	1	4	5	1
5	5	5	10	1	2
TOTAL	26	15	41	8	6

Fonte: Dados da Pesquisa

**Gráfico 3** – Comparação do Desempenho dos Alunos Pré e Pós Atividade 3

Fonte: Dados da Pesquisa

Mais uma vez percebeu-se, a partir da observação do gráfico 3, que houve uma melhora no processo de aprendizagem dos alunos, demonstrada a partir da evolução no domínio dos conceitos.

Houve aumento na quantidade de acertos das questões propostas bem como redução de questões deixadas em branco.

Como exemplo da evolução no domínio de conceitos podemos ilustrar a evolução do aluno A8, mostrada nas figuras 21 e 22 abaixo.

O aluno evoluiu de um conceito totalmente errado para um conceito mais próximo do científico, entendendo e explicando a existência da força eletromagnética na situação descrita pela questão de número 2.

**Figura 21** – Resposta do Aluno A8 a Questão 1 Antes do Experimento

*A corrente tem o sentido inverso.*

Fonte: Dados da Pesquisa

**Figura 22** – Resposta do Aluno A8 a Questão 1 Após o Experimento

*A condutor sofre a ação de uma força*

Fonte: Dados da Pesquisa

Nas figuras 23 e 24 a seguir, podemos constatar a evolução nos conceitos do aluno B7 em relação às variáveis que determinam o sentido da força eletromagnética que age sobre a espira móvel.

**Figura 23** – Resposta do Aluno B7 a Questão 2 Antes do Experimento

*Sim. Mudando  
os pólos.*

Fonte: Dados da Pesquisa

**Figura 24** – Resposta do Aluno B7 a Questão 2 Após o Experimento

*Sim. Quando  
se altera o sentido  
da corrente elétrica.*

Fonte: Dados da Pesquisa

Mais uma vez pode-se constatar, a partir das respostas aos questionários, a evolução do aluno, partindo de um conceito errôneo em função da situação proposta e alcançando, após realização do experimento, um conceito mais próximo ao científico.

#### 5.4.4 – Atividade Realizada no Quarto Encontro

O resultado da aplicação do questionário conceitual prévio realizado, relativo a atividade de número três, é apresentado no quadro 20.

**Quadro 20** - Resultado do Questionário Prévio da Atividade 4

Questões	Acertos Turma A (9 alunos)	Acertos Turma B (9 alunos)	Total de Acertos por Questão	Questões em Branco Turma A	Questões em Branco Turma B
1	0	0	0	7	1
2	0	0	0	6	1
3	3	5	8	4	3
4	0	0	0	7	1
5	0	2	2	6	0
TOTAL	3	7	10	30	6

Fonte: Dados da Pesquisa



No quadro 21, podemos observar os resultados obtidos pelas turmas com a reaplicação do questionário, após a realização das aulas experimentais,

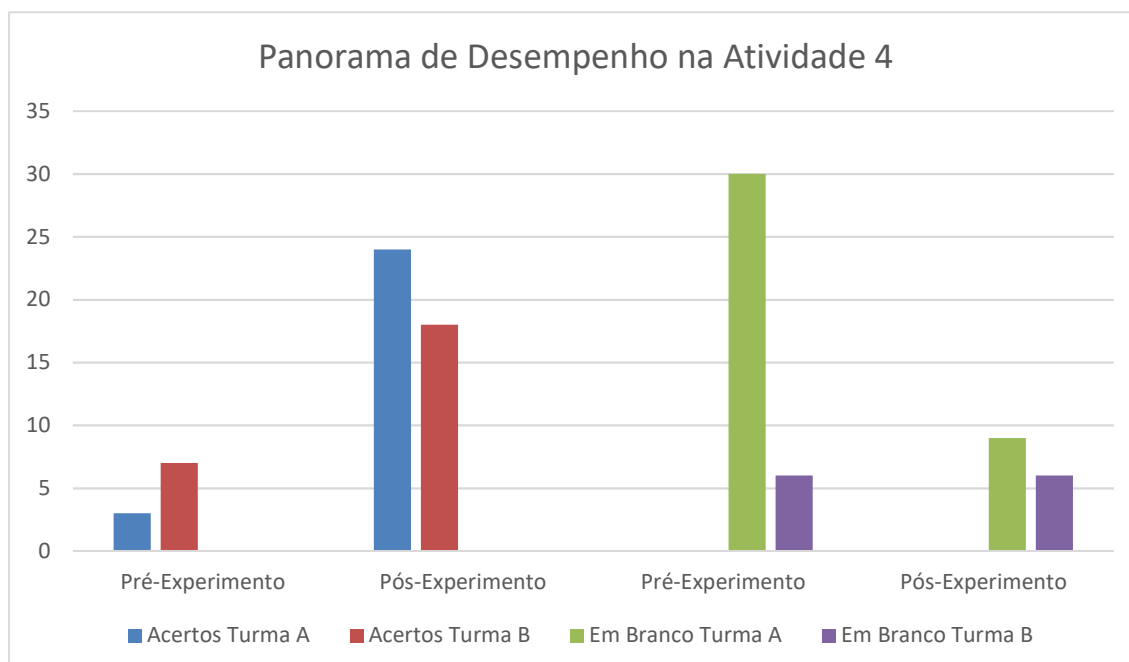
Busca-se, a partir da comparação dos resultados, analisar se houve ou não uma melhora no domínio dos conceitos sobre a geração de força eletromotriz induzida, trabalhados ao longo do procedimento experimental.

**Quadro 21** - Resultado do Questionário Pós da Atividade 4

Questões	Acertos Turma A (9 alunos)	Acertos Turma B (9 alunos)	Total de Acertos por Questão	Questões em Branco Turma A	Questões em Branco Turma B
1	5	0	5	1	1
2	1	2	3	4	2
3	8	6	14	0	1
4	8	8	16	0	1
5	2	2	4	4	1
TOTAL	24	18	42	9	6

Fonte: Dados da Pesquisa

**Gráfico 4** – Comparação do Desempenho dos Alunos Pré e Pós Atividade 4

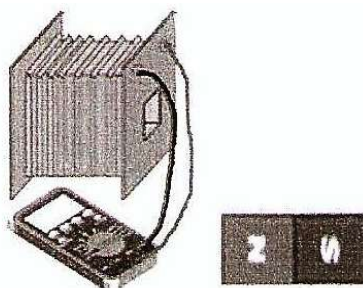


Fonte: Dados da Pesquisa

A observação do gráfico 4 indica a evolução dos conceitos físicos envolvidos, após a realização dos experimentos. Esta foi a atividade em que os dados melhoram de forma mais evidente, principalmente pelo aumento bastante significativo do número de acertos às questões propostas no questionário. Somando-se a quantidade de acertos das duas turmas, notamos uma evolução de 10 para 42 acertos nas questões do questionário da atividade número quatro. Assim como nas demais atividades também houve redução no número de questões deixadas em branco.

Dos dezoito alunos envolvidos na pesquisa, oito deixaram a pergunta de número quatro em branco antes da realização da atividade, ou seja, não possuíam em seu repertório conceito em relação à geração de uma força eletromotriz a partir da utilização de uma bobina, um ímã e um galvanômetro. Após a realização do experimento, alguns destes alunos avançaram em relação a este conceito. Alguns deles, inclusive, evoluíram para o conceito científico, por exemplo, a aluno A8, cujas respostas encontram-se nas figuras 25 e 26 a seguir.

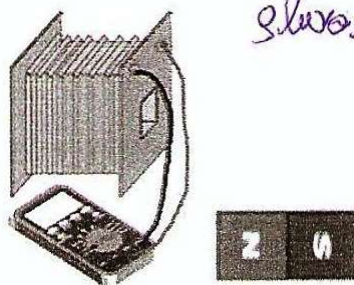
**Figura 25** – Resposta do Aluno A8 a Questão 4 Antes do Experimento



Fonte: Dados da Pesquisa

**Figura 26** – Resposta do Aluno A8 a Questão 4 Após o Experimento

*Ímã movimenta o ímã dentro da bobina para haver variação de fluxo, em produção correta.*



Fonte: Dados da Pesquisa

O sentido da corrente induzida também foi abordado durante a realização dos trabalhos, porém, percebe-se a partir da análise dos quadros 20 e 21 que não houve um grande avanço por parte dos alunos no domínio deste conceito. O número de acertos nesta questão subiu de dois para quatro, após a realização dos experimentos. Porém podemos observar, no exemplo mostrado abaixo que o aluno B1 compreendeu o conceito, conseguindo expressar-se claramente sobre a questão do sentido da corrente induzida estar relacionado ao sentido do movimento da fonte do campo magnético, ou seja, afastando-se o ímã da bobina a corrente tem um sentido, registrado pelo galvanômetro e aproximando-se o ímã da bobina o galvanômetro registra uma corrente em sentido contrário. As respostas dadas pelo aluno A8 encontram-se nas figuras 27 e 28 a seguir.

**Figura 27** – Resposta do Aluno B1 a Questão 5 Antes do Experimento

Colocando o ímã ~~na~~ entre a bobina,  
a corrente muda de sentido por  
causa do campo magnético do ímã,  
pois o sentido corrente está relaciona-  
do ao sentido do movimento.

Fonte: Dados da Pesquisa

**Figura 28** – Resposta do Aluno B1 a Questão 5 Após o Experimento

Descobriu que o sentido da  
corrente é influenciado pelo senti-  
do do movimento do ímã.

Fonte: Dados da Pesquisa

Percebe-se, a partir da análise do gráfico 4 e das respostas dadas pelos alunos ao questionário, que houve uma melhora em seu processo de aprendizagem, demonstrada a partir da evolução no domínio dos conceitos físicos envolvidos.

Evidencia-se com esta análise, que a realização dos experimentos de baixo custo, desenvolvidos e aplicados à luz da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, permitiu a criação de situações onde o trabalho de mediação do professor permitiu que os conceitos que os alunos apresentavam ou não sobre o tema fossem trabalhados no sentido de seu desenvolvimento para conceitos científicos ou mais próximos destes.

Durante a análise dos quatro modelos de questionários, aplicados antes e depois da realização dos experimentos, pode-se notar um aumento na quantidade de acertos e redução da quantidade de questões deixadas em branco. Este fato nos permite dizer que os alunos, após as atividades, ficaram mais à vontade para escrever sobre os assuntos solicitados, indicando maior apropriação dos termos científicos e de seu uso. Assim, foi observado durante as análises uma melhoria na linguagem científica expressa pelos alunos durante suas respostas às questões. Houve uma evolução nos conceitos-em-ação dos alunos, quando comparamos as respostas dadas no questionário inicial, mais distantes dos conceitos físicos, com as respostas dadas no questionário realizado após a aplicação dos experimentos, onde notamos conceitos mais próximos aos conceitos físicos envolvidos. Muitos destes alunos conseguiram partir de uma situação em que deixaram a questão em branco e ao final das atividades conseguiram evoluir, exemplificando situações em que estes conceitos se aplicam em suas vidas cotidianas, ou seja, os experimentos criaram condições para a conceitualização e o desenvolvimento dos esquemas, que são considerados fatores importantes na teoria de Vergnaud.

Nesse momento em que apontamos uma evolução das respostas dos alunos, é fundamental trazer novamente o conceito de Gêneros Discursivos de Bakhtin uma vez que entendemos que nossa proposta possibilitou ao aluno se apropriar de uma linguagem mais próxima da científica, construindo relações entre os gêneros primários e secundários, iniciando um processo de apropriação do gênero específico da ciência, no nosso caso da Física. Este fato também vai ao encontro do ganho de repertório de esquemas sugerido por Vergnaud.

## 6 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

Notou-se que durante os encontros realizados, a grande maioria dos alunos se sentiu à vontade, permitindo que os conceitos fossem trabalhados ao longo das atividades experimentais em um clima de descontração, fértil ao processo de aprendizagem. A mediação feita pelo professor ao longo de todo o processo foi um ponto de destaque, e esta é apresentada pela teoria de Vergnaud como um dos fatores principais para a efetividade da aprendizagem.

Podemos inferir o quanto os alunos foram influenciados positivamente pelas situações apresentadas a eles durante a realização dos experimentos de baixo custo. Os esquemas, descritos na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, foram criados pelos alunos, sujeitos-em-ação, ao longo das atividades propostas pelo professor, possibilitando a estes, externar seus invariantes operatórios (conceitos-em-ação e teoremas-em-ação).

A identificação destes invariantes operatórios, corretos ou não, permitiu ao professor estabelecer um processo de mediação com vistas a melhorá-los ou conduzi-los aos teoremas e conceitos científicos.

O professor regente conduziu muito bem a realização dos experimentos, aproveitando as situações disponibilizadas, inclusive, aquelas que surgiram e não haviam sido idealizadas na concepção do projeto.

A teoria de Vergnaud mostrou-se bastante apropriada para o desenvolvimento dos conceitos do Eletromagnetismo, ao contribuir para mostrar ao professor uma nova visão do ensinar, planejando e desenvolvendo situações que possam ser apresentadas às suas turmas a fim de dar sentido aos conceitos a serem desenvolvidos.

A conceitualização, apontada por Vergnaud, foi possibilitada com a realização dos experimentos, permitindo aos alunos a construção de novos invariantes operatórios, ou seja, facilitando seu processo de aprendizagem.

Os diálogos oportunizados a partir da mediação do professor e da realização dos experimentos, possibilitaram aos alunos a construção de relações entre os gêneros discursivos primários e secundários. Esta construção de relações conduziu os alunos a apropriação do gênero específico da ciência.

O Produto Educacional (Kit Experimental e Sequência Didática), desenvolvido ao longo deste trabalho, mostrou-se bastante efetivo para trabalhar os experimentos do Eletromagnetismo devido ao baixo custo envolvido para sua construção, praticidade, facilidade de montagem e transporte. Estes fatores permitem que este Produto Educacional seja utilizado nas diversas realidades do Ensino Médio, possibilitando, de forma simples, que os conceitos do Eletromagnetismo sejam trabalhados pelo professor, não necessitando para isto de um laboratório específico, ou seja, podendo ser utilizado na estrutura disponibilizada por uma sala de aula convencional.

O êxito obtido com a utilização do Kit Experimental e Sequência Didática, bem como, as análises dos dados selecionados nesta pesquisa e a opinião do professor regente nos permitiram inferir que esta foi ao encontro de nossa hipótese, corroborando com a mesma, ou seja, a utilização dos experimentos de baixo custo facilitou o processo de aprendizagem do Eletromagnetismo.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino da Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n. 2, p. 176-194, 2003.
- AZEVEDO, H. L.; JÚNIOR, F. N. M.; SANTOS, T. P.; CARLOS, J. G.; TANCREDO, B. N. O Uso do Experimento no Ensino da Física: Tendências a Partir do Levantamento dos Artigos em Periódicos da Área no Brasil. IN: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7. **Anais...** Florianópolis, ABRAPEC, 2009.
- BAKHTIN, M. **Estética da Criação Verbal**. São Paulo: Martins Fontes, 2011.
- \_\_\_\_\_. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**, São Paulo: Hucitec, 2006.
- BITTAR, M.; MUNIZ, C. A. **A Aprendizagem Matemática na Perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais**. Curitiba: CRV, 2009.
- BRAGA, M. de M. **O Eletromagnetismo Abordado de Forma Conceitual no Ensino Médio**. 2004. 142f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- BRAIT, B. **Bakhtin, Conceitos-Chave**. São Paulo: Contexto, 2005a.
- \_\_\_\_\_. **Bakhtin, Dialogismo e Construção do Sentido**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2005b.
- BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, Brasília, 2000.
- BRUN, J. **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Horizontes Pedagógicos, 2000
- CARVALHO, A. M. P. de. **Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e Suas Metodologias**. São Paulo: Papirus, 2005.
- CASTRO, G. F. de. **A Construção da (Auto) Imagem do Professor: Os saberes explícitos e implícitos nos discursos de professores de Física**. 2009, 128f, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.

- CATARINO, G. F. de C. **A aula de física como gênero discursivo: reflexões sobre educação científica formal, não formal e outras formas.** 2013, 247f, Tese de Doutorado, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.
- CLARK, K.; HOLQUIST, M. **Mikhail Bakhtin.** São Paulo: Perspectiva, 1998.
- CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. da. Roteiro para Revisão Bibliográfica Sistemática: Aplicação no Desenvolvimento de Produtos e Gerenciamento de Projetos: Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 8. **Anais...** Porto Alegre, CBGDP, 2011.
- FERREIRA, A. V. **Representações sociais e evasão em espaços educacionais não escolares,** Curitiba, PR: CRV, 2016.
- FESTA, F. **Proposta Didática para Desenvolver o Tema da Supercondutividade no Ensino Médio.** 2015, 181f, Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física), Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- FILHO, M. P. S. **O Erro em Sala de Aula: Subsídios para o Ensino do Eletromagnetismo.** 2009, 232f, Tese (Doutorado em Ensino de Física), Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.
- GIL, A. C. **Estudo de Caso.** São Paulo: Atlas Editora, 2009.
- GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino das Ciências. **Revista Química Nova na Escola,** n. 10, p. 43-49, 1999.
- HEIDEMAM, L. A. **Ressignificação da Atividades Experimentais no Ensino da Física por Meio do Enfoque no Processo de Modelagem Científica.** 2015, 298f, Tese (Doutorado em Ensino de Física), Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- JOBIM e SOUZA, S. **Infância e Linguagem: Bakhtin, Vygotsky e Benjamim.** Campinas, SP: Papyrus, 2001.
- LAMEU, L. de P. **Efeito Fotoelétrico no Ensino Fundamental: Uma Proposta à Luz da Teoria dos Campos Conceituais.** 2014. 144f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino das Ciências), Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2014.
- LEAL, C. A. **Vamos brincar de quê? Os jogos cooperativos no ensino das ciências.** 2013. 167f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de



Ciências) – PROPEC, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Nilópolis, Rio de Janeiro, 2013.

LUDKE, M. e ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 2013.

MANCINI, M. C. e SAMPAIO, R. F. Estudos de Revisão Sistemática: Um Guia para Síntese Criteriosa da Evidência Científica, **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n.1, p. 83-89, 2007.

MARTINS, G. de A. M. **Estudo de Caso: Uma estratégia de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, L. P. B. **Estudo de Circuitos Elétricos Utilizando Simulação Computacional Para Preparar o Uso de Circuitos Reais**. 2014, 221f, Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física), Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

MOTA, A. T. **Ensino e Aprendizagem da Astronomia Apoiado Pelas Tecnologias da Informação e Comunicação**. 2013, 159f, Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino das Ciências), Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2013.

NEVES, M. M. **Investigação dos Conceitos Quânticos Desenvolvidos Através de Representações Virtuais no Ensino da Física**. 2012, 146f, Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino das Ciências e da Matemática), Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2012.

OLIVEIRA, J. R. S. de. Contribuições e Abordagens das Atividades Experimentais no Ensino das Ciências: reunindo elementos para prática docente. **Acta Scientiae**, v.12, n.1, p. 139-153, 2010.

PARISOTO, M. F. **Teoremas-em-Ação e Conceitos-em-Ação na Física Aplicada na Cozinha**. 2011, 443f, Dissertação (Mestrado Acadêmico em Física), Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

PAULA, S.; ARAÚJO, M. A.; SILVA, J. C. Pesquisa Científica Baseada em Uma Revisão Sistemática da Literatura. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 6, n. 2, p. 34, 2016.

PEREIRA, D. F. O.; AGUIAR, O. Ensino de Física no Nível Médio: Tópicos de Física Moderna e Experimentação. **Revista Ponto de Vista**, v.3, p. 65-81, 2002.

PLAISANCE, E.; VERGNAUD, G. **As Ciências da Educação**. São Paulo: Loyola, 2003.

PORTELA, A. B.; CAMARGO, S. O Que Dizem os Principais Eventos da Área do Ensino de Física com Relação às Atividades Experimentais. **Revista Ciência em Tela**, v.5, n.1, p.1-9, 2012.

PRADELLA, M. **Estudo de Conceitos da Termodinâmica no Ensino Médio por meio de UEPS**. 2014, 121f, Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física), Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

RAUPP, D. T. **Um Estudo de Caso Sobre a Compreensão de Conceitos Químicos Mediante Visualização de Representações Computacionais 3D Utilizando o Referencial Teórico dos Campos Conceituais**. 2010, 108f, Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino das Ciências e Matemática) – Diretoria de Pós-Graduação – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2010.

RÉGNIER, N. M. A.; MONIN, N. Da teoria dos campos conceituais à didática profissional para a formação de professores: contribuição da psicologia e da sociologia para análise de práticas pedagógicas. **Educação Unisinos**, v.13, n.1, p.5-16, 2009.

REKOVVSKY, L. **Física na Cozinha**. 2012, 109f, Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino das Ciências), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

RICARDO, E. C. Políticas Curriculares e o ENEM: Perspectivas de Implementação no Contexto Escolar: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 7. **Anais...** Florianópolis, ENPEC, 2009.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da Experimentação no Ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino da Física**, v. 20, n. 1, p. 30-42, 2003.

SOUSA, J. M. **Objetos de Aprendizagem e o Ensino de Conceitos de Eletromagnetismo no Ensino Médio**. 2012. 179f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino das Ciências) – Instituto de Física – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.

TOSTES, A. M. B. **Matemática Inclusiva, Situações Didáticas e Tecnologias: Um Estudo de Caso no Ensino Superior**. 2013. 87f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Programa de Mestrado Profissional em Educação Matemática – Universidade Severino Sombra, Vassouras, 2013.

VERGNAUD, G. **A Criança, a Matemática e a Realidade**. Curitiba: Editora da UFPR, 2014.

WOLKI, B. **Fundamentos de Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 2005.

ZANELLA, M. S.; BARROS, R. M. de O. **Teoria dos Campos Conceituais: Situações Problemas da Estrutura Aditiva e Multiplicativa de Naturais**. Curitiba: CRV, 2014.

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(De acordo com as normas da Resolução nº 466, do Conselho Nacional de Saúde de 12/12/2012)

Você está sendo convidado para participar da pesquisa “A Melhoria do Processo Ensino Aprendizagem do Eletromagnetismo com a Utilização de Experimentos de Baixo Custo”. Você foi selecionado por estar matriculado na turma de Física do Professor xxxxxxxxxxxx e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

O objetivo deste estudo é analisar se a conceitualização, possibilitada a partir da inserção de experimentos de baixo custo, facilita o desenvolvimento dos alunos durante o processo de ensino-aprendizagem do eletromagnetismo.

Sua participação nesta pesquisa consistirá da sua presença nas aulas onde os experimentos serão realizados, possibilitando a observação do pesquisador e, em seguida, responder a um questionário e uma entrevista onde serão coletados os dados necessários a conclusão da pesquisa.

Não há riscos relacionados com sua participação na pesquisa.

Os benefícios relacionados com a sua participação são: A possibilidade de melhoria do processo de ensino-aprendizagem do eletromagnetismo a partir da inserção de experimentos de baixo custo que possibilitarão a conceitualização dos conteúdos abordados.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação. Os alunos participantes não serão identificados por seus nomes, serão utilizadas numerações para com isso manter o sigilo das informações prestadas.

Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com o senhor (a), podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento com os pesquisadores responsáveis, Professora Doutora Giselle Faur de Castro Catarino e o Eng. Prof. Carlos Henrique da Silva Rocha no e-mail [chsrocha@yahoo.com.br](mailto:chsrocha@yahoo.com.br) ou no telefone 2333-8337/ 249.

---

Pesquisador Responsável

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UNIGRANRIO, localizada na Rua Prof. José de Souza Herdy, 1160 – CEP 25071-202 TELEFONE (21).2672-7733 – ENDEREÇO ELETRÔNICO: [cep@unigranrio.com.br](mailto:cep@unigranrio.com.br)

Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de 20\_\_.

---

Sujeito da pesquisa

---

Responsável Legal



## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(De acordo com as normas da Resolução nº 466, do Conselho Nacional de Saúde de 12/12/2012)

Você está sendo convidado para participar da pesquisa “A Melhoria do Processo Ensino Aprendizagem do Eletromagnetismo com a Utilização de Experimentos de Baixo Custo”. Você foi selecionado por ser o professor de Física das turmas pesquisadas e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

O objetivo deste estudo é analisar se a conceitualização, possibilitada a partir da inserção de experimentos de baixo custo, facilita o desenvolvimento dos alunos durante o processo de ensino-aprendizagem do eletromagnetismo.

Sua participação nesta pesquisa consistirá da aplicação de alguns experimentos de baixo custo, durante as aulas de eletromagnetismo, possibilitando a observação do pesquisador e, em seguida, responder a um questionário onde serão coletados os dados necessários a conclusão da pesquisa. Não há riscos relacionados com sua participação na pesquisa.

Os benefícios relacionados com a sua participação são: A possibilidade de melhoria do processo de ensino-aprendizagem do eletromagnetismo a partir da inserção de experimentos de baixo custo que possibilitarão a conceitualização dos conteúdos abordados.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação. Os alunos participantes não serão identificados por seus nomes, serão utilizadas numerações para com isso manter o sigilo das informações prestadas.

Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com o senhor (a), podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento com os pesquisadores responsáveis, Professora Doutora Giselle Faur de Castro Catarino e o Eng. Prof. Carlos Henrique da Silva Rocha no e-mail [chsrocha@yahoo.com.br](mailto:chsrocha@yahoo.com.br) ou no telefone 2333-8337/ 249.

---

Pesquisador Responsável

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UNIGRANRIO, localizada na Rua Prof. José de Souza Herdy, 1160 – CEP 25071-202 TELEFONE (21).2672-7733 – ENDEREÇO ELETRÔNICO: [cep@unigranrio.com.br](mailto:cep@unigranrio.com.br)

Rio de Janeiro, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Sujeito da pesquisa

## APÊNDICE III

**QUESTIONÁRIO 1: PESQUISA DE OPINIÃO DO PROFESSOR**

Caro professor,

Este questionário tem por objetivo saber sua opinião a respeito da conceitualização proporcionada a partir da inserção de experimentos de baixo custo nas aulas de eletromagnetismo, verificando se estes experimentos contribuíram para o processo de ensino-aprendizagem deste conteúdo.

1) Qual a sua formação?

- a) Graduação. Curso \_\_\_\_\_
- b) Pós Graduação "Latu Sensu". \_\_\_\_\_.
- c) Pós Graduação "Stricto Sensu". \_\_\_\_\_
- d) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

2) Qual o principal material didático que você utiliza em sala de aula?

- a) Livro Didático. Qual? \_\_\_\_\_
- b) Apostila. Autor? \_\_\_\_\_
- c) Notas de aula de sua autoria.
- d) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

3) Que outros recursos didáticos você costuma utilizar durante as aulas?

- a) Revistas e jornais.
- b) Textos extraídos da internet.
- c) Outros livros texto.
- d) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

4) Você conhece a Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud?

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Um pouco.
- d) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

5) Antes da apresentação de um novo conteúdo de sua disciplina, você costuma trabalhar a conceitualização junto aos alunos, ou seja, trabalha com as ideias prévias ou concepções que eles já possuem sobre o assunto?

a) Sim, sistematicamente.

b) Sim, às vezes.

c) Não.

d) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

6) Você busca relações do conteúdo a ser apresentado com situações práticas ou com o cotidiano dos alunos?

a) Sim, sempre.

b) Sim, às vezes.

c) Não.

d) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

7) Você utiliza outros recursos de forma a tornar a aprendizagem dos alunos significativa? Quais?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8) Você acha importante o uso de experimentos de baixo custo para melhorar o processo de ensino-aprendizagem do eletromagnetismo?

a) Sim.

b) Não.

d) Às vezes.

d) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

9) Caso utilize experimentos, qual a origem dos materiais e/ou equipamentos utilizados?

a) Laboratório da escola.

b) Comprados por mim.

c) Montados por mim.

d) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

10) Geralmente, onde são realizados estes experimentos?

a) Na sala de aula.

b) No laboratório.

c) No local que esteja disponível no momento.

d) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

11) A escola incentiva e facilita a realização destes experimentos?

a) Sim.

b) Não.

c) Às vezes.

d) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

12) Em relação a utilização das equações matemáticas para o ensino do eletromagnetismo, qual sua opinião?

a) Trata-se de uma ferramenta extremamente importante para o entendimento dos conteúdos.

b) Servem como um meio para facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

c) Não auxiliam na construção dos conceitos.

d) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

13) Quais são os métodos de avaliação utilizados por você atualmente?

a) Provas e testes.

b) Exercícios

c) Avaliação contínua sobre todas as atividades, incluindo experimentos.

d) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

14) Que avaliação você faz em relação a realização dos experimentos de baixo custo nas duas turmas em que leciona?

a) Melhoraram significativamente o processo de ensino-aprendizagem.

b) Melhoraram um pouco o processo de ensino-aprendizagem.



c) Não notei mudanças no processo de ensino-aprendizagem.

d) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

15) Levando em consideração a possibilidade de conceitualização, estes experimentos facilitaram sua mediação para levantamento dos conceitos prévios que os alunos tinham sobre o conteúdo do eletromagnetismo?

a) Sim.

b) Não.

c) Um pouco.

d) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

16) Utilizaria esta experimentação nas outras turmas onde você ministra este mesmo conteúdo?

a) Sim.

b) Não.

c) Talvez.

d) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

17) Em sua opinião, em função do custo e facilidade de montagem, estes experimentos podem ser facilmente aplicados em outras realidades de Ensino Médio?

a) Sim.

b) Não.

c) Talvez.

d) Outros. Especifique: \_\_\_\_\_

18) Em sua opinião, o que seria importante para melhorar o processo de ensino-aprendizagem de maneira geral?

a) O esforço individual do professor.

b) O interdisciplinar dos professores.

c) O esforço conjunto da escola, professores, pedagogos e etc.

d) Participação da comunidade onde a escola está inserida.

e)Outros. Especifique:\_\_\_\_\_

19)Há quantos anos você trabalha como professor do ensino médio?

\_\_\_\_\_

20)Com suas palavras, descreva a experiência de ter aplicado os experimentos de baixo custo com vistas a possibilitar a conceitualização, segundo a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## ESTRUTURA DA ENTREVISTA COM OS ALUNOS

Caro aluno,

Esta entrevista tem por objetivo saber sua opinião a respeito da conceitualização, proporcionada a partir da inserção de experimentos de baixo custo nas aulas de Física, verificando se estes experimentos facilitaram a aprendizagem do conteúdo eletromagnetismo.

1)Qual sua opinião em relação a realização dos experimentos de baixo custo durante as aulas de eletromagnetismo?

2)Comparando as aulas que foram realizadas com a utilização de experimentos com as aulas de Física na sala de aula convencional (quadro branco, caderno, livro e etc), quais são suas considerações a respeito? Cite os aspectos positivos e negativos.

3)A realização destes experimentos contribuiu para a compreensão dos conceitos físicos envolvidos? De que forma?

4)Na sua percepção, que outras ações poderiam ser tomadas pelos professores com vistas a tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo?

5)Sua opinião é muito importante para a construção deste trabalho, que outras críticas, opiniões ou sugestões você poderia nos dar para melhorar o processo de ensino-aprendizagem?

## APÊNDICE V

## QUESTIONÁRIO PARA A ATIVIDADE 1

1)O que você entende por ímã? Cite alguma situação em que os ímãs aparecem em seu dia a dia.

2)O que são pólos de um ímã?

3)Qual a origem da denominação dos pólos do ímã como Norte e Sul?

4)Complete a frase: “Pólos de \_\_\_\_\_ opostos se \_\_\_\_\_ e de mesmo \_\_\_\_\_ se \_\_\_\_\_.”

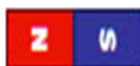
5)Uma agulha magnética ou um ímã em forma de barra, que possa girar livremente, orientam-se, aproximadamente, na direção Norte-Sul geográfica do lugar. O que é uma bússola e em que se baseia seu funcionamento?

6)Imagine-se segurando dois ímãs com as mãos pouco afastadas, descreva o que acontece quando você aproxima ou afasta suas mãos. O que aconteceria se você girasse um dos ímãs 180°?

7)Descreva, com suas palavras, campo magnético.

8)O que são linhas de força magnética?

9)Utilizando a figura do ímã em forma de barra mostrada abaixo, esboce a disposição das linhas de campo magnético que se formam ao redor do mesmo.

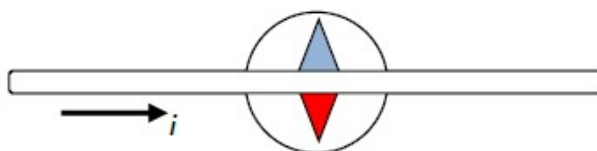


10)Em algum momento da sua vida você se deparou ou percebeu algum objeto, equipamento ou situação relacionada com o tema magnetismo?

## QUESTIONÁRIO PARA A ATIVIDADE 2

1) Oersted, ao aproximar uma bússola a um condutor energizado, constatou uma deflexão do ponteiro da mesma em relação ao condutor. A que se deve esta deflexão do ponteiro da bússola?

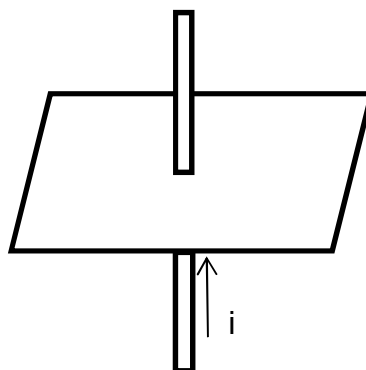
2) Uma bússola é colocada embaixo de um condutor retilíneo conduzindo corrente em um determinado sentido, conforme mostra a figura abaixo. Sem mexer com a bússola, como poderíamos inverter a orientação do ponteiro da mesma? Mexendo com a bússola, como poderíamos inverter a orientação de seu ponteiro?



3) O campo magnético criado ao redor de um condutor retilíneo possui disposição:

- a) Paralela em relação ao mesmo
- b) Perpendicular em relação ao mesmo
- c) Inclínada em relação ao mesmo

4) O Físico Ampère dispôs um condutor perpendicularmente ao plano de uma folha de papel, fazendo circular por ele uma corrente elétrica, conforme mostra a figura abaixo, jogando limalhas de ferro sobre a folha comprovou a orientação das linhas de campo magnético criadas ao redor do condutor. Utilizando a figura abaixo, esboce o espectro do campo magnético formado ao redor deste condutor.



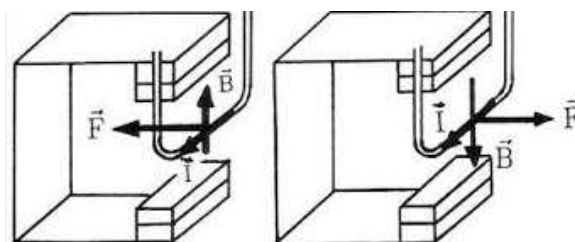
5)Analisando a figura mostrada na questão 4, o que aconteceria com o sentido das linhas de campo caso o sentido da corrente fosse invertido?

6)Ainda tomando como base a figura da questão anterior, Ampère observou que a intensidade do campo magnético ao redor do condutor varia em função de quais grandezas?

### QUESTIONÁRIO PARA A ATIVIDADE 3

1) O que acontece com um condutor conduzindo corrente quando o mesmo está imerso ou é submetido a ação de um campo magnético?

2) Uma espira conduzindo corrente está imersa em um campo magnético conforme mostra a figura abaixo. Pode-se verificar que o sentido da força que atua sobre a espira ( $F$ ) mudou quando foi invertido o sentido do campo magnético ( $B$ ). Mantendo o campo magnético conforme mostrado na parte esquerda da figura, poderíamos inverter o sentido da força magnética que age sobre a espira? Em caso de resposta positiva indique como isto seria possível.



3) Analisando a questão anterior, quais são os fatores que influenciam o sentido da força que age sobre um condutor conduzindo corrente quando o mesmo está submetido a ação de um campo magnético?

4) Em relação ao módulo da força magnética que age sobre um condutor ou espira que está conduzindo corrente e encontra-se imerso em um campo magnético, desprezando-se o comprimento da espira ou condutor, quais os outros fatores que influenciam a intensidade desta força magnética?

5) Você saberia exemplificar uma importante aplicação, presente no seu dia a dia, para este conceito físico?

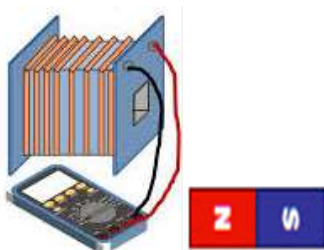
### QUESTIONÁRIO PARA A ATIVIDADE 4

1)O físico Fleming estudou as características das forças que agem sobre um condutor quando o mesmo está conduzindo corrente e encontra-se sob a ação de um campo magnético. Faraday aprimorou os estudos destes experimentos e fez uma importante descoberta para o mundo. Você saberia dizer qual foi a descoberta de Faraday?

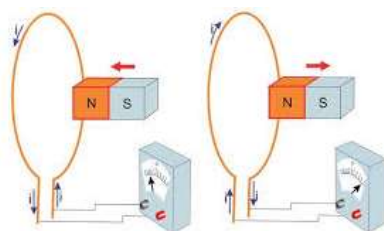
2)Seria possível à partir de um condutor e de um ímã em forma de U gerar uma diferença de potencial ou força eletromotriz? Em caso positivo indique como?

3)Como chamamos a esta força eletromotriz?

4)Caso fossem fornecidos a você um ímã em forma de barra, um galvanômetro e uma bobina, conectados conforme mostra a figura abaixo, que ação você tomaria para que houvesse a deflexão do ponteiro do galvanômetro, ou seja, houvesse uma força eletromotriz ou corrente induzida na bobina?



5)Trabalhando sobre os experimentos de Faraday, Lenz determinou o sentido da corrente induzida em um condutor, espira ou bobina. Analisando a figura mostrada abaixo, você conseguiria descrever a descoberta de Lenz? Qual foi a descoberta?





## ANEXO VI

## Transcrição da Entrevista Realizada na Turma A

T	VERBAL
1	<b>Pesquisador</b> – O que acharam dessa proposta de experiência na aula de vocês, qual a opinião em relação a realização dos experimentos durante as aulas de eletromagnetismo? O que vocês acham, foi legal, gostaram?
2	<b>Aluno A1</b> – Gostei.
3	<b>Pesquisador</b> – Vocês acham que isso contribui para a aprendizagem de vocês?
4	<b>Aluno A2</b> – Mais fácil de aprender.
5	<b>Pesquisador</b> – Concorda Patrick?
6	<b>Aluno A2</b> – Concordo, contribui para a gente constatar o que a gente aprendeu no real.
7	<b>Pesquisador</b> – Concorda Mariana?
8	<b>Aluno A3</b> – Sim.
9	<b>Pesquisador</b> – Teria que dar outra prova para vocês. Comparando as aulas que foram realizadas com a utilização dos experimentos com as aulas de física em sala, aquela aula convencional no quadro e tal, quais são as considerações a respeito, o que você acha, quais são os aspectos positivos e negativos, comparando a aula com experiência com a aula que é dada em sala de aula convencionalmente, quadro...? O que vocês acham que é melhor, esse positivo só a aula no quadro e tal ou a experiência e mostrar para vocês, e tal, o que vocês acham?
10	<b>Aluno A4</b> – A experiência faz a gente aprender melhor, porque a gente põe em prática o que foi ensinado.
11	<b>Aluno A2</b> – E é mais dinâmico também, ajuda até a fixar a matéria que quando escreve só esquece de tudo.
12	<b>Pesquisador</b> – O que você acha Patrick?
13	<b>Aluno A2</b> – Mesma coisa, a gente consegue aprender mais, é mais dinâmico.
14	<b>Pesquisador</b> – A realização desses experimentos contribuiu para compreensão dos conceitos físicos envolvidos?
15	<b>Aluno A1</b> – Sim, pra caramba.
16	<b>Pesquisador</b> – De que forma? Contribuiu você acha como, pela possibilidade de você interagir com equipamento, pela possibilidade de uma visualização melhor das variáveis de eletromagnetismo.
17	<b>Aluno A1</b> – A gente viu como a coisa acontece em si, como a função, movimento, a corrente elétrica, a gente não viu só o esboço no papel, a gente viu acontecendo.
18	<b>Aluno A2</b> – E também provamos no caso, provamos aquilo que aconteceu, quando a gente se depara é meio surreal, a gente só vê assim no quadro e pode imaginar qualquer coisa, mas aí quando a gente vê na nossa frente a gente vê que é mais fácil fazer.
19	<b>Pesquisador</b> – Na percepção de vocês que outras ações poderiam ser tomadas pelos professores em geral, não só de física e tal, com vistas a tornar o processo de ensino e aprendizagem mais significativo, significativo no sentido de você realmente aprender, realmente conseguir colocar em prática e entender aquilo que está sendo ensinado.
20	<b>Aluno A1</b> – Ter aulas mais dinâmicas.
21	<b>Pesquisador</b> – O que vocês consideram mais dinâmicas.
22	<b>Aluno A1</b> – Quando a gente vê o que está acontecendo o fato mesmo, a gente analisando e mesmo a partir da experiência poder construir o conceito.

23	<b>Pesquisador</b> – Nesses três anos de JK já tinham feito alguma passagem por laboratório ou realizado alguma experiência?
24	<b>Aluno A1</b> – Já.
25	<b>Pesquisador</b> – Quais matérias?
26	<b>Aluno A4</b> – Química, e só
27	<b>Aluno A4</b> – Biologia também teve.
28	<b>Pesquisador</b> –Então vocês acham que essa estrutura que possibilitasse para vocês aulas em laboratório facilitaria a aprendizagem de vocês.
28	<b>Aluno (vários)</b> – Sim.
29	<b>Pesquisador</b> – Tornaria mais significativo, mais positiva, efetiva a aprendizagem de vocês.
29	<b>Aluno A3</b> – Sim.
30	<b>Pesquisador</b> – Bom, a participação de vocês foi muito importante para a construção desse trabalho que eu estou desenvolvendo. Que outras críticas, opiniões ou sugestões vocês poderiam me dar para melhorar o processo de ensino e aprendizado?
31	<b>Aluno A3</b> – Eu achei que teve um bom andamento no trabalho, assim, não teria do que me queixar não, eu acho que essa estrutura está boa para que os alunos possam aprender, eu acho que foi fácil de entender...
32	<b>Aluno A1</b> – Deve ser difícil só quando, assim, for uma grande quantidade de alunos porque querendo ou não no máximo uns dez.
33	<b>Pesquisador</b> – Mas a proposta aqui é um protótipo que levou um material reciclado, barato, aí eu não gastei cem reais para montar aquilo ali, se isso realmente desse certo, for provado que dá certo e é efetivo a gente podia produzir isso, três, quatro bancadas iguais e trabalhar com um grupo, normalmente a gente trabalha num laboratório com um grupo de até vinte, vinte e cinco alunos no máximo, então seria possível replicar, aquilo ali foi só o protótipo, eu achei até interessante a sua observação, trabalhar três ou quatro em cada bancada. Vocês gostariam de falar mais alguma coisa?
34	<b>Aluno A1</b> – Mariana quer falar.
35	<b>Pesquisador</b> – Fala Mariana.
36	<b>Aluno A3</b> – O quê? Acho que me chamaram ali na porta.
37	<b>Aluno A1</b> –Quer falar alguma coisa, acrescentar?
38	<b>Aluno A3</b> – Não, foi ótimo, adorei.
39	<b>Pesquisador</b> – Está certo, gente, muito obrigado tá, desculpe aí ter atrapalhado...

### Transcrição da Entrevista Realizada na Turma B

T	VERBAL
1	<b>Pesquisador</b> – Agora respondendo, não precisa escrever nada, em relação as experiências que fizeram qual a opinião de vocês em relação a realização desses experimentos durante as aulas de eletromagnetismo? O que vocês acharam, é interessante...
2	<b>Aluno B1</b> – Ajudaram a entender.
3	<b>Aluno B1</b> – Acrescentou muito ao nosso saber.
4	<b>Pesquisador</b> –Então vocês acham que facilita a aprendizagem de vocês.
5	<b>Aluno B2</b> – Muita coisa.
6	<b>Professor</b> – Motiva a aula, fica mais interessante?

7	<b>Aluno (vários)</b> – Muito mais, a vontade de aprender aumenta.
8	<b>Pesquisador</b> – É mais prazeroso trabalhar com experimento na prática.
9	<b>Aluno B1</b> – Sim, a gente vê o que está acontecendo.
10	<b>Pesquisador</b> – Comparando as aulas realizadas com a utilização desses experimentos aí com as aulas convencionais da sala de aula, onde o cara trabalha o tempo todo no quadro, o professor trabalha o tempo todo no quadro quais são suas considerações a respeito, o que você acha de positivo e negativo comparando uma com a outra?
11	<b>Aluno B1</b> – Eu acho que positivo é tudo e negativo nada.
12	<b>Pesquisador</b> – Em relação a prática.
13	<b>Aluno B1</b> – Em relação a prática, porque lá termina sendo maçante, chato, a gente não vê como está acontecendo, aqui é totalmente diferente.
14	<b>Aluno B3</b> – Eu acho que positivo é porque a gente consegue ver o que realmente a gente está aprendendo e de negativo é porque demora mais, pega mais tempo.
15	<b>Aluno B2</b> – A aula tem muito negócio de matéria de escola, é o que vai passar na prova e ponto, já vi que aqui aplicar na vida...
16	<b>Aluno B3</b> – Já é pegar pesado. Pode aplicar, depende por que você quer aplicar.
17	<b>Aluno B2</b> – Se você vai ligar um ventilador também...
18	<b>Aluno B2</b> – Você vai aprender tanto para colocar o imã na frente da televisão.
19	<b>Pesquisador</b> – Um, dos argumentos que os professores usam para não ter tanta aula prática é esse que você falou, o tempo, não tem muito tempo, aí não vou contemplar o conteúdo.
20	<b>Aluno B2</b> – Mas é preguiça.
21	<b>Pesquisador</b> – Às vezes é falta de estrutura também, apesar de que a maioria daquele material ali é material reciclado, eu catei na escola, na sucata e tal, só comprei ali a bússola e o imã, se você botar a bússola quinze reais e o imã vinte e poucos reais com menos de cinquenta reais eu montei aquele experimento prático ali, qualquer escola de ensino médio mesmo que não seja técnica dá para montar aquilo ali com facilidade, a realização desses experimentos contribuiu para compreensão dos conceitos físicos envolvidos?
22	<b>Aluno (vários)</b> – Sim.
23	<b>Pesquisador</b> – De que forma?
24	<b>Aluno B1</b> – Facilitando, facilita para a gente.
25	<b>Professor</b> – Facilitando, assim, a visualização?
26	<b>Aluno B1</b> – É, a visualização.
27	<b>Aluno B1</b> – Quando você vê uma coisa acontecendo na sua frente é muito mais marcante.
28	<b>Aluno B2</b> – A sua memória fotográfica...
28	<b>Aluno B3</b> – É melhor. Memória visual.
29	<b>Pesquisador</b> – Tem um ditado árabe que diz que aquilo que eu escuto eu esqueço, aquilo que eu vejo eu lembro, e aquilo que eu faço eu aprendo, então vocês tiveram oportunidade de colocar a mão ali, trabalhar com imã, com instrumentos, trabalhar com a bobina, então vocês tiveram a oportunidade de pelo menos lembrar e aprender.
29	<b>Aluno B1</b> – Sim.
30	<b>Pesquisador</b> – Na sua percepção quantas ações poderiam ser tomadas pelos professores com vistas a tornar o processo de ensino e aprendizagem mais significativo, significativo no sentido de você tirar proveito desse conteúdo de você poder transportar para sua vida prática, para sua vida pessoal, associar...

31	<b>Aluno B2</b> – Eu acho que cada... seria bom que cada matéria que os professores dessem eles dessem também uma aplicação prática de como a gente pode usar na nossa vida, porque os que os professores fazem agora é tipo dar a matéria e fala, o que dessa matéria pode cair no Enem, tipo, quando a gente fizer o Enem vai esquecer daquilo e a matéria só vai servir para passar no Enem.
32	<b>Pesquisador</b> – Nas pesquisas que eu estou fazendo para elaborar esse trabalho aí eu tenho visto que muitos argumentos para não fazer prática é essa questão do Enem, o professor fica muito apegado, ah, vou te treinar, vamos dizer assim, para o Enem e acaba não utilizando tempo para uma atividade prática, para uma visita técnica.
33	<b>Aluno B3</b> – O que acaba atrapalhando, porque se a gente tem mais facilidade na aula prática então não adianta ele pegar tudo do Enem e jogar no quadro, a gente vai olhar, vai copiar e vai embora, não vai aprender aquilo.
34	<b>Pesquisador</b> – isso está sendo muito relatado nas pesquisas que estão sendo realizadas, então o livro hoje, didático, ele é focado no Enem e deixa de contemplar questões conceituais, questões importantes e questões práticas por conta disso. Na sua opinião é muito importante... A sua opinião é muito importante para a construção deste trabalho, que outras críticas, opiniões, sugestões você poderia nos dar para melhorar o processo de aprendizagem?
35	<b>Aluno B1</b> – Olha, vai ser censurado.
36	<b>Pesquisador</b> – De certa maneira vocês já foram falando, visita técnica.
37	<b>Aluno B4</b> – Aulas práticas...
38	<b>Aluno B1</b> – Visita técnica no nosso caso eu acho que seria muito importante, porque, tipo, cara, não importa quanto você leia você nunca vai entender como uma empresa funciona de verdade até você estar dentro dela.
39	<b>Pesquisador</b> – Você já está estagiando?
40	<b>Aluno B4</b> – Sim.
41	<b>Pesquisador</b> – Eu costumo dizer aqui para os alunos de eletro, eu sou orientador de estágio deles, que não existe escola que vai relatar na íntegra o que é uma empresa, não existe escola que acompanhe a evolução tecnológica que existe no mercado, aqui para nós, equipamentos elétricos, eletrônicos.
42	<b>Aluno B2</b> – Administração a gente aprende assim, todo professor fala, administração é resolver problemas, mas você só vai saber mesmo, aprender o que isso significa quando você estiver na empresa e resolver um problema.
43	<b>Pesquisador</b> – Os problemas que o professor trabalha com vocês são, assim, padrão.
44	<b>Aluno B3</b> – Mas também tem outro problema que no caso nosso do laboratório, porque fala o tempo inteiro para usar o Nasajon então estou no terceiro ano e até hoje não sei o que é...
45	<b>Aluno B2</b> – Eu nem sei o que é Nasajon.
46	<b>Aluno B3</b> – Nem sei o que é, então é bem complicado.
47	<b>Pesquisador</b> – Isso é importante para vocês, como o Autocad é importante em eletro, a gente também sempre tem problema com Autocad, o laboratório chove dentro, as máquinas estão com problema, não sei o que e tal, vocês tem esse software aí, o Nasajon, o turismo tem um software de emissão de passagens e é sempre um questionamento...
48	<b>Aluno B2</b> – Cara, nem precisa do Nasajon, se eles deixassem a gente usar o Excel já estava maravilhoso cara, não aguento mais fazer planilha no papel.
49	<b>Pesquisador</b> – Mas vocês estão terminando o ensino médio, ao longo desses três anos que outras atividades de ensino foram proporcionadas a vocês no laboratório?
50	<b>Aluno (vários)</b> – Nenhuma.
51	<b>Aluno (vários)</b> – Só provas de informática.
52	<b>Aluno B3</b> – Ir para o laboratório, liga o computador, abre o Excel, está ali a planilha, copia aí e faz, isso foi a prova.

53	<b>Pesquisador</b> – No ensino médio, física, química, biologia, e tal, vocês foram para algum laboratório?
54	<b>Aluno (vários)</b> – Não.
55	<b>Pesquisador</b> – De física, nunca foram em um laboratório.
56	<b>Aluno B2</b> – De biologia, foi daquele negócio do tomate, do DNA, só, e foi feião.
57	<b>Pesquisador</b> – Está certo então gente, muito obrigado pela participação.

## APÊNDICE VII

## Transcrição da Aula 1 da Turma A

T	VERBAL	AÇÃO/GESTOS
1	<b>Professor</b> – Bom, aqui nós temos diferentes materiais eu gostaria que vocês manipulassem, pegassem esses materiais para interpretar alguma propriedade interessante, alguma coisa interessante que existe entre eles.	<b>Professor</b> – Aponta para o material que está sobre a bancada.
2	<b>Aluno A1</b> – Tá dando choque aqui atrás.	
3	<b>Professor</b> – Dando choque?	
4	<b>Aluno A2</b> – Isso é novo...	
5	<b>Professor</b> – Ah, já está percebendo uma coisa também... E aí? O que vocês perceberam aí? Imãs, e imãs são...?	
6	<b>Aluno A5</b> – Metais.	
7	<b>Professor</b> – São materiais que...	
8	<b>Aluno A1</b> – Se atraem.	
9	<b>Professor</b> – Somente? Apresentam o quê?	
10	<b>Aluno A2</b> – Magnetismo... Polos.	
11	<b>Professor</b> – Magnetismo e polos, você experimentou uma coisa, olha só, experimentou uma coisa aqui, experimentou uma coisa e inverte, então os imãs que você tem polos então você tem exatamente o que, magnetismo, ou seja, você tem duas possibilidades aí.	<b>Aluno A1</b> – Manipula os imãs percebendo o efeito da atração e repulsão dos pólos.
12	<b>Aluno A3</b> – Força de atração e força de repulsão.	
13	<b>Professor</b> – Força de atração e força de repulsão, você tem atração e repulsão, você fez uma montagem aqui bastante interessante também onde você colocou duas peças aqui que não são imãs, mas que você uniu aqui e pode criar uma montagem aqui em que você conseguiu atrair todo o conjunto, ou repelir o conjunto, como é que a gente dá o nome disso, como é que a gente... Quando a gente liga o imã, ligou lá o imã, conectou o imã no parafuso, e aí, por exemplo, não imã, mas, por exemplo, um prego aqui, também não tem nenhuma propriedade, como é o nome disso, lembra o nome disso?	
14	<b>Aluno A1</b> – Não faço a mínima ideia.	
15	<b>Professor</b> – Eles são imãs também.	
16	<b>Aluno A4</b> – Ah, esses também são imãs.	
17	<b>Professor</b> – Imantação ou magnetização, imantação ou magnetização, então um objeto que tem propriedades do imã mesmo que não seja um imã ele também adquire as propriedades do equipamento, por exemplo, se você tiver o mínimo você colocar ele aqui você não vai verificar esse tipo de fenômeno, a gente está falando de campo magnético, tem como ver o campo magnético, não, antes disso, uma propriedade	

	também dos imãs, o que acontece, por exemplo, quando você tem um imã, nós temos um imã, esse aqui, e você quebra esse imã.	
18	<b>Aluno A1</b> – Não ficar dois imãs diferentes.	
19	<b>Professor</b> – Verdade isso? Então quebrem o imã.	<b>Professor</b> – Aponta para os imãs de ferrite que estão sobre a bancada.
20	<b>Aluno A1</b> – Mas como a gente vai quebrar?	<b>Professor</b> – Oferece o martelo ao aluno.
21	<b>Aluno A1</b> – Me dá um martelo aí que eu quebro.	
22	<b>Professor</b> – Não vai quebrar a mesa não hein.	
23	<b>Aluno A1</b> – Tranquilo professor.	<b>Aluno A1</b> – Golpeia o imã algumas vezes até que consegue quebra-lo.
24	<b>Professor</b> – Isso, vê se formaram dois imãs. Vê se você consegue colocar na mesma posição.	
25	<b>Aluno A2</b> – Não, os polos são opostos. Porque se eles se juntam são opostos.	
26	<b>Professor</b> – Se juntam, são opostos?	Alguns alunos manipulam as partes do imã quebrado comprovando a inseparabilidade dos pólos.
27	<b>Aluno A2</b> – Os polos são opostos, não são?	
28	<b>Professor</b> – Formam dois novos imãs?	
29	<b>Aluno A2</b> – Formam.	
30	<b>Professor</b> – Vamos ver esses dois aqui, se eles atraem ou repelem. Todos eles atraem esses aqui, mas com esse aqui cada uma dessas partes, cada uma das partes do imã que vocês quebraram, continua ainda a atração e repulsão? Continua atração e repulsão, e isso aí é o que, a inseparabilidade, ou seja, mesmo quebrando o imã você ainda permanece com polo norte e polo sul.	
31	<b>Aluno A5</b> –E por que esse aqui atrai...?	
32	<b>Professor</b> – Descoberta do magnetismo, vocês lembram? A bússola, muito bem, temos uma bússola aqui, e a bússola ela serve para que?	
33	<b>Aluno A7</b> – Guiar.	
34	<b>Professor</b> – Para guiar, muito bem, mas como?	
35	<b>Aluno A3</b> – Fornecendo a direção.	
36	<b>Professor</b> – Fornecendo a direção, mas como, como e que era reage, de acordo com o quê?	
37	<b>Aluno A1</b> – Campo magnético.	

38	<b>Professor</b> – Magnetismo da terra, perfeitamente, então a bússola longe de fontes externas apenas do campo magnético, ela se orienta de acordo com esse campo, agora, como identificar, por exemplo, os polos de um ímã com uma bússola? Você já sabe que a bússola ela se orienta de acordo com o campo magnético, e aí, como é que você descobre os polos de um ímã, polo Norte e polo Sul com uma bússola?	<b>Aluno A1</b> – Começa a manipular a bússola.
39	<b>Aluno A1</b> – Observa a formação.	
40	<b>Professor</b> – Não.	
41	<b>Aluno A1</b> – A bússola sempre aponta para o norte.	
42	<b>Professor</b> – A bússola sempre aponta para o Norte, então se você já sabe disso com base em um ímã, um único ímã, se você colocar vários nas proximidades do ímã não vai dar certo, é melhor você colocar assim, exato, coloca assim, e aí?	
43	<b>Aluno A1</b> - esse polo...	<b>Aluno A1</b> – Aproxima o ímã da bússola.
44	<b>Professor</b> – Exato, você já sabe aí tem duas polaridades, não é verdade? Quando você vira a agulha aponta ou vermelho ou branco, afasta o ímã, deixa apenas na presença do campo magnético da terra, que você disse para mim já que a bússola aponta sempre para o Norte, então você já tem uma referência.	
45	<b>Aluno A1</b> – Ele está diretamente para o norte mesmo?	<b>Aluno A1</b> – Observa a bússola.
46	<b>Professor</b> – Tudo bem? Então agora com aquele ímã identifica os polos.	
47	<b>Aluno (a)</b> – Esse é positivo, esse negativo.	
48	<b>Professor</b> – Qual é o Norte e qual é o sul.	
49	<b>Aluno A1</b> – O C é o Norte.	
50	<b>Aluno A1</b> – Está certo isso.	
51	<b>Aluno A8</b> – Esse é norte mesmo, esse aqui é Norte.	
52	<b>Aluno A4</b> – Esse é o Sul cara, vermelho não é negativo?	
53	<b>Aluno A1</b> – São opostos. Você olha para mim, você vira a cara quando me vê? Você é Norte e você é Sul, o lado mais sujo...	
54	<b>Professor</b> – Vamos ver com esse aqui que já está identificado, esse é um pouquinho mais difícil porque é no mínimo.	<b>Professor</b> – Apanha o ímã em forma de U
55	<b>Aluno A7</b> – Aí.	
56	<b>Professor</b> – Você tem que colocar numa posição...	
57	<b>Aluno A7</b> – Acho que essa posição não está legal, olha aí... Aí, está indo.	<b>Aluno A7</b> – Manipula bússola e ímã em forma de U
58	<b>Aluno A3</b> – Tu é bom hein cara.	
59	<b>Aluno A1</b> – Ele é quem?	



60	<b>Aluno A1</b> – O Norte.	
61	<b>Aluno A1</b> – Está certo?	
62	<b>Aluno A1</b> – O Norte está certo.	
63	<b>Professor</b> – Tem que identificar ali.	
64	<b>Aluno A4</b> – Um é Norte e outro é o Sul.	
65	<b>Aluno A5</b> – Ué gente.	
66	<b>Professor</b> – Por quê? O Norte, ela indica sempre o Norte, vocês falaram corretamente, mas o Norte geográfico corresponde ao que, ao Sul magnético, ao sul magnético.	
67	<b>Aluno A5</b> – Ah tá. Então, o vermelho é o Norte, é que eu estava em dúvida gente, agora que eu tenho certeza.	<b>Aluno 5</b> – Demonstra satisfação com a descoberta.
68	<b>Professor</b> – Bom, estamos falando de campo, mas até agora a gente não viu o campo, e como vê o campo, está falando que o imã cria um campo magnético a volta dele, mas esse campo a gente não está vendo o campo, como ver o campo?	
69	<b>Aluno A6</b> – Bota um pozinho.	
70	<b>Professor</b> – Mas é um pozinho qualquer, é um pozinho mágico, que tipo de pó? Pode ser qualquer um?	
71	<b>Aluno A6</b> – Não.	
72	<b>Professor</b> – Qualquer um, o milho, pode ser farinha, por exemplo, farinha iria dar certo?	
73	<b>Aluno A1</b> – Não.	
74	<b>Aluno A3</b> – Só metal. Pó de metal?	
75	<b>Professor</b> – Ah, um metal que sofra a ação desse campo magnético, não é verdade? Então nós temos aqui limalha de ferro, pó de ferro que vocês vão verificar justamente agora o campo magnético criado por um imã, aliás, na verdade vários imãs. Consegue enxergar alguma coisa? O pó de ferro ele caiu de qualquer maneira?	<b>Professor</b> – Oferece aos alunos um pote com limalha de ferro.
76	<b>Aluno A9</b> – Para mim está espetado, não está não?	<b>Aluno A9</b> – Salpica a limalha sobre a folha de papel que foi colocada sobre o imã, porém, devido à proximidade do papel com o imã o espectro não fica bem definido.
77	<b>Professor</b> – Está espetado?	
78	<b>Aluno A9</b> – Não está não?	
79	<b>Professor</b> – Está, está sim, você está com razão.	
80	<b>Aluno A9</b> – Esse aqui eu não percebi nada não, aquele ali eu estou percebendo.	
81	<b>Professor</b> – É que esse aqui concentrou muito, ele jogou muito.	
82	<b>Aluno (a)</b> – O André não soube jogar.	

83	<b>Professor</b> – Exagerado.	
84	<b>Aluno A9</b> – Agora aquele ali, olha só, olha só gente.	<b>Aluno A9</b> – Observa o espectro formado por outro imã, cuja folha foi colocada mais distante, permitindo uma melhor visualização.
85	<b>Professor</b> – Então o que aconteceu ali foi isso, você jogou muito.	
86	<b>Professor</b> – Exato, e aí concentrou bastante aqui, você jogou e concentrou, o que você falou que está espetado está aqui.	
87	<b>Aluno A1</b> – Pode tirar aqui embaixo professor?	
88	<b>Professor</b> – Oi, pode tirar, mas aí com cuidado, mas com cuidado, porque aí se soltar e grudar no imã você vai ter um trabalhão.	<b>Aluno A1</b> – Recolhe as limalhas de volta ao recipiente.
89	<b>Aluno A8</b> – Ah, por isso que está cheio desse negócio desse daí.	<b>Aluno A8</b> – Observa algumas limalhas presas no imã.
90	<b>Professor</b> – Oi?	
91	<b>Aluno A8</b> – Tem negócio desse no imã, exatamente tem. Mais devagar, devagar. É, ainda está bastante distante aí.	
92	<b>Professor</b> – Espera aí ainda,	
93	<b>Aluno A9</b> – Aí meu Deus.	
94	<b>Professor</b> – Nesse caso ele não está vendo a forma do campo, está simplesmente observando.	
95	<b>Aluno A9</b> – Aquilo dali para a gente observar o que, como e que fica?	
96	<b>Professor</b> – Exatamente, a forma do campo.	
97	<b>Aluno A9</b> – Ele está brincando.	
98	<b>Aluno A9</b> – É norte e sul, não é Vitor? Ele está se orientando conforme norte e sul.	Os alunos continuam com as manipulações da folha com limalha sobre o imã, observando a formação do espectro do campo magnético.
99	<b>Professor</b> – O você observa... Ao redor de todo o imã, você tem ali a influência do campo magnético que está aqui atravessando a sala, atravessando os nossos corpos, e claro a medida que fica mais distante o que acontece, olha lá, qual a influência do imã? Muito pequena, não é, isso então diz o que, que o campo magnético com a distância ele vai o que, diminuindo de intensidade, muito bem, vai diminuindo de intensidade, e a forma do campo, vai depender também do que? Na forma do imã. Então a maioria de vocês não desenhou	<b>Professor</b> – Salpica a limalha para demonstrar a variação da intensidade do campo em função da distância.

	lá na questão a forma do campo magnético ao redor do ímã, né, saberia desenhar agora?	
100	<b>Aluno A1</b> – Podemos tentar.	
101	<b>Professor</b> – Como é as disposições da linha de campo ao redor do ímã? Aquele ímã em forma de barra, primeira no meio, como é as disposições da linha de campo ao redor do ímã?	
102	<b>Professor</b> – O formato dela, como é que se forma?	
103	<b>Aluno A8</b> – Ué, está formado o ímã.	
104	<b>Professor</b> – Sim, mas é o que elas?	
105	<b>Aluno A8</b> – De fora.	
106	<b>Professor</b> – Como é que se fala, está dando um gesto ali com a mão, faz aí.	<b>Aluno A2</b> – Gesticula tentando explicar pelos seus gestos a forma circular e concêntrica do espectro do campo magnético.
107	<b>Aluno A2</b> – Assim, se eu não me engano vai da margem do Sul aqui ou se fica por aqui...	
108	<b>Professor</b> – Você está dizendo que elas são circulares?	
109	<b>Aluno A2</b> – Mas seu não me engano são do Norte para o sul, como esse pedaço aqui viesse para cá, como se fosse...	
110	<b>Professor</b> – Mas sempre saindo de um polo e indo para o outro, casualmente fechadas. Então ele falou que elas são circulares, e ele está expressando ali pela mão que elas concêntricas, não é Mateus, são circulares e concêntricas, vocês confirmam isso olhando para o ímã, olhando para o ímã não, olhando para o espectro que foi criado com a limalha de ferro? Vendo o ímã em forma de ferradura aí se está valendo essa regra. Devagarinho, quando cai muito não dá para observar.	
111	<b>Aluno A7</b> – Se confirmar a teoria dele de ser circular, eu não estou vendo círculo nenhum.	
112	<b>Professor</b> – Ali, está vendo, olha só, como e que aqui está turvo.	
113	<b>Aluno A7</b> – Ah, agora sim.	
114	<b>Professor</b> – Se você mexer o ímã vai mexer tudo, me presta aquele ímã lá, mais forte.	
115	<b>Professor</b> – Essa menina é de pouca fé, está certo, está certo. Está aqui, dá para você ver, se você jogar um pouco mais para cá...	<b>Professor</b> – Demonstra o espectro formado pelo ímã de Neodímio que, devido a maior intensidade do campo, apresenta um espectro mais nítido.

## Transcrição da Aula 1 na Turma B

T	VERBAL	AÇÃO/GESTOS
1	<b>Professor</b> – Magnetismo, conceitos, e agora a gente vai partir para visualização, tá, seria importante que vocês se aproximassem daqui. Bom, tem aqui uma série de ímãs, diversos ímãs aí e... Exatamente, podem brincar separar os ímãs, só não deixa cair porque... E a primeira coisa que você observa é justamente que eles têm uma propriedade que é justamente atração, mas somente atração?	<b>Professor</b> – Apresenta o material que está sobre a bancada e os alunos que estavam mais distantes se aproximam.
2	<b>Aluno B6</b> – Não.	
3	<b>Aluno B6</b> – Não, repelir também.	
4	<b>Professor</b> – Ah, vai haver a repulsão.	
5	<b>Aluno B1</b> – Se agora está com formas iguais.	<b>Aluno B1</b> – Manipula dois ímãs em forma de barra comprovando os efeitos de atração e repulsão.
6	<b>Aluno B1</b> – Agora, aqui.	
7	<b>Professor</b> – Mas você percebe aí que tem uma dificuldade de você aproximar os dois ímãs, e aí vocês viram...	
8	<b>Aluno B7</b> – Quebrou...	<b>Aluno B7</b> – Acidentalmente o ímã quebra na mão do aluno, adiantando o que seria feito para comprovar a inseparabilidade dos pólos. Sorrisos
9	<b>Professor</b> – Nesse ponto é bom, repara o seguinte, vocês...	
10	<b>Aluno B6</b> – Virou outro ímã	
11	<b>Professor</b> – Ah, isso aí é o quê?	
12	<b>Aluno B6</b> – Inseparabilidade dos polos.	
13	<b>Professor</b> – Perfeitamente, aconteceu que ocasionalmente o ímã aqui se partiu, mas você partiu em dois ímãs.	
14	<b>Aluno B6</b> – Nasce mais um ímã.	<b>Aluno B6</b> – Manipula os ímãs
15	<b>Professor</b> – Novamente dois ímãs com polaridades...	
16	<b>Aluno B7</b> – Diferentes.	
17	<b>Professor</b> – Diferentes, exatamente, você tem aqui da mesma maneira norte e norte, e aqui você vai ter... Muito bem. E eu que pensei que não ia conseguir testar a inseparabilidade dos polos, e aconteceu, ela deu uma boa ideia, e quantos mais vocês partirem esses ímãs em mais e mais sempre vai acontecer a mesma coisa, é uma propriedade, uma característica do magnetismo, agora, como é que a gente determina esses polos?	Os alunos observam a explicação.

18	<b>Aluno B3</b> – Suspende e vê a direção que ele vai ficar, certo?	<b>Aluno B3</b> – Observa a bússola
19	<b>Professor</b> – Muito bem, muito bem, nós temos aqui o auxílio de uma bússola, a bússola ela... o mecanismo dela de funcionamento...	Alunos gesticulam sugerindo suspender o imã com uma linha.
20	<b>Aluno B3</b> – É uma mini forma de barra.	
21	<b>Professor</b> – Mini forma de barra...	
22	<b>Aluno B8</b> – Se desloca em direção ao polo magnético.	
23	<b>Professor</b> – Exatamente, porque o planeta terra é um grande imã, exatamente, então a bússola acaba se orientando de acordo com esse imã, então a gente pode com o auxílio da bússola determinar os polos norte e sul de um imã, então está aqui o imã, está aqui a bússola, determina aí os polos norte e sul.	
24	<b>Aluno B6</b> – Não tinha que pendurar ele?	<b>Aluno B6</b> – Aproxima o imã da bússola sugerindo suspendê-lo com uma linha.
25	<b>Professor</b> – Tinha...?	
26	<b>Aluno B6</b> – Calma aí, e agora, não deu certo aqui. É com uma linha que tem que suspender.	
27	<b>Aluno B4</b> – Espera aí, espera aí, o de baixo está... O de baixo está repelindo e o de cima está se atraindo, certo?	
28	<b>Aluno B4</b> – Está repelindo aqui?	
29	<b>Aluno B4</b> – E o que está para cima está atraindo e o que está para baixo está repelindo, o branco está repelindo.	
30	<b>Aluno B4</b> – Aqui seria norte e aqui seria sul.	<b>Aluno B5</b> – Segura o imã enquanto outros apontam para a bússola
31	<b>Aluno B4</b> – Isso... Não, ao contrário...	
32	<b>Aluno B5</b> – Deixa na mesma direção, tem que estar na mesma direção, esse aqui é sul e esse aqui é norte.	
33	<b>Aluno B4</b> – Esse aqui é sul?	
34	<b>Aluno B4</b> – Está assim porque está repelindo sul, se são iguais repele.	
35	<b>Aluno B6</b> – É verdade... Esse aí é o norte...	Alunos debatem entre si sobre as possibilidades.
36	<b>Aluno B4</b> – É o Norte, não, esse... Esse aí é sul.	
37	<b>Aluno B6</b> – Era para os dois se repelirem então.	
38	<b>Professor</b> – Os dois se repelirem?	<b>Aluno B1</b> – Começa a manipular a bússola.
39	<b>Professor</b> – Bom, vou ficar com esse aqui, olha só, já está até montado.	<b>Professor</b> – Apresenta o imã em forma de U pois o mesmo

		já está com os pólos marcados. Busca com isso facilitar o entendimento do grupo.
40	<b>Aluno B6</b> – Que bonitinho, olha aí gente, tem que ser assim, gira agora.	
41	<b>Professor</b> – Acho que vocês têm que aproximar...	
42	<b>Aluno B5</b> – Também acho.	<b>Aluno B5</b> – Aproxima o imã de forma errada.
43	<b>Aluno B6</b> – Mas ele não para de rodar	
44	<b>Aluno B5</b> – Aproxima o imã, aproxima e espera. Para de rodar o imã garota.	
45	<b>Aluno B7</b> – Eu estou parada, mas se você... Espera aí, viu como está parando?	<b>Aluno B1</b> – Observa a bússola.
46	<b>Professor</b> – ó que agora está no meio.	
47	<b>Aluno B6</b> – Olha aí, atraiu, então esse aqui branco...	
48	<b>Aluno B4</b> – A cor não tem nada a ver.	
49	<b>Aluno B6</b> – Ah, sei lá. Então, a gente não sabe como.	
50	<b>Professor</b> – Mas não está marcado aqui?	
51	<b>Aluno B4</b> – Não professor.	
52	<b>Professor</b> – Não é mais fácil vocês simplesmente aproximar?	
53	<b>Aluno B6</b> – Aproximar assim?	<b>Aluno B6</b> – Coloca o imã ao lado da bússola com um dos pólos voltados para ela.
54	<b>Professor</b> – Exato.	
55	<b>Aluno B6</b> – Está apontando.	
56	<b>Aluno B5</b> – Aqui olha, a bússola aponta para o norte.	
57	<b>Aluno B6</b> – É, ficou, não é mesmo?	
58	<b>Professor</b> – Está coincidindo a marcação do...	
59	<b>Aluno B6</b> – Ham ham. Fica no meio, é o vermelhinho.	
60	<b>Professor</b> – Agora tenta de novo com a barra. E agora, com essa barra agora que não está marcada.	
61	<b>Aluno B6</b> – Agora sim, ah tá, não sabia.	
62	<b>Professor</b> – Identificaram um com o outro, e agora?	
63	<b>Aluno B4</b> – Não para.	
64	<b>Aluno B5</b> – Tu é muito apressada.	Aproximam novamente o imã em forma de barra.
65	<b>Aluno B5</b> – Esse aqui é o sul.	

66	<b>Aluno B6</b> – Esse aqui não é, porque está repelindo toda hora.	A dificuldade se dá, pois, os alunos não esperam o ponteiro da bússola parar.
67	<b>Aluno B5</b> – Está falando que não.	
68	<b>Aluno B6</b> – É.	
69	<b>Professor</b> – A ponta vermelha é a sul.	
70	<b>Aluno B4</b> – Primeiro que fala, não tem nada a ver a cor, falar que o vermelho que determina.	
71	<b>Professor</b> – O vermelho da bússola é o que, sul ou norte?	
72	<b>Aluno B6</b> – Norte, a bússola determina o Norte.	
73	<b>Professor</b> – O vermelho ali do ponteiro da bússola é o Norte.	
74	<b>Aluno B5</b> – Se não está para cá isso aqui é o sul.	Finalmente acertam a identificação dos pólos de um ímã em forma de barra sem marcações.
75	<b>Aluno B6</b> – Deixa eu ver se eu viro isso.	
76	<b>Aluno B6</b> – Vai vir a branca.	
77	<b>Aluno B6</b> – Ah, isso aqui é norte e isso é o sul.	
78	<b>Aluno B6</b> – Nossa meia hora...	
79	<b>Professor</b> – Traz aquela barrinha lá.	
80	<b>Aluno B6</b> – Aqui é o sul...	
81	<b>Professor</b> – Esse é o sul.	
82	<b>Aluno B6</b> – Esse é o sul, não é melhor você colocar aqui e virar... Olha só, presta atenção, esse aqui...	
83	<b>Professor</b> – Olha só, aqui tem um parafuso que não tem nenhuma propriedade magnética.	
84	<b>Aluno B10</b> – Agora ele vai transformar em um ímã.	
85	<b>Professor</b> – Como transforma num ímã?	
86	<b>Aluno B1</b> – Colocando o ímã	
87	<b>Aluno B2</b> – tenta separar com outro ímã, ou tu vai separar ou vai juntar três...	
88	<b>Aluno B3</b> – O que tu fez aí moleque.	
89	<b>Aluno B1</b> – Fui eu.	<b>Aluno B1</b> – Tentando separar barras de neodímio.
90	<b>Aluno B2</b> – Como que faz isso aí no meio?	
91	<b>Aluno B3</b> – Isso que eu ia fazer.	
92	<b>Professor</b> – Se você não conseguiu basta você relaxar.	
93	<b>Aluno B1</b> – Olha o respeito aí.	Sorrisos com a conquista
94	<b>Professor</b> – Então vamos lá, um parafuso que não tinha nenhuma propriedade magnética e esse fenômeno é...	<b>Professor</b> – Apresenta um parafuso para demonstrar o

		efeito da magnetização. Com um ímã, o parafuso e um pedaço de metal faz a demonstração.
95	<b>Aluno B8</b> – Polarização, não é isso? Não.	
96	<b>Professor</b> – Está quase, está quase.	
97	<b>Aluno B8</b> – Eu esqueci o nome.	
98	<b>Professor</b> – Acontece com todos os materiais?	
99	<b>Alunos (vários)</b> – Não.	
100	<b>Aluno B7</b> – Ah, limalha e ferro, limalha de ferro.	
101	<b>Professor</b> – Imantação ou magnetização. Determinados materiais aos serem colocados na presença de um campo magnético eles também se transformam em novos ímãs, bom, mas a gente está falando de campo magnético...	
102	<b>Aluno B8</b> – Entrou no campo magnético.	
103	<b>Professor</b> – Exatamente, e onde está o campo magnético? O campo magnético está aqui, está atravessando todos os nossos corpos aqui, o campo magnético está aqui, a gente não consegue ver, será que não consegue ver?	
104	<b>Aluno B4</b> – Consegue ver colocando...	
105	<b>Professor</b> – Colocando...? Não tem um pó específico... Qual seria o pó específico? Oi, diga, diga...	
106	<b>Aluno B5</b> – Pó de ferro?	.
107	<b>Professor</b> – Pó de ferro, exato, ou seja, alguma coisa que seja suscetível a presença do campo magnético, se a gente jogar ali farinha ou pó de alumínio como vocês mesmos disseram o pó de alumínio não vai sentir a presença do campo, mas se a gente jogar pó de ferro (...) quando você joga apenas a limalha de ferro sem a presença do ímã não forma nada, não tem nada de interessante nisso aí, mas quando você coloca na presença de um ímã...	
108	<b>Aluno B6</b> – Que maneiro.	Sensação de descoberta pelo grupo
109	<b>Aluno B7</b> – Muito legal. Parece uma arvorezinha...	
110	<b>Aluno B8</b> – Parece uma florestinha de pinheiro.	Observação geral pelo grupo.
111	<b>Aluno B5</b> – Uma floresta negra de pinheiros.	
112	<b>Aluno B6</b> – Você só vai analisar?	
113	<b>Professor</b> – Eu acredito que alguma coisinha consiga sair, mas muito pouco.	
114	<b>Aluno B4</b> – Se colocar mais embaixo? Coloca mais aí...	
115	<b>Aluno B7</b> – Seria legal, vai dar ruim? Legal olha, que maneiro.	<b>Professor</b> – Demonstra o espectro formado pelo ímã de



		Neodímio que, devido a maior intensidade do campo, apresenta um espectro mais nítido.
116	<b>Professor</b> – Se a gente fizer de uma outra forma.... Se a gente fizer de uma outra forma, pode ser esse aqui, a forma do imã vai determinar também qual vai ser a forma do campo magnético das linhas de força que ele vai desenhar, é melhor você deixar um pouquinho afastado, dá uma espalhada fora primeiro depois tu não encostas não, deixa.... Não, faz fora, senão concentra tudo num ponto só, olha lá, está vendo? Assumiu a forma do imã.	
117	<b>Aluno B6</b> – Muito legal.	
118	<b>Professor</b> – Esse imãzinho aqui já vai te dar uma outra forma diferente também das linhas, olha lá, lembra do que vocês acabaram de fazer no questionário?	
119	<b>Aluno B7</b> – Parece até uma pintura, daquelas...	
120	<b>Professor</b> – Está vendo? Vocês acabaram de ver no questionário, está vendo? Olha as linhas saindo de um polo e indo para outro, são mais concentradas (00:21:14) à medida que vai formando uma...	<b>Professor</b> – Coloca o imã em forma de U sob a folha
121	<b>Aluno B3</b> – Eu fiz um... coisa ali.	
122	<b>Professor</b> – O que vocês acham, essas linhas são o quê? Paralelas, circulares, concêntricas? Circulares e concêntricas né? Semi fechadas, exatamente se você lembrar vai ser paralelizadas nos polos, como você não consegue separar polo norte e polo sul então as linhas tem que sempre se fechar em polo norte e polo sul, não são linhas dispersas, sentido das linhas qual é, do norte para o sul ou do sul para o norte?	<b>Professor</b> – Demonstra o espectro do campo salpicando a limalha sobre a folha. O grupo analisa o espectro formado.
123	<b>Aluno B3</b> – Do sul para o norte.	<b>Aluno A3</b> – Analisando o espectro do campo magnético.
124	<b>Professor</b> – Externamente a linha tem sentido... sentido norte para o sul né? Sempre saindo do norte e entrando no sul, vocês acham que isso aí tem aplicação na vida prática de vocês? Na sua vida você vê alguma aplicação? Tinha uma pergunta lá no final sobre isso, quando você acha que a gente usa isso aí, diz aí uma aplicação tecnológica do magnetismo.	
125	<b>Aluno B1</b> – Televisão.	
126	<b>Aluno B2</b> – Celulares.	
127	<b>Aluno B9</b> – Põe na televisão de alguém que você não gosta.	
128	<b>Professor</b> – Você está falando o quê, aproximar o imã do tubo de imagem?	
129	<b>Professor</b> – As antigas TVs de tubo de imagem.	
130	<b>Professor</b> – Então o que ficou comprovado aí para vocês, vocês tiveram quais comprovações a partir das	

	explicações e das manipulações que vocês fizeram? Vocês podem manipular à vontade aí, podem pegar.	
131	<b>Aluno B6</b> – Pode quebrar como eu quebrei.	
132	<b>Professor</b> – Aquela quebra foi providencial, você conseguiu comprovar algo que eu queria demonstrar, como eu vou fazer, vou cortar, vou serrar, então vou comprar mais para nas próximas turmas quebrar de novo. Vamos lá, o que vocês conseguiram verificar ou visualizar, primeira coisa, primeira experiência aí que vocês manipularam que a... Como é o nome dela?	
133	<b>Aluno B6</b> – Inseparabilidade dos polos.	
134	<b>Professor</b> – Então, sem querer primeira propriedade é inseparabilidade dos polos, depois ela pegou, como a colega está pegando lá comprovando o quê?	
135	<b>Aluno B7</b> – Atração e repulsão dos polos.	
136	<b>Professor</b> – Atração e repulsão dos polos, e uma pergunta lá, polos de nomes iguais...	
137	<b>Aluno B4</b> – Se repelem.	
138	<b>Professor</b> – Se repelem, polos de nomes contrários...	
139	<b>Aluno (vários)</b> – Se atraem.	
140	<b>Professor</b> – Comprovaram isso?	
141	<b>Aluno (vários)</b> – Comprovamos.	
142	<b>Professor</b> – Comprovaram isso. Depois o xxxx fez uma demonstração para vocês da magnetização de material e imantação, foi comprovado?	
143	<b>Aluno (vários)</b> – Sim.	
144	<b>Professor</b> – Foi comprovado. Fizemos aí identificação dos polos de um ímã, a princípio a primeira vez que vocês estão lidando com a bússola, mas chegaram, alcançaram o objetivo, então é possível você identificar os polos do ímã e você comprovar os efeitos da atração e repulsão, da magnetização e agora por último comprovar a existência do campo magnético, visualizar o espectro do campo magnético, conforme o xxxx falou ele aqui atravessando nossos corpos, não existe isolante para essas linhas de força...	Todos atentos a explicação do professor tentando fazer uma revisão de todos os conceitos que foram abordados até o momento.
145	<b>Aluno B9</b> – Também aquele negócio do dedo, coloca a mão assim, pegar para indicar o sentido, tem um negócio...	<b>Aluno A9</b> – Gesticula a fim de demonstrar o formato das linhas de campo ao redor de um condutor retilíneo. Mostrando curiosidade em relação aos conceitos do magnetismo.
146	<b>Professor</b> – Isso aí é o próximo capítulo da novela. A regra da mão direita, aí nós vamos entrar no eletromagnetismo.	
147	<b>Professor</b> – Você vai comprovar a regra da mão direita e da mão esquerda, você falou da regra da mão direita,	

	no sentido da corrente ao dedão, sentido das linhas de foco os outros dedos, e a regra da mão esquerda?	
148	<b>Aluno B9</b> – Essa eu não sei não, só sei a da direita.	
149	<b>Professor</b> – Regra da mão esquerda você vai trabalhar com três dedos, sentido do campo, sentido da corrente e sentido da força, aproveita e pesquisa em casa a regra da mão esquerda para você na próxima aula falar com seus colegas qual é a regra da mão esquerda. Quem não manipulou ainda pega os imãs aí, faz a manipulação dos imãs...	Após o convite do professor, vários alunos pegam os materiais sobre a bancada e manipulam a fim de comprovar os conceitos trabalhados.
150	<b>Professor</b> - Ai, agora você fez a pior coisa que você poderia ter feito na sua vida. Tem que tirar isso tudo daí.	Um dos alunos coloca a limalha direto sobre o imã, sem usar a folha de papel.
151	<b>Aluno B6</b> – Ela está conseguindo.	
152	<b>Aluno B7</b> – Sou uma gênio menina.	
153	<b>Aluno B5</b> – Você está com a mão de lado.	
154	<b>Professor</b> - Experimenta fazer com o imã de Neodímio para ver o que vai acontecer.	
155	<b>Professor</b> – É interessante você não aproximar muito...	
156	<b>Aluno B9</b> – Essa é para fazer desenho. Tem que ser devagar, delicadamente.	
157	<b>Aluno B8</b> – Que delicadamente, mete a mão...	Os alunos começam a tocar com os dedos a limalha que está formando o espectro do campo magnético.
158	<b>Aluno B8</b> – Gente, é muito gostoso, passa a mão só, viu? Parece que está te atraindo, não parecem, você não sente assim, tipo...	
159	<b>Aluno B9</b> – Não, nada a ver.	
160	<b>Aluno B5</b> – Olha o desenho... Faz um desenho aí.	
161	<b>Professor</b> – Vocês se orientam, assim, se orientam dessa forma, elas não estão apenas assim, não, elas estão atravessando todo espaço aqui, por isso que ficam em pé, elas são tridimensionais.	
162	<b>Aluno B3</b> – Mas o que faz um imã ser mais forte que o outro, por exemplo?	
163	<b>Aluno B5</b> – De que o imã é composto?	
164	<b>Professor</b> – Você tem os imãs naturais que é óxido de ferro, mas você tem imãs feitos em laboratório que utilizam materiais que você pega na tabela periódica que são chamadas terras raras, alguma coisa assim, e eles são muito mais potentes, então eles são muito mais potentes.	
165	<b>Aluno B4</b> – Esses aqui são naturais?	
166	<b>Professor</b> – Este é de ferrite e o mais forte de neodímio	
167	<b>Aluno B4</b> – Caraca mané que maneiro.	

168	<b>Professor</b> – se eu repetisse aquele questionário para vocês, se eu repetisse aquele questionário naquela questão do desenho o que vocês colocariam ali, alguns até chegaram perto, o que vocês colocariam no desenho, vocês acertaram?	
169	<b>Aluno (vários)</b> – Não.	

### Transcrição da Aula 2 na Turma A

T	VERBAL	AÇÃO/GESTOS
1	<b>Professor</b> – Ficou provada a parte de magnetismo né? Magnetismo é o campo magnético ao redor do imã, a força de atração e repulsão, a questão do espectro magnético ao redor do imã, agora vamos trabalhar a questão do eletromagnetismo, eu fiz essa montagem básica para provar para vocês algumas questões de eletromagnetismo, já aprenderam também eletromagnetismo, a descoberta do magnetismo foi sei lá, quinhentos e poucos anos, o eletromagnetismo já foi descoberto depois, em 1820, um físico lá chamado Oersted ele aproximou uma bússola de um fio e estava circulando por esse fio uma corrente ele descobriu que existe um campo magnético ao redor do condutor, já viram isso lá na física, todo condutor percorrido por uma corrente elétrica cria um campo magnético, nunca viram?	<b>Professor</b> – Apresenta o kit experimental aos alunos que permite aplicar os experimentos.
2	<b>Aluno A1</b> – Não.	
3	<b>Professor</b> – Quando você lê a bússola, o circuito está desligado, olha, está desligado, a bússola está orientada segundo o magnetismo terrestre, não é isso? Então eu vou ligar aqui o circuito e o que vai acontecer com a bússola, desliguei, o ponteiro da bússola está apresentando alguma variação?	Os alunos observam a explicação do professor, olhando para o kit e seus componentes.
4	<b>Aluno A1</b> – Não.	
5	<b>Professor</b> – Então o que você pode falar em relação a essa orientação da bússola? Pela teoria o ponteiro deveria ficar perpendicular ao condutor, por que ele não fica? O Vítor falou que era resultante da força naquela questão da limalha e tal aqui você tem uma resultante do campo magnético do condutor com o campo magnético da terra, por isso que não fica totalmente perpendicular, então o ponteiro da bússola se orientou em função da resultante entre o campo magnético do condutor e o campo magnético terrestre, está certo? O que vocês acham que acontece se eu colocar a bússola em cima do condutor, a deflexão do ponteiro vai ser a mesma? O que você acha Marcele? O que você acha, o que vai acontecer se eu ligar agora?	<b>Professor</b> – Demonstra o Kit fazendo um panorama geral sobre os experimentos.
6	<b>Aluno A1</b> – Vai acontecer a mesma coisa que quando estava em baixo, vai. Não vai ficar perpendicular por que ele vai estar na resultante entre o campo magnético e...	<b>Aluno A1</b> – Observa a bússola
7	<b>Professor</b> – Ele vai girar na mesma posição à esquerda de vocês, ou ele tende a girar agora para a direita?	

8	<b>Aluno A3</b> – Acho que vai afastando.	
9	<b>Professor</b> – Concordam com ela? Vamos ver, vou ligar o circuito.	
10	<b>Aluno A2</b> – Não, foi para a direita.	
11	<b>Aluno A2</b> – É porque aqui ele estava para cá e ele foi para cá, aqui como está aqui vai para lá.	<b>Aluno A2</b> – Gesticula apontando para a bússola.
12	<b>Professor</b> – Isso, sentido diferente, contrário, por quê?	
13	<b>Aluno A1</b> –Essa é uma boa pergunta.	
14	<b>Professor</b> – Vocês já ouviram lá na teoria da física a regra da mão direita? Dedão indica o sentido da corrente e os outros dedos o sentido do campo, já viram isso? Você imagina que a corrente está nesse sentido, na parte de cima o campo está nesse sentido aqui, e na parte de baixo? Sentido contrário, a corrente nesse sentido, em cima para um lado embaixo para outro, a deflexão do ponteiro é diferente em função da posição que a bússola está, em cima e embaixo, provando que o campo é circular e concêntrico, igual àquela questão do condutor com uma corrente eu tenho um campo circular e concêntrico, certo? Desligar de novo, provei que eu tenho um campo em cima e embaixo, será que existe um campo também nas laterais?	<b>Professor</b> – Gesticulando demonstra a aplicação da regra da mão direita.
15	<b>Aluno A2</b> – Sim.	
16	<b>Professor</b> – Vamos provar isso? Tem a possibilidade de colocar a bússola na lateral do condutor, isso tem que estar desligado.	<b>Professor</b> – Posiciona a bússola na lateral da espira.
17	<b>Aluno A2</b> – Muito tempo que eu estou...	
18	<b>Professor</b> – A espora começa a esquentar um pouquinho aqui...	
19	<b>Aluno A1</b> – Isso não vai explodir não...	Sorrisos do grupo
20	<b>Professor</b> – Olha, vou ligar o circuito.	
21	<b>Aluno A1</b> – Ela está meio...	
22	<b>Aluno A2</b> – Meio confusa.	
23	<b>Aluno A1</b> – Meio, também...	
24	<b>Professor</b> – Ela vai parar, vai ter uma hora que ela vai parar, não é muito variável não.	
25	<b>Aluno A2</b> – Está parando.	
26	<b>Professor</b> – Posso mudar ela de posição e continuo comprovando...	<b>Professor</b> – Gira a bússola ao redor do condutor
27	<b>Aluno A2</b> – Que tem campo magnético em todas as extremidades.	
28	<b>Professor</b> – Em todo o redor do condutor, se eu aplicar a regra da mão direita supondo que a corrente está para cima tem um campo em todo redor do condutor, concordam? Mais uma vez eu provei aqui que a distribuição do campo não é um plano, ao redor de todo o condutor, igual a menina falou para vocês no segundo, corrente para cima, campo ao redor de todo condutor.	<b>Professor</b> – Mais uma vez gesticula demonstrando a aplicação da regra da mão direita.

29	<b>Aluno A1</b> – Por isso que ficaram espetados, porque tem corrente em cima também.	
30	<b>Professor</b> – Vamos provar isso aí?	
31	<b>Aluno A2</b> – O quê?	
32	<b>Aluno A1</b> – Isso que você falou.	
33	<b>Professor</b> – A questão da limalha, aqui quem colocar a mão aqui em cima?	
34	<b>Aluno A1</b> – Não quero não, obrigada.	
35	<b>Professor</b> – Muito medrosa você. O circuito... aqui fica até mais fácil de você ver. O que você pode falar em relação as linhas do campo?	
36	<b>Aluno A1</b> – Estão circulares e...	
37	<b>Professor</b> – E... Circulares e ...	
38	<b>Aluno A1</b> – Mais o que gente?	
39	<b>Aluno A2</b> – Concêntricas.	
40	<b>Professor</b> – Concêntricas, é a palavra certa, agora repare o seguinte, eu falei da regra da mão direita corrente para cima o sentido da linha do campo seria esse aqui, para mim, anti-horário, certo? O que acontece se eu inverter o sentido da corrente? Vou desligar o circuito, vou trocar aqui o sentido da corrente, repare ali, presta bem atenção na limalha de ferro porque é uma coisa muito discreta que acontece, ela inverte o sentido das limalhas, mas é muito discreto, se você não fixar bem a visão ali você não consegue enxergar, vou ligar, viram o movimento?	<b>Professor</b> – Espalha a limalha ao redor do condutor. E mais uma vez aplica a partir de gestos a regra da mão direita.
41	<b>Aluno A1</b> – Eu vi uma.	<b>Aluno A1</b> – Observa a mudança na orientação da limalha de ferro quando ocorre a inversão da corrente.
42	<b>Aluno A2</b> – Bem rápido.	
43	<b>Professor</b> – Então, se eu inverte o sentido da corrente o que acontece com o sentido do campo?	
44	<b>Aluno (vários)</b> – Ele inverte.	
45	<b>Professor</b> – Inverte, certo? Outra coisa que eu posso provar aqui também para vocês é que se eu estou muito próximo do fio o campo tem uma intensidade, se eu vou me afastando...	<b>Professor</b> – Aproxima e afasta a bússola a fim de demonstrar a variação da intensidade do campo em função da distância.
46	<b>Aluno A1</b> – Ele vai enfraquecendo.	
47	<b>Professor</b> – Ele vai enfraquecendo, é a mesma questão lá no imã, então você provou aqui que as distribuições das linhas são circulares e concêntricas, naquele questionário inicial eu pedi para você esboçar, fazer um campo ao redor do condutor, agora você já saberia fazer isso, o que você faria lá? Desenharia as	<b>Professor</b> – Gesticulando com o dedo ao redor das espiras a fim de demonstrar a concentricidade.

	linhas ao redor do fio de forma circular e concêntrica, então é isso Isabeli.	
48	<b>Aluno A1</b> – Isabeli, Marcele, Gabriele...	
49	<b>Professor</b> – Faz uma pergunta aí.	
50	<b>Aluno A1</b> – Uma pergunta? Eu não tenho dúvida.	
51	<b>Professor</b> – A próxima experiência que eu vou fazer com vocês, quarta-feira, nós vamos provar a força magnética, para vocês irem pensando questão de força magnética, isso aqui é uma espira que faz parte do circuito, mas eu possibilitei aqui o movimento dele, está ligado aqui ao circuito, fecha o circuito, mas tem possibilidade de se movimentar, se eu pego dois ímãs, coloquei aqui um polo norte e um polo sul, eu vou colocar esse condutor sob a ação desse ponto magnético e o que acontece se eu ligar o circuito? A espira está parada, presta atenção, eu vou ligar, ou seja, um condutor percorrido por uma corrente quando está sob ação do campo magnético produz um... movimento. Você sabe me dizer, Marcele, algum equipamento que use esse princípio em seu funcionamento? Você usa todo dia em casa...	<b>Professor</b> – Demonstra o funcionamento da espira móvel, a fim de criar expectativa dos alunos para o próximo encontro.
52	<b>Aluno A4</b> – Geladeira? Movimento!	
53	<b>Professor</b> – Geladeira? Uma coisa, assim, mais...	
54	<b>Aluno A5</b> – Ventilador?	
55	<b>Professor</b> – Ventilador, ou seja, o motor da geladeira, o motor do ventilador, motor do ar condicionado, o motorzinho do seu secador de cabelo, que joga o ar, esquenta no resistor, mas o motor que joga o ar, então aquilo tem um campo magnético que movimenta o rotor ou o motor por este princípio aqui, então nós comprovamos aqui a experiência do Oersted que descobriu o que, que o condutor tem um campo magnético aí veio o Ampère e provou que esse campo é concêntrico, eles são concêntricos, perpendiculares e paralelas ao condutor e depois outro camarada lá, o Fleming, descobriu a questão da força, mas a força só na próxima aula, está certo? Está anotado, quarta-feira de manhã, sete horas?	

Tabela de Transcrição a Aula 2 da Turma B

T	VERBAL	AÇÃO/GESTOS
1	<b>Aluno B1</b> – Professor, professor, isso tem controle avaliativo, não né?	<b>Aluno B1</b> – Questiona se os questionários prévios serão utilizados como mecanismo de avaliação formal da disciplina Física.

2	<b>Pesquisador</b> – Não. Vocês estão meio receosos, nada disso aí vai para as mãos do professor xxxx, nada a ver com a avaliação de vocês aqui na escola, a minha pesquisa tenta provar que esse experimento que vocês vão realizar daqui a pouco, melhora a aprendizagem de vocês. Vou tentar provar o que a maioria das pessoas diz que sim.	
3	<b>Aluno B2</b> – Acabei tá?	
4	<b>Aluno B2</b> – Aí, sou o mais lindo de todos, dá um sorriso aí, eu sou o mais lindo de todos, que é isso, o mais lindo, depois vem o CH.	Descontração do grupo antes do início das atividades.
5	<b>Aluno B3</b> – Na ordem inversa.	
6	<b>Professor</b> –Vamos lá meus amigos, vamos lá? Você já observou, já viu esse instrumentozinho aqui que é a bússola, e a bússola ela movimenta-se de acordo com...	<b>Professor</b> – Apresenta a bússola aos alunos.
7	<b>Aluno B1</b> – Campo magnético.	
8	<b>Professor</b> – Campo magnético terrestre ou mesmo a bússola ela vai se movimentar de acordo com uma outra fonte de campo magnético que seja colocado próximo a ela, então aqui ela está se orientando de acordo com o campo magnético terrestre, muito bem, se a gente agora coloca aqui a bússola abaixo daquele fio condutor o circuito está desligado, mas não observamos qualquer alteração ali na indicação da bússola, mas quando nós ligamos o circuito você tem ali uma mudança na orientação e isso se deve à...?	<b>Professor</b> – Coloca a bússola sobre a bancada e, em seguida, sobre o condutor ligando o circuito.
9	<b>Aluno B2</b> – Corrente elétrica.	
10	<b>Professor</b> – Corrente elétrica, tá, e a corrente elétrica está circulando aí nesse circuito e ela...	
11	<b>Aluno B3</b> – Gera um campo magnético.	
12	<b>Professor</b> – Gera um campo magnético, exato, gera um campo magnético ali ao redor, ou melhor, ao redor do fio e esse campo magnético ele vai interferir justamente lá na orientação da bússola, então se a gente desliga novamente o circuito, ou seja, não está mais circulando corrente elétrica não tem mais a fonte do campo magnético externo a orientação da agulha da	<b>Professor</b> – Aponta para a bússola.



	bússola volta a mesma posição, e tem como fazer inversão aqui?	
13	<b>Aluno B3</b> – Tem.	
14	<b>Pesquisador</b> – Bota agora em cima do condutor para ele ver a diferença do sentido do campo embaixo e em cima. Naquele quadradinho ali.	<b>Pesquisador</b> – Orienta ao professor sobre a utilização do kit.
15	<b>Aluno B1</b> – Qual quadradinho?	
16	<b>Professor</b> – Ali. Está desligado. Mudou o sentido?	
17	<b>Aluno B1</b> – Mudou.	
18	<b>Professor</b> – Vocês viram que por baixo a deflexão do ponteiro da bússola era um, acho que para a direita de vocês aí, e agora a deflexão é para... Esquerda né.	
19	<b>Professor</b> – Essa orientação, se a gente coloca para baixo modifica a orientação.	
20	<b>Professor</b> – Teve uma menina aí na aula passada que falou da regra da mão direita, quem foi?	
21	<b>Aluno B3</b> – Ela.	
22	<b>Professor</b> – Está aí a comprovação da regra da mão direita, supondo que a corrente está no sentido de vocês para o quadro em cima é um sentido, embaixo o campo tem outro sentido, aplica a regra da mão direita ali, onde está o sentido da corrente, em cima o campo está num sentido e embaixo vai estar em outro, por isso uma deflexão diferente do ponteiro da bússola, certo? É só trocar os plugs ali de posição, vou trocar aqui para observar, ele está invertendo o sentido da corrente aqui, o que vocês acham que vai acontecer? A regra da mão direita, aplica a regra da mão direita agora, cadê a menina da regra da mão direita? Ela que conhece a regra da mão direita, ele inverteu o sentido da corrente.	<b>Professor</b> – Inverte o sentido da corrente.
23	<b>Aluno B2</b> - Agora a regra da mão esquerda para ver se eu acertei.	Sorrisos do grupo
24	<b>Professor</b> – Você vai aplicar a mão esquerda daqui a pouco, agora não.	
25	<b>Professor</b> – Imagina, suponha que a corrente elétrica estava nesse sentido, o polegar no sentido da corrente elétrica, em cima, você tem uma orientação do campo	<b>Professor</b> – O professor gesticula para demonstrar a regra da mão direita.

	magnético, por baixo outra orientação, orientação contrária, por isso a gente tinha mudança lá na orientação da bússola, colocava por cima, tinha uma orientação, por baixo outra, agora suponha, já que a gente inverteu aqui que a corrente elétrica vá nesse sentido aqui se antes por cima era assim agora por cima vai ser sentido contrário, é o contrário?	
26	<b>Aluno B4</b> – Para a esquerda.	
27	<b>Professor</b> – Agora faz aquela experiência, coloca a bússola por cima sem medo.	
28	<b>Aluno B3</b> – Se encostar na coisa azul ela dá choque?	
29	<b>Professor</b> – Não.	
30	<b>Aluno B3</b> – Se encostar na coisa azul, coisa.	
31	<b>Aluno B3</b> – Aqui leva né?	
32	<b>Professor</b> – Também não, esse aqui é um fio isolado com verniz, o único que corre o risco de levar choque aí é o xxxx, vocês não correram risco ainda, quando ele tirou os plugs ali com a fonte ligada, coloca uma menina agora para trocar os plugs ali para trocar o sentido.	
33	<b>Aluno B2</b> – Não...	
34	<b>Professor</b> – Então esse sentido do campo ele depende de que, o que vocês acham aí?	
35	<b>Aluno B3</b> – Da corrente magnética.	
36	<b>Aluno B4</b> – Da corrente elétrica.	
37	<b>Professor</b> – Falta uma palavra aí, depende, o sentido do campo depende do...?	
38	<b>Aluno B4</b> – Do sentido da corrente elétrica.	
39	<b>Professor</b> – Do sentido da corrente.	
40	<b>Aluno B4</b> – Hum.	
41	<b>Professor</b> – Numa das questões tinha um desenho que pedia para você esboçar o espectro do campo ao redor do condutor né, esse campo como que ele é, ele é paralelo ao condutor, ele é perpendicular ao condutor?	
42	<b>Aluno B3</b> – Circular.	

43	<b>Professor</b> – Como é que vocês comprovariam para mim aí nesse kit de experiência para você provar que ele é perpendicular, como é que você faz para provar isso para a gente? Coloca a bússola aí, aproveita aí uma ligação dessas e prova que ele é perpendicular ao condutor.	<b>Professor</b> – Sugere a manipulação da bússola pelos alunos.
44	<b>Aluno B2</b> - Perpendicular ao condutor?	
45	<b>Professor</b> – Eu coloquei de propósito, a menina encostou ali, um plano perpendicular ao condutor.	
46	<b>Aluno B2</b> – Posso colocar aqui?	<b>Aluno B2</b> – Desloca a bússola ao redor da espira.
47	<b>Professor</b> – Pode. O grande medo deles é de levar choque né. Essa fonte aí ela está ajustada, olha aí no voltímetro aí da fonte, dez volts, então se você encostar aí é uma cosquinha que você vai levar que não tem nem graça, você vai até gostar, olha lá, ele colocou a bússola de novo ao longo do fio, por que eu botei ali uma bobina com muitas espiras? Para aumentar a intensidade do campo, você vê que ele agora, o ponteiro da bússola se alinhou exatamente como deveria, o campo é tão forte que ele tem domínio em relação ao campo magnético terrestre, um fiozinho só lá embaixo no fio azul o campo não é tão forte, o ponteiro da bússola é resultante entre o campo da terra e o campo magnético, desliga aí xxxx, para eles verem que a bússola...	<b>Professor</b> – Deliga a fonte e mostra a orientação da bússola em função do campo magnético terrestre.
48	<b>Professor</b> – Ele volta a se orientar pelo campo magnético terrestre.	
49	<b>Professor</b> – E aí, o que vocês fariam para comprovar que ele existe ao redor do condutor? Desligado, ele está desligado. Quero que você prove que o campo ele existe ao redor de todo o condutor.	
50	<b>Aluno B2</b> – Aqui...	<b>Aluno B2</b> – Coloca a bússola sobre a bancada.
51	<b>Professor</b> – Você vai comprovar uma outra coisa aí.	<b>Professor</b> – O professor aproveita o erro do aluno para começar a falar sobre a variação da intensidade do

		campo magnético em função da distância.
52	<b>Aluno B2</b> – Se eu botar aqui?	
53	<b>Professor</b> – Por que vocês abandonaram o plano que está aí já de propósito par... Isso. Se você coloca aí...	
54	<b>Aluno B3</b> – Que doideira.	
55	<b>Professor</b> – Cadê a menina da regra da mão direita? Chega ali...	
56	<b>Aluno B4</b> – Vem para cá.	
57	<b>Professor</b> – Aplica a regra da mão direita aí você que é especialista em mão direita.	
58	<b>Aluno B4</b> – Eu não sei não.	
59	<b>Aluno B3</b> – Sabe sim, tira a bolsa vai.	
60	<b>Professor</b> – Supõe que o sentido da corrente é de baixo para cima.	
61	<b>Aluno B4</b> – Da corrente, calma aí.	
62	<b>Professor</b> – Corrente na espira ali, na bobina ela é de baixo para cima, ela está subindo ali naquele condutor que está passando ali no meio do plano e está descendo aqui no canto olha.	<b>Aluno B4</b> – Aponta para os condutores da bobina seguindo as orientações dadas pelo professor em relação ao campo.
63	<b>Aluno B4</b> – Ela desce aqui?	
64	<b>Professor</b> – Desce aqui encostadinho na madeira, e lá no plano ela está subindo.	
65	<b>Aluno B4</b> – Ele é assim?	<b>Aluno B4</b> – Aplica regra da mão direita erradamente na espira.
66	<b>Professor</b> – Seu dedão tem que alinhar com o sentido da corrente.	<b>Professor</b> – Corrige o aluno B4
67	<b>Aluno B4</b> – Nossa está um cheiro de fumaça aqui. Onde está a corrente?	
68	<b>Professor</b> – A corrente elétrica se supõe que ela está aqui de baixo para cima.	
69	<b>Aluno B4</b> – Assim?	<b>Aluno B4</b> – Aplica corretamente a regra da mão direita na bobina, orientando

		corretamente o dedão com o sentido da corrente e os demais dedos indicando o sentido do campo.
70	<b>Professor</b> – Isso. Exato.	
71	<b>Aluno B4</b> - Ela está aqui assim, para cá.	
72	<b>Professor</b> – Onde, de que lado da...	
73	<b>Aluno B4</b> – Aqui está o sentido da...	<b>Aluno B4</b> – Vai tentando demonstrar com a mão direita o sentido do campo ao redor da bobina.
74	<b>Professor</b> – Da corrente.	
75	<b>Aluno B4</b> – E aqui está o sentido do campo, sim, claro.	
76	<b>Professor</b> – Então o campo gira aí como?	
77	<b>Aluno B4</b> – Ai!	
78	<b>Professor</b> – Não vai dizer que você levou choque, isso é psicológico.	
79	<b>Aluno B4</b> – Foi só...	
80	<b>Professor</b> - Foi o susto.	
81	<b>Aluno B4</b> – Nesse sentido, assim, anti-horário, é isso mesmo?	<b>Aluno B4</b> – Gesticula demonstrando o sentido do campo magnético ao redor da bobina.
82	<b>Professor</b> – Isso.	
83	<b>Aluno B4</b> – Você vai tomar um choque bota a mão aqui, olha, não é choque não, é tipo só está quente, aí parece que vai te dar choque.	<b>Aluno B4</b> – Se assusta com a temperatura da bobina, natural do seu funcionamento.
84	<b>Professor</b> – Vai aquecendo a bobina.	
85	<b>Professor</b> – Então vocês provaram que o sentido do campo ele é perpendicular ao plano condutor, ele é circular, e vocês começaram, eu não tinha programado isso, mas vocês posicionam a bússola lá longe vocês começaram também a trabalhar uma outra questão.	<b>Professor</b> – Trabalhando o erro do aluno que colocou a bússola longe da bobina o professor evolui para o conceito da variação da intensidade do campo em função da distância.

86	<b>Professor</b> – Um, outro conceito, quando vocês posicionam aqui, olha lá como a agulha da bússola ela ficava, aí vamos lembrar, sem a corrente elétrica seria o campo magnético...	
87	<b>Aluno B1</b> – Só campo magnético terrestre.	
88	<b>Professor</b> – Só o campo magnético terrestre, perfeito, e aí você tem, quando você tem a corrente elétrica percorrendo ou o campo magnético ali na bobina é muito mais forte que o terrestre consegue provocar aquela deflexão ali nessa orientação, aí ele sugeriu de colocar a bússola aqui, e poderia ser de colocar mais aqui, continuou perpendicular à espira...	<b>Professor</b> – Posiciona a bússola novamente longe da bobina.
89	<b>Aluno B4</b> – Porque abrange o local do negócio aí.	
90	<b>Professor</b> – Sim, o campo magnético, as linhas de campo elas estão por todo o espaço aqui.	
91	<b>Aluno B4</b> – Sabe mais ou menos onde?	
92	<b>Professor</b> – São infinitas linhas, mas o que você acha que vai acontecendo com o campo à medida que vai se afastando, vai perdendo a intensidade, a intensidade dele vai diminuindo, vai chegar um momento quer você vai estar tão distante da fonte da fonte do plano que aí praticamente você só vai observar o campo magnético terrestre, porque ele vai ser tão fraco que não vai conseguir mais provocar mudança de orientação. E agora, e para visualizar esse campo aí.	Vários alunos observam.
93	<b>Aluno B4</b> – Pó de ferro.	<b>Aluno B5</b> – Aponta para o pote com limalhas de ferro.
94	<b>Professor</b> – Limalha de ferro? Continua faltando o saleiro, eu só lembro da saleiro na hora que... vocês fugiram, para visualizar o campo magnético, as linhas do campo jogam-se limalhas de ferro, vocês fizeram com o imã, vai espalhando ao redor. Pensei que ele ia largar o restante, ele está com medo de os colegas comerem o biscoito dele.	<b>Professor</b> – Oferece o pote de limalha ao aluno B5 a fim de que o mesmo demonstre o espectro do campo ao redor do condutor.
95	<b>Aluno B5</b> – Agora sim.	
96	<b>Professor</b> – Está bom, a quantidade está boa.	
97	<b>Aluno B5</b> - Está ótima.	

98	<b>Professor</b> - Não conseguem observar? As linhas aqui bem centrais, ali no centro.	<b>Professor</b> - Melhora o espero formado pelas limalhas, espalhando melhor os fragmentos.
99	<b>Aluno B6</b> - Ah tá, agora sim.	
100	<b>Aluno B6</b> - Tem que ser com o saleiro mesmo.	
101	<b>Professor</b> - Isso, para cair um pouquinho por vez, exato, olha lá.	
102	<b>Aluno B1</b> - Se cai muito assim não dá para ver.	
103	<b>Professor</b> - Isso, porque ocorre esses aglomerados aí, mas olha lá, dá para vocês observarem.	
104	<b>Aluno B2</b> - Legal né.	
105	<b>Professor</b> - E o formato dessas linhas, como é?	
106	<b>Professor</b> - Dá uma espalhadinha nesses montes aí...	<b>Aluno B5</b> - Espalha melhor as limalhas de ferro.
107	<b>Aluno B3</b> - Tá com medo?	
108	<b>Aluno B4</b> - Está ligado?	
109	<b>Professor</b> - Está ligado.	
110	<b>Aluno B4</b> - Olha aqui...	
111	<b>Professor</b> - E aí?	
112	<b>Aluno B4</b> - Desliga aí, desliga.	
113	<b>Professor</b> - Agora você inverte o sentido da corrente. Deixa desligado, olha, vou desligar a fonte aqui para você não ficar com medo, vou deixar desligada a fonte, pode mexer aí a vontade, você vai inverter o sentido da corrente.	<b>Professor</b> - Desliga o circuito.
114	<b>Aluno B6</b> - Liga, liga, liga.	<b>Aluno B6</b> - Inverte os plugs, invertendo o sentido da corrente.
115	<b>Aluno B4</b> - Tira a mão daí.	
116	<b>Professor</b> - Agora presta atenção, antes de você ligar o interrupto... Espera aí, presta bem atenção porque é muito rápido, muito, assim, discreto a comprovação também de que inverte o sentido...	
117	<b>Aluno B6</b> - Um, dois, três e....	

118	<b>Aluno B6</b> – Nada, não estou vendo nada.	
119	<b>Aluno B4</b> – É discreto, como ele falou.	
120	<b>Aluno B4</b> – Está invertendo, devagarzinho, mas está invertendo.	
121	<b>Aluno B6</b> – Ele está tímido.	
122	<b>Professor</b> – Na hora que ligou vocês não notaram que estava do lado mais próximo das mexidas, não?	
123	<b>Aluno B6</b> – Não, aumenta isso aí.	
124	<b>Professor</b> – Então vamos fazer de novo. Vou desligar aqui, desliga aí, deixa eu mexer aqui. Tá agora vou desligar de novo, inverte o sentido aí.	
125	<b>Aluno B6</b> – Tu passaste cara, dezessete e meio.	
126	<b>Professor</b> – Vocês já contam com dezessete e meio.	
127	<b>Aluno B6</b> – Dezessete e meio, falou esse meio ponto pode cada coisa.	
128	<b>Professor</b> – Vocês estão iguais o Pedro aqui. Presta atenção.... Então o que vocês provaram aí até agora, provaram que o campo é.... perpendicular, as linhas de força são...	Vários alunos observam a inversão do sentido das limalhas.
129	<b>Aluno B2</b> – Circulares.	
130	<b>Professor</b> – Circulares e... Olha, se você analisar o desenho ali você vê que as linhas são circulares e....?	
131	<b>Aluno B2</b> – Paralelas? Infinitas?	Os alunos tentam.
132	<b>Professor</b> – Concêntricas, e vendo que esse campo, o sentido do campo também depende do...	
133	<b>Aluno B4</b> – Sentido da corrente.	Os alunos acertam.
134	<b>Professor</b> – Sentido da corrente, e viram também que a intensidade do campo ela depende da distância do campo ao condutor, não é isso? E essa intensidade do campo também depende da intensidade da corrente, se eu aumentar a corrente fica mais forte, está certo, está comprovado ou não? Repete aí para mim o que vocês comprovaram?	
135	<b>Aluno B4</b> - O sentido do campo depende do sentido da corrente elétrica.	
136	<b>Professor</b> – Sentido do campo depende do sentido da corrente.	



137	<b>Aluno B4</b> – São sempre circulares e concêntricas.	
138	<b>Professor</b> – Concêntricas, perfeito.	
139	<b>Aluno B3</b> – E a taxa depende do sentido do campo...	
140	<b>Professor</b> – Quase, é quase isso.	
141	<b>Aluno B4</b> – O campo magnético depende do sentido da corrente.	
142	<b>Aluno B1</b> – Eu já falei isso.	
143	<b>Aluno B1</b> – A intensidade depende de estar afastado da corrente, a intensidade é maior quando está mais próximo do condutor.	<b>Aluno B1</b> – Gesticula
144	<b>Professor</b> – Então depende da distância, e também depende mais de que a intensidade? Mais alguma coisa, depende da distância e depende mais uma coisa também, intensidade da...	
145	<b>Aluno B5</b> – Da corrente.	
146	<b>Professor</b> – Da corrente elétrica. Isso não provei para vocês, vamos provar que depende da intensidade? Bota a bússola de novo aí. Está desligado né, olha, vou ligar, vou baixar um pouco a corrente aqui, liguei, vou aumentar a corrente para três amperes mais ou menos, olha o ponteiro, o que vocês acham? A força magnética aqui foi maior ou menor?	<b>Professor</b> – Coloca a bússola ao lado das bobinas.
147	<b>Aluno B4</b> – Maior.	
148	<b>Professor</b> – Fica provado que a intensidade do campo depende da intensidade da corrente e depende da distância de um ponto qualquer, certo? Tranquilo? Tem aqui no circuito olha, o fio está fixo aqui, fixado com fixa fio e tal, só que aqui eu deixei, ele faz parte do circuito, o condutor, a espira e ela tem a possibilidade de se movimentar, vamos tentar comprovar, Oersted em 1820 descobriu isso aqui, o campo magnético ao redor do condutor, Ampère descobriu que essas linhas são circulares, concêntricas e perpendiculares ao condutor, teve outro maluco aí, o Fleming descobriu alguma coisa em relação a esse movimento, isso aqui foi uma importante descoberta para as aplicações que nós temos hoje em dia, o que vocês acham, com que	<b>Professor</b> – Aponta para o kit.

	poderia relacionar isso aqui? Movimento, espiras, campo, o que vocês acham? Dá para relacionar com alguma coisa que você usa todo dia? Dormiu usando isso hoje?	
149	<b>Aluno B4</b> – Dormiu usando?	
150	<b>Professor</b> – É.	
151	<b>Aluno B4</b> – Dormi usando fone, celular? Ventilador.	
152	<b>Professor</b> – Então vou entregar outro formulariozinho para vocês preencherem, é menor do que esse agora, depois eu vou passar para essa experiência aqui, experiência de Fleming, certo, experiência de força eletromagnética, vamos começar a produzir movimento a partir de campo magnético de corrente.	
153	<b>Aluno B4</b> – Ventilador também...	
154	<b>Professor</b> – Depende, se estiver calor você usa.	
155	<b>Aluno B4</b> – Eu uso ar condicionado.	
156	<b>Aluno B4</b> – O que significa essa observação...	
157	<b>Professor</b> – Vamos lá, o que vocês acham que vai acontecer, por exemplo, quando o circuito está desligado que colocar esse ímã aqui, condutor, colocar aqui esse condutor passando por dentro desse conjunto de ímãs aqui formando uma ferradura, mas com o circuito desligado, ou seja, vou colocar assim, vai acontecer alguma coisa?	<b>Professor</b> – Faz uma prévia sobre os conceitos que serão trabalhados no próximo encontro.
158	<b>Aluno B4</b> – Vai piscar.	
159	<b>Professor</b> – Você acha que o balanço vai mover ali?	

Tabela de Transcrição da Aula 3 Turma A

T	VERBAL	AÇÃO/GESTOS
1	<b>Professor</b> – Vamos começar com nosso questionário.	
2	<b>Aluno A1</b> – Professor, não vale o senhor explicar agora, ele tem que aprender depois.	
3	<b>Professor</b> – Vamos lá rapaziada.	
4	<b>Aluno A2</b> – Senhor Geovani.	
5	<b>Professor</b> – Você está parecendo até a Thais Gadelha.	

6	<b>Aluno A2</b> – É verdade, ali. Eu não estou gastando professor.	
7	<b>Professor</b> –Vamos chegar para cá. Na segunda-feira, né? Na segunda-feira nós fizemos a experiência de magnetismo, vocês comprovaram os efeitos do campo magnético ao redor do imã, comprovaram os efeitos da atração e repulsão dos polos, não foi? Como polos iguais eles vão se atraindo e polos contrários se repelindo, analisaram o funcionamento da bússola, determinaram os polos do imã a partir da indicação do controle da bússola, o que mais? Comprovamos a Inseparabilidade dos pólos, comprovou aqui, não foi? Se formaram dois imãs. E começamos a trabalhar aqui no eletromagnetismo, comprovamos o campo magnético ao redor do condutor, quando ele está conduzindo corrente, lembram?	<b>Professor</b> – Faz uma revisão sobre os experimentos que já foram realizados.
8	<b>Aluno A1</b> – Fragmento tridimensional.	
9	<b>Professor</b> – Isso. Comprovamos o campo magnético ao redor do condutor, comprovamos que é tridimensional, né, ou seja, está em redor de todo condutor, não é isso? O que mais Marcele que nós comprovamos? Jogou uma limalha de ferro aqui comprovamos que as linhas de campo são circulares e circunferências.	<b>Professor</b> – Aponta para o experimento ligando o circuito, variando a bússola e comprovando o campo magnético. Joga limalha ao redor da bobina.
10	<b>Aluno A1</b> – Dá sentido, não é?	
11	<b>Professor</b> – Nós fizemos a experiência de mudar aqui, inverter o sentido da corrente, o sentido das linhas de campo vocês conseguem enxergar isso, as linhas são circulares e concentra ao redor do condutor? Aí fizemos uma aplicação aqui da regra da mão direita, que a corrente está para cima, o campo está nesse sentido aqui, se eu inverter a corrente o campo inverte o sentido, então basicamente, Maiara, né?	<b>Professor</b> – Gesticula com a mão a fim de demonstrar a regra da mão direita.
12	<b>Aluno A3</b> – Mariana.	
13	<b>Professor</b> – Mariana, essas foram as diferenças da aula passada, e vou desligar o circuito. Eu agora que provar que além dessa corrente produzir campo magnético ao redor do condutor, se eu trabalhar a questão do campo da corrente eu posso produzir movimento. Então ó Marcele.	
14	<b>Aluno A1</b> – O senhor chegou a provar isso na aula passada.	
15	<b>Professor</b> – Eu coloquei aqui no circuito uma parte dele com liberdade para se movimentar, isso aqui a gente chama espira, essa espira está suspensa aqui, está ligada no circuito, a corrente vem na fonte, passa pela espira para retornar a fonte, ou seja, a corrente está circulando por esse condutor aqui de forma espira, certo? E eu quero com isso produzir movimento nessa espira.	<b>Professor</b> – Movimenta a espira móvel com a mão e segue o circuito, indicando que a mesma pode se movimentar.
16	<b>Aluno A1</b> – Está ligado?	
17	<b>Professor</b> – Não, liga aí, pode ligar.	

18	<b>Aluno A1</b> – Pode acontecer um acidente, na aula passada estava mexendo mais.	
19	<b>Professor</b> – Será que a corrente estava maior, vou desligar.	<b>Professor</b> - Ajusta o valor da tensão da fonte para aumentar com isso o valor a corrente e promover um movimento de maior intensidade na espira, melhorado a visualização dos alunos.
20	<b>Aluno A4</b> – Desligada estava melhor.	
21	<b>Professor</b> – Não está se mexendo na verdade, vou ligar. Então você está provando o que aí Marcele?	
22	<b>Aluno A1</b> – Que o campo magnético que está se formando pelos ímãs juntamente com a corrente, fica circulando aqui nesse condutor, criou um movimento?	<b>Aluno A1</b> – Mexe com o ímã em forma de U.
23	<b>Professor</b> – Criou um movimento.	
24	<b>Aluno A4</b> – Isso acontece nos motores?	
25	<b>Professor</b> – Você tem uma força magnética...	
26	<b>Aluno A4</b> – Mas isso acontece nos motores.	
27	<b>Professor</b> – Espira, isso é o princípio de funcionamento do motor, a partir da geração do campo magnético, nas bobinas do motor, espiras do motor. Agora Marcele eu quero inverter o sentido dessa força, o que você faz? Eu vou parar a espira aqui.	<b>Professor</b> – Faz uma analogia com o funcionamento do motor elétrico.
28	<b>Aluno A4</b> – Sentido da corrente.	<b>Aluno A4</b> – Propõe a inversão da corrente, porém, sem segurança em sua fala.
29	<b>Professor</b> – Pode ser.	
30	<b>Aluno A1</b> – Ou inverte os pontos.	<b>Aluno A1</b> – Inverte o ímã em forma de U.
31	<b>Professor</b> – Será que dá certo? Inverter a espira para inverter o ímã de posição, quando o norte está para cima e o sul para baixo, agora trocou o sul para cima e o norte para baixo, o que vai acontecer, vai inverter o sentido da força, vai inverter?	
32	<b>Aluno A1</b> – Está indo para o outro lado agora, que ele está mexendo.	<b>Aluno A1</b> – Aponta para inversão.
33	<b>Professor</b> –Você inverteu, só que você fez uma outra proposta aí para possibilitar essa inversão, qual foi a outra proposta? Quer inverter a corrente Marcele?	
34	<b>Aluno A1</b> – Não quero.	
35	<b>Professor</b> – O choquezinho também ali Marcele é 10 volts, é 12 vezes mais fraco do que um choque que	<b>Professor</b> – Aponta como deve ser feita a inversão do

	você eleva na tomada da sua casa, inverte o sentido da corrente, inverteu o sentido da força?	sentido da corrente e inverte os terminais dos plugs.
36	<b>Aluno A1</b> – Inverteu.	<b>Aluno A1</b> – Observa que houve a inversão no movimento da espira móvel.
37	<b>Professor</b> – Então, diz aí para nós o que interfere no sentido da força magnética? Hein.	
38	<b>Aluno A1</b> – O sentido da corrente.	
39	<b>Professor</b> – O sentido da corrente.	
40	<b>Aluno A1</b> – E os pólos, sentido do campo.	
41	<b>Professor</b> – De cima para baixo, para você inverter o número de posições, e baixo para cima. Aqui a gente pode também aplicar a regra da mão direita, uma outra conotação, foi explicada na aula passada, sentido do campo os dedos, sentido da corrente, o tapa vai indicar o sentido da força, sentido da corrente.	<b>Professor</b> – Aplica a regra do tapa com a mão direita a fim de determinar o sentido do movimento da espira em função do sentido do campo e do sentido da corrente elétrica.
42	<b>Aluno A2</b> – O sentido do campo está para cá?	<b>Aluno A2</b> – Gesticula, orientado pelo professor, até posicionar corretamente a mão direita a fim de comprovar a aplicação da regra do tapa, relacionando o sentido do movimento da espira com os sentidos do campo e da corrente elétrica.
43	<b>Professor</b> – Sentido do campo, nós temos que saber quem é o Norte, quem é o sul.	
44	<b>Aluno A2</b> – Quem é o Norte, e quem é o sul.	
45	<b>Professor</b> – O Norte está em cima, o Sul está embaixo.	
46	<b>Aluno A2</b> – Não, está assim.	
47	<b>Professor</b> – Norte em cima, sul embaixo, sentido do campo.	
48	<b>Aluno A2</b> – E porque está indo do Norte para o Sul.	
49	<b>Professor</b> – Ó, o teu dedão é sentido da corrente, paralelo como eu estou.	<b>Professor</b> – Gesticula para o aluno sugerindo a disposição da mão direita em paralelo com a espira.
50	<b>Aluno A1</b> – Assim?	
51	<b>Professor</b> – Isso.	

52	<b>Aluno A1</b> – Aí então quer dizer que dali para lá? Não, está indo para cá.	
53	<b>Professor</b> – Isso. Enrolou a mão direita com a mão esquerda.	
54	<b>Aluno A1</b> – É já coloquei.	
55	<b>Professor</b> – Sentido do campo, norte para o sul, sentido da corrente para a parede faz de conta que está brigando com o namorado, força para lá, inverte a corrente, o que acontece com o sentido da força?	
56	<b>Aluno A1</b> – Inverte.	
57	<b>Professor</b> – Inverte quanto? Corrente para lá, corrente para cá?	
58	<b>Aluno A1</b> –Eu entendi gente, está certo, não está certo? Aqui o campo está para cá, aí a corrente está para cá, então ela vai ser para cá, se a corrente está para cá vai ser para cá.	<b>Aluno A1</b> – Com sua mão explica corretamente a regra do tapa ao colega.
59	<b>Professor</b> – Vai ser para cá, está comprovado aqui, não está? Você que inverteu, você que inverteu o campo, você que inverteu a corrente, e você comprovou que na inversão da corrente, há uma inversão no sentido da força.	
60	<b>Aluno A2</b> – Sim.	
61	<b>Professor</b> – Você já reparou que o ventilador ele pode girar no sentido horário, pode trabalhar na ventilação, na exaustão.	
62	<b>Aluno A1</b> – É, para cima ou para baixo.	
63	<b>Professor</b> – Então, o que você faz quando você vai no botãozinho do seu ventilador e muda da ventilação para exaustão, você está invertendo o sentido do campo no motor do ventilador, ele gira para um lado e gira para o outro, entendeu? Uma aplicação prática.	
64	<b>Aluno A1</b> – Entendi.	
65	<b>Professor</b> – O que acontece se eu colocar o imã nessa posição aqui?	<b>Professor</b> – Muda a posição do imã em forma de U, colocando os pólos nas laterais a fim de que a resultante da força magnética seja para cima, ou seja, pela disposição da espira, não haverá movimento.
66	<b>Aluno A1</b> –Você agora está fazendo o que?	
67	<b>Professor</b> –Vou liga-lo, posso ligar?	
68	<b>Aluno A1</b> –Pode.	
69	<b>Professor</b> – O que vai acontecer?	
70	<b>Aluno A1</b> – Ó, está assim.	

71	<b>Professor</b> – O campo está assim, a corrente está para lá. Se eu inverter a corrente?	
72	<b>Aluno A1</b> –Ele vai subir?	<b>Aluno A1</b> – Gesticulando com a mão direita e posicionando-a corretamente em relação as grandezas, acerta a resposta do questionamento do professor em relação ao movimento.
73	<b>Professor</b> –Tenderei a subir?	
74	<b>Aluno A1</b> –Tenderia a subir.	
75	<b>Professor</b> –Ele não vai subir porque ele está preso aqui.	
76	<b>Aluno A1</b> –É, mas ele tenderia a subir.	
77	<b>Professor</b> –Isso aqui é o movimento da espira, ponto paralelo.	
78	<b>Aluno A1</b> –É, mas o certo é ele subir.	
79	<b>Professor</b> –Então o Vitor está certo, não vai ficar parado.	
80	<b>Aluno A1</b> –Vai ficar parado?	
81	<b>Professor</b> – Na verdade, o campo está jogando a espira para cima ou para baixo, nesse sentido, só que ela não tem liberdade aqui para subir ou descer, ela só tem liberdade para trabalhar no plano paralelo, no caso, está certo então? Então, repete aí Marcele? Quais são as variáveis que interfere no sentido da força?	
82	<b>Aluno A1</b> – No sentido da corrente e o sentido do campo.	
83	<b>Professor</b> –Isso. E o que interferiria no modo dessa força? Como é que eu geraria uma força maior ou menor, o que você acha que eu posso mexer?	
84	<b>Aluno A1</b> – A intensidade da corrente.	
85	<b>Professor</b> – Concordam?	Os alunos sorriem.

Tabela de Transcrição da Aula 3 Turma B

T	VERBAL	AÇÃO/GESTOS
1	<b>Professor</b> – Está ligado. Significa que ele foi submetido a quê?	
2	<b>Aluno B1</b> – Magnético.	
3	<b>Professor</b> – Campo magnético?	
4	<b>Aluno B2</b> – Corrente elétrica.	
5	<b>Professor</b> – Ele está sendo percorrido por uma corrente elétrica, mas o que provoca esse movimento, esse empurrão no condutor, a ação de quê?	

6	<b>Aluno B2</b> – Magnetismo.	
7	<b>Professor</b> – Quem que lá em mecânica lá, que aqui se você tem o objeto em repouso e agora inclinando-se um pouco significa que ele foi submetido a o que?	
8	<b>Aluno B1</b> – Campo magnético.	
9	<b>Professor</b> – Campo magnético?	
10	<b>Aluno B2</b> – Corrente elétrica.	
11	<b>Professor</b> – Ele está sendo percorrido por uma corrente elétrica, mas o que provoca esse movimento, esse empurrão no condutor, a ação de quê?	<b>Professor</b> – Demonstra o experimento, ligando e desligando o circuito.
12	<b>Aluno B2</b> – Magnetismo.	
13	<b>Professor</b> – O que lá em mecânica, que aqui se você tem o objeto em repouso o que consegue lá colocar o objeto em movimento?	
14	<b>Aluno B2</b> – Velocidade.	
15	<b>Professor</b> – Oi?	
16	<b>Aluno B2</b> – A força.	
17	<b>Professor</b> – A força, então o condutor sai lá da sua posição vertical porque quando então ele percorreu uma corrente elétrica e ele está no interior de um campo magnético, está imerso numa região onde tem um campo magnético quando ele é percorrido por corrente elétrica ele sofre ação de uma força, uma força reativa.	
18	<b>Aluno B3</b> – Professor, se inverter as correntes?	
19	<b>Professor</b> – Experimenta, realizando o experimento. Tem que afastar um pouquinho o imã.	<b>Aluno B3</b> – Inverte, com o circuito desligado, os cabos de ligação.
20	<b>Aluno B1</b> – A mesma coisa.	<b>Aluno B3</b> – Liga o circuito
21	<b>Professor</b> – Foi a mesma coisa?	
22	<b>Aluno B3</b> – Porque a mesma coisa a bússola, como a gente inverteu a corrente o lado também inverteu, foi para aquele lado direito, e aqui também, como a gente inverteu estava se mexendo para a esquerda a gente inverteu está se mexendo para a direita.	
23	<b>Aluno B3</b> – Mas vê que ele vai parando, é só quando iniciar.	
24	<b>Professor</b> – Ele vai oscilando, não, ele oscila até que ele entre em repouso, mas ele está fora da posição vertical, se desligar lá a posição vertical dele é aquela ali, aquela posição que ele se encontrava não é a posição de equilíbrio dele, e depende, como você acabou de observar, do quem, do sentido da corrente elétrica.	
25	<b>Aluno B3</b> – O polo do imã também influencia aqui?	<b>Aluno B3</b> – Aponta para o Imã.



26	<b>Professor</b> – Sim, porque depende ali, a força vai depender tanto do sentido do campo magnético externo, que é o do imã, quanto o sentido da corrente elétrica, para você determinar o sentido da força, então você tem, por exemplo, aquela tal regra, a regra da mão direita só que uma regra da mão direita um pouco modificada para você determinar o sentido da força, então vamos imaginar que a corrente elétrica esteja nesse sentido, então o polegar continua indicando o sentido da corrente elétrica, a ponta dos seus dedos seria o sentido do campo magnético, para cima, então vamos imaginar que o campo magnético esteja para cima, aí você dá um empurrão, ou seja, esse aqui é o sentido da força, agora se você, por exemplo, como você inverteu o sentido da corrente elétrica, a corrente elétrica agora é para lá, o campo magnético você não mexeu, continua para cima, o empurrão agora é para cá.	<b>Professor</b> – Gesticulando, demonstra aplicação da regra do tapa utilizando a mão direita.
27	<b>Aluno B3</b> – Direita.	
28	<b>Professor</b> – Agora, você pode também modificar o sentido da força sem modificar o sentido da corrente elétrica, porque você pode modificar o sentido do campo, se a corrente elétrica, olha, a corrente elétrica estava para lá, sentido do campo para cima, o empurrão para cá, agora, se o campo estiver para baixo a corrente elétrica continua no mesmo sentido, o empurrão agora é para lá, então você modifica o sentido da força também modificando tanto o sentido da corrente elétrica quanto o sentido do campo magnético, inverte aí a polaridade dele.	<b>Professor</b> – Continua gesticulando com a mão direita, demonstrando a possibilidade de variação dos sentidos da força, corrente e campo.
29	<b>Aluno B1</b> – Apareceu na câmera. Cuidado na formatura para não fazer essas graças.	
30	<b>Professor</b> – Inverteu o sentido da força? Não, você não inverteu lá o sentido da força.	
31	<b>Aluno B1</b> – Isso, para baixo.	
32	<b>Professor</b> – Não, deita.	
33	<b>Aluno B3</b> – Ou ele entra em cima.	
34	<b>Aluno B1</b> – Em cima de onde?	<b>Aluno B1</b> – Inverte corretamente.
35	<b>Professor</b> – Um do outro, porque você inverteu o quê? O campo, exatamente.	
36	<b>Aluno B3</b> – E seu fizer assim professor?	
37	<b>Aluno B1</b> – Olha que legal.	
38	<b>Aluno B3</b> – Eu gosto de ver, bota mais para a esquerda, mas não vai acontecer nada.	
39	<b>Aluno B4</b> – Tu não deixaste acontecer.	
40	<b>Aluno B4</b> – Vou puxar para a direita até... Professor, isso aqui gera o campo magnético certo?	<b>Professor</b> – Coloca o imã em forma de U na posição vertical, paralelo a espira móvel, para que a resultante

		da força seja para cima, ou seja, não haja movimento devido a construção da espira.
41	<b>Professor</b> – Por que não está acontecendo nada? Utiliza aí a regra, ele está na posição vertical, ele sugeriu uma montagem diferente, ele continua na posição vertical, porque ele, aí, de novo, está circulando, está ligado, não está? Está circulando a corrente elétrica, o imã está ali gerando campo magnético, o fio está no interior do campo magnético anteriormente com as outras montagens aquela espira ali ela é deslocada para um lado ou para outro, e agora não foi deslocado, tem corrente e tem campo.	
42	<b>Aluno B3</b> – O campo magnético do.... Como que é o nome disso aqui?	
43	<b>Professor</b> – Dos imãs?	
44	<b>Aluno B3</b> – Dos imãs não, da espira.	<b>Aluno B3</b> – Aponta para a espira.
45	<b>Professor</b> – Ah, da espira.	
46	<b>Aluno B3</b> – É para cima, certo, o campo magnético é para cima, dos imãs ao redor dos imãs...	
47	<b>Professor</b> – Aplica a regra do tapa aí.	
48	<b>Aluno B3</b> – Como que é a regra do tapa?	
49	<b>Professor</b> – Orientação, imagina que a corrente elétrica está circulando nesse sentido, do seu polegar... Assim...	<b>Professor</b> – Apontando para o experimento.
50	<b>Aluno B3</b> – A força é para cá.	
51	<b>Professor</b> – Calma, olha lá o campo magnético, o campo magnético agora está assim, ele não está mais na vertical, repara, quando o imã estava deitado, quando o imã estava colocado na horizontal o campo magnético era vertical, agora não, o campo magnético é horizontal, então olha lá, carrega, polegar, corrente, campo magnético para baixo, então você simplesmente está o que, está empurrando para baixo, vai tirar da vertical você simplesmente empurrando para baixo? Não vai, então por isso que aqui você não observa ele ser deslocado para um lado ou para outro.	<b>Professor</b> – Demonstra a regra do tapa orientando os dedos e palma da mão pela disposição do experimento.
52	<b>Aluno B3</b> – Entendi.	
53	<b>Professor</b> – A espira está livre para girar paralelo ao plano, está livre para girar ou se movimentar perpendicular ao plano.	
54	<b>Aluno B3</b> – Entendi.	
55	<b>Professor</b> – Inverte o imã agora nessa posição para ver o que acontece. Mesma coisa, como se estivesse para baixo, agora está para cima, ou seja, ela está empurrando a espira para cima, só que ela não está livre para girar nesse plano, somente nesse aqui, então permanece na vertical.	Os alunos observam

56	<b>Aluno B3</b> – Entendi.	
57	<b>Professor</b> – Então o sentido da força depende de quê?	
58	<b>Aluno B3</b> – O sentido da força?	
59	<b>Professor</b> – É.	
60	<b>Aluno B3</b> – Depende da direção da corrente.	
61	<b>Professor</b> – Depende do sentido da corrente somente?	
62	<b>Aluno B3</b> – Não, do campo magnético também.	
63	<b>Professor</b> – Sentido do campo magnético, perfeito, assim como lá nas linhas a intensidade dessa força depende da intensidade da corrente, da intensidade do campo, está certo? Alguma pergunta? Vocês acham que isso melhora a aprendizagem de vocês?	Vários dizem sim.
64	<b>Aluno B2</b> – É verdade, para aprender é mais fácil.	
65	<b>Professor</b> – Se você tivesse estudado eletromagnetismo e magnetismo já desenvolvendo esses experimentos paralelo a aprendizagem teria sido melhor?	Vários alunos concordam que sim.
66	<b>Aluno B2</b> – Bastante.	
67	<b>Professor</b> – Teria ficado aprovado em vez de ficar reprovado?	Sorrisos
68	<b>Aluno B2</b> – Poxa, teria, isso seria um seis pelo menos.	
69	<b>Professor</b> – Isso que eu estou tentando provar para vocês, depois no final vocês vão responder outro questionário para ver se a aprendizagem de vocês ficou mais significativa, se vocês adquiriram esses conceitos, que aqui é com a mão, olhando, mexendo, e tal te dá uma oportunidade de tirar dúvidas e melhorar sua aprendizagem. Obrigado aí pela participação de vocês, quarta-feira que vem o último encontro tá.	

Tabela de Transcrição da Aula 4 Turma A

T	VERBAL	AÇÃO/GESTOS
1	<b>Professor</b> – Bom, até agora nós conduzimos vocês na experiência, isso aí experiência de Fleming, Fleming ele descobriu, ele descobriu aparelhinho aqui da bússola, da variação aqui da definição do conteúdo da bússola em função do campo, O Ampère descobriu esse espectro, a regra da mão direita, sentido do campo, Fleming descobriu a força que age aqui no condutor, quando está imerso aqui no campo magnético, então circula corrente por eles. Aí tem mais dois experimentos que foram importantes para ciência que foi o experimento de Faraday, e de Lenz. Vira o experimento para ficar de frente para você. Bom, galvanômetro, que é esse instrumento que está aqui, certo, usando uma bobina, os dois condutores estão livres aí para você	<b>Professor</b> – Apresenta o material dando liberdade para que os alunos manipulem estes materiais a fim de que construam o experimento sozinhos, a partir das orientações do professor.

	trabalhar, pode segurar. Marcele uma bobina, um galvanômetro, dois plugs banana e um imã...	
2	<b>Aluno A1</b> – Está bem perigoso isso aí	
3	<b>Professor</b> – Como é que você vai produzir uma força?	
4	<b>Aluno A1</b> – Na tensão.	
5	<b>Professor</b> – Ou uma corrente induzida, o imã, galvanômetro, e o campo magnético criado pelo imã.	
6	<b>Aluno A1</b> – Para o galvanômetro registrar se está acontecendo alguma coisa aqui próximo aqui da bobina, certo?	<b>Aluno A1</b> – Aproxima o imã da bobina e explica, externando pelos movimentos seus conceitos sobre o tema.
7	<b>Professor</b> – Vamos ver se é certo.	
8	<b>Aluno A1</b> – E aí tem que conectar isso aqui a isso aqui, para conseguir medir, eu não vou tentar nada, porque vai ter força aqui envolvida.	<b>Aluno A1</b> – Demonstra medo, porém está bem próxima da resposta.
9	<b>Professor</b> – Eu te dou a minha palavra que você não leva choque aí nem querendo.	
10	<b>Aluno A1</b> – Nenhum?	
11	<b>Professor</b> – A tensão que você vai produzir aí é menor do que uma pilhazinha daquela de um meio volts, você bota a mão na pilhazinha você leva choque?	
12	<b>Aluno A1</b> – Não sei, eu nunca tentei não, não sei. Aqui e coloca aonde?	
13	<b>Professor</b> – Vai lá.	
14	<b>Aluno A1</b> – Aqui?	<b>Aluno A1</b> – Pluga os condutores na bobina e no galvanômetro fechando o circuito.
15	<b>Professor</b> – Vamos ver se você entendeu o que é circuito elétrico lá da física,	
16	<b>Aluno A1</b> – Está vendo, vocês estão vendo que está acontecendo uma força ali.	<b>Aluno A1</b> – Pega vários imãs e mexe com eles próximo a bobina, provocando uma pequena deflexão no ponteiro do galvanômetro. Até o momento não introduz o imã no interior da bobina.
17	<b>Professor</b> – Tá?	
18	<b>Aluno A1</b> – Ele mexeu um pouquinho, bem pouquinho, não está funcionando não.	
19	<b>Professor</b> – Você não falou que ele mexeu um pouquinho?	
20	<b>Aluno A5</b> – Bem pouquinho.	

21	<b>Professor</b> –Está faltando jeitinho.	
22	<b>Aluno A1</b> –Agora está indo.	<b>Aluno A1</b> – Movimenta o imã no interior da bobina, provocando uma deflexão visível no ponteiro do galvanômetro.
23	<b>Professor</b> – Você já notou que tem uma deflexão do ponteiro, não notou?	
24	<b>Aluno A1</b> –Teve uma deflexão do ponteiro.	
25	<b>Professor</b> – Ele se deflexiona, ele se movimenta quando você está fazendo o que?	
26	<b>Aluno A1</b> – Movimentando.	
27	<b>Professor</b> –Você já fez a primeira descoberta, para você ter tensão reduzida tem que ter?	
28	<b>Aluno A1/A5</b> – Movimento.	
29	<b>Professor</b> – Movimento do campo em relação a espira, da espira em relação ao campo, certo? Só está faltando você ir lá no ponto g da questão, aí. E aí melhorou algum movimento aí?	
30	<b>Aluno A1</b> –Não.	
31	<b>Professor</b> –Não.	
32	<b>Aluno A1</b> –Aqui ó, está mexendo, está mexendo mais.	<b>Aluno A1</b> – Continua a mover o imã dentro da bobina, alternando os movimentos de vai e vem.
33	<b>Professor</b> – Então você produziu uma tensão induzida. Qual é a função Marcele?	<b>Professor</b> – O professor também realiza os movimentos.
34	<b>Aluno A1</b> – A gente entendeu gente, entendemos.	Sorrisos
35	<b>Professor</b> –Você realizou o experimento de Faraday, você reparou aí que uma hora a corrente está no sentido, daqui a pouco ela está em outro sentido, a corrente gerada ela está num sentido, hora em outra, hora outro em sentido, o ponteiro estava ali.	<b>Professor</b> – Tenta conduzi-los a determinação da Lei de Lenz.
36	<b>Aluno A1</b> – É, conforme esse sentido que eu estou produzindo o movimento.	
37	<b>Professor</b> – Então o sentido da corrente está relacionado a....?	
38	<b>Aluno A1</b> – Ao sentido... O sentido da corrente, a corrente que eu estou induzindo, está relacionado ao sentido da força.	
39	<b>Professor</b> – Da força?	
40	<b>Aluno A1</b> – Não.	
41	<b>Professor</b> – Sentido do...?	
42	<b>Aluno A1</b> – Força.	

43	<b>Professor</b> – Quase, quase.	
44	<b>Aluno A1</b> – Não sei.	
45	<b>Professor</b> – Primeira resposta que você me deu lá trás, eu falei Clara o que você notou aí, tal, se você está produzindo...	<b>Aluna A1</b> – Acerta falando do sentido do movimento.
46	<b>Aluno A1</b> – Sentido movimento.	
47	<b>Professor</b> – Sentido do movimento. Então, vai lá, quando você aproxima imã num sentido, quando você afasta o imã outro sentido...	
48	<b>Aluno (a)</b> – Então quando aproxima ou...?	
49	<b>Professor</b> – Ou afasta. Quando você aproxima a corrente tem um sentido, quando você afasta a corrente tem outro sentido, quem descobriu isso foi outro cientista, o Lenz, Lenz determinou o sentido.	
50	<b>Aluno A2</b> – O Faraday descobriu o que mesmo?	
51	<b>Professor</b> – O Faraday descobriu a tensão induzida, a força eletromotriz induzida, ele descobriu que movimentando o campo magnético no interior da bobina se produz uma tensão induzida. Já o Lenz, determinou o sentido dessa corrente induzida, ele descobriu que quando ele aproximava o imã a corrente tinha um sentido, quando ele afastava o imã a corrente tinha outro sentido, porque essa bobina aí ela tenta expulsar o imã, daí você vai aproximando do Polo Norte, vamos supor que isso aqui é um Polo Norte, quando você vai aproximando do Polo Norte ela cria uma corrente que vai criar um Polo Norte do lado da bobina, e vai tentar empurrar o Polo Norte que você está aproximando para fora.	
52	<b>Aluno A2</b> – Eles são iguais, eles se repetem?	<b>Aluno A2</b> – Repete o movimento do imã no interior da bobina.
53	<b>Professor</b> – Se repetem, então ela vai criar um Polo Norte aqui, quando você está afastando, ela está tentando trazer ele de volta, aí ela cria o que aqui, o polo cria um polo? Sul, então quando você está se aproximando ela tenta te jogar para fora, certo, aqui é o norte, vou expulsar o norte, quando você vai tirando ela já encostou, ela já encostou, ela tenta trazer o Polo Norte de volta cria um Polo Sul, então vai criar um Polo Sul aqui, aí a corrente já tem outro sentido, quando você está aproximando no sentido da corrente, então você está afastando a corrente, investe o sentido. Todo mundo já viu?	<b>Aluno A2</b> – Tenta repetir a explicação, movimentando o imã no interior da bobina e observando o galvanômetro.
54	<b>Aluno A1</b> – Não apareceu mais, ó.	Mau contato nos plugs
55	<b>Aluno A1</b> – Não, você mexeu aí, foi, agora foi, vai para um lado, vai para o outro. Olha lá, vai para um lado e vai para o outro.	<b>Professor</b> – Corrige o problema ocasionado pelo mau contato nos plugs e o experimento volta a funcionar.

56	<b>Professor</b> – Então, o sentido da corrente induzida depende do sentido do...? O sentido da corrente induzida depende do sentido do...?	
57	<b>Aluno A1</b> – Movimento.	
58	<b>Professor</b> – Está certo. O que você tem na usina hidrelétrica, você tem a água passando na turbina do gerador fazendo ele girar, produzindo giro, que é o movimento, induzindo uma tensão na bobina, qualquer gerador de energia trabalha com esse princípio, seja ele uma usina hidrelétrica, termoelétrica, uma usina nuclear a tal você... uma outra força qualquer produz um movimento para que esse movimento produza uma força eletromotriz induzida. Então essa foi a nossa quarta experiência, então vamos repetir aquele questionário agora para você responder de novo.	
59	<b>Aluno A1</b> – Agora eu sei tudo.	
60	<b>Professor</b> – Sabe tudo?	
61	<b>Aluno A1</b> – Agora eu sei.	
62	<b>Professor</b> – Legal.	

Tabela de Transcrição da Aula 4 Turma B

T	VERBAL	AÇÃO/GESTOS
1	<b>Professor</b> – Bom, vamos lá, temos aí a bússola, que é um instrumento de orientação que se orienta como? Vamos lá, vocês já viram isso aí.	
2	<b>Aluno B1</b> – Pelos polos.	
3	<b>Professor</b> – Pelos polos...?	
4	<b>Aluno B1/B2</b> – Magnéticos.	
5	<b>Professor</b> – Magnéticos. Campo magnético, e a influência de qualquer outro campo magnético também vai interferir na orientação da bússola, tá, nós temos um circuito elétrico está desligado.	
6	<b>Aluno B3</b> – Agora ele está desligado.	
7	<b>Professor</b> – Ah, agora sim. Está desligado. O campo aí está mais intenso, né? Você muda de posição, outra orientação. Então o campo magnético aqui está distribuído em todo espaço, são linhas, que aqui já foi distribuído um pouquinho de limalha de ferro aqui, a gente pode colocar um pouco mais para ver como e que esse campo fica distribuído no espaço, repara que a limalha ela não fica formando, ela não se junta de qualquer forma, ela forma linhas, essas linhas são as linhas de campo, que são concêntricas ao redor da espira, e tem uma orientação. A corrente elétrica que está criando um campo magnético, agora será que o inverso não é possível, exatamente, será que não é possível?	O experimento apresenta um mau contato que é imediatamente retirado pelo pesquisador. <b>Professor</b> – Aproxima a bússola da bobina energizada lembrando a disposição do campo magnético ao redor do condutor. Gira a bússola ao

		redor da bobina e joga limalha de ferro, mostrando o espectro magnético formado.
8	<b>Aluno B1</b> – Não sei, é?	
9	<b>Aluno B3</b> – Eu acho que é, ou é ou não é, eu acho que é.	
10	<b>Professor</b> – Você acha que pode ou não? Corrente gera campo, será que campo gera corrente? Simplesmente uma espira aqui quadrada, retangular, e eu coloco ela no interior de um campo e eu tenho atração e repulsão.	<b>Professor</b> – Demonstra o movimento da espira móvel na presença de um campo magnético, enquanto circula uma corrente elétrica pela espira móvel.
11	<b>Professor</b> – Ela já não serve mais para orientar ninguém, coitadinho.	<b>Professor</b> – A bússola já está com problemas devido à proximidade com o imã de neodímio.
12	<b>Professor</b> – Ela está totalmente ao contrário, o Polo Norte está para lá, ela está indicando o Polo Norte para cá, semana passada ela indicava o norte para lá, lembra?	
13	<b>Professor</b> – Tem como Carlos a gente fazer o fluxo na bobina aí...?	
14	<b>Professor</b> – Então, mas deixa por conta deles.	
15	<b>Professor</b> – Sim, não, não, claro, claro.	
16	<b>Professor</b> – Vocês falaram e viram que a corrente gera campo, será que o campo gera corrente? As meninas são mais corajosas. Eu vou virar o experimento de frente para vocês, ó, de frente para vocês, está aqui o galvanômetro, uma bobina, os fios para vocês realizarem as conexões aí no circuito. Um imã para você ter um campo magnético, exato, tem um condutor, tem um instrumento que vai...	<b>Professor</b> – Apresenta os equipamentos necessários a realização do experimento aos alunos a fim de leva-los à construção do experimento. Os alunos manipulam os componentes e começam e efetuar as ligações da bobina com o galvanômetro.
17	<b>Aluno B1</b> – Vai medir.	
18	<b>Professor</b> – Exato.	
19	<b>Aluno B3</b> – A existência.	
20	<b>Aluno B2</b> – Eu acho que é aqui.	
21	<b>Professor</b> – E aí você tem que ter a fonte do campo magnético, qual é a fonte?	
22	<b>Aluno B2</b> – É o imã.	
23	<b>Professor</b> – Muito bem, maravilha, muito bem. Então, você já tem a fonte do campo magnético, tem ela aqui, a bobina, e aí? E aí você vai falar. Está mexendo o ponteiro?	<b>Professor</b> – Ajusta o experimento que foi montado pelos alunos.



24	<b>Aluno B1</b> – Está bem pouco.	<b>Alunos B1 e B3</b> – Movem os ímãs nas proximidades da bobina, porém, sem introduzir os ímãs no interior da bobina.
25	<b>Aluno B3</b> – Tainara calma aí, também. Está mexendo sim, positivo.	
26	<b>Professor</b> – E aí conseguiram ou não? Alteração aqui? E se você deixar em repouso, paradinho aqui?	
27	<b>Aluno B1</b> – Parado, vai ficar parado.	<b>Aluno B1</b> – Movimenta o ímã no interior da bobina.
28	<b>Professor</b> – Aí não tem presença de corrente. Mas aí quando você varia a posição do ímã, tem corrente ou não tem?	Todos observam
29	<b>Aluno B3</b> – Tem corrente.	<b>Aluno B1</b> – Observa a geração a corrente em função do movimento do ímã no interior da bobina.
30	<b>Aluno B3</b> – Varia sim.	
31	<b>Professor</b> – Varia sim. Se deixa só em repouso?	
32	<b>Aluno B3</b> – Não.	
33	<b>Professor</b> – Não tem. Conclusão.	
34	<b>Aluno B3</b> – Só vai criar o campo se tiver variação.	
35	<b>Professor</b> – Variação. Campo magnético...	
36	<b>Aluno B2</b> – E o campo magnético consegue criar?	
37	<b>Professor</b> – Consegue?	
38	<b>Professor</b> – Somente com?	
39	<b>Aluno B4</b> – Variação.	
40	<b>Professor</b> – Variação, e que a gente chama de variação do fluxo magnético, que é o que? São as linhas de campo que estão atravessando aqui, se você mantiver a fonte em repouso não tem variação do fluxo, a quantidade de linhas que entram e sai são as mesmas, então o resultado é zero, agora quando você varia o fluxo, aí você tem a presença do que, a variação da corrente elétrica. É importante isso? Não.	Todos observam
41	<b>Aluno B3</b> – Depende, né.	Sorrisos
42	<b>Professor</b> – Vai me interessar um funcionamento de uma usina hidrelétrica, o abastecimento de energia elétrica...	
43	<b>Aluno B1</b> – Ela trabalha na Eletronuclear.	
44	<b>Professor</b> – A Eletronuclear, e é o que? E isso aqui. Uma proporção gigantesca você faz isso aí, o que a turbina faz lá...	
45	<b>Aluno B2</b> – Nós fomos lá em Angra nas usinas.	

46	<b>Professor</b> – Variando justamente isso aqui que vocês criaram, que você está fazendo com a mão, a turbina da usina nuclear, usina termoelétrica, usina termoelétrica está fazendo movimento para gerar energia. Agora vocês repararam que hora o ponteiro deflexiona para um lado, hora deflexiona para o outro? Ou seja, hora a corrente induzida para um sentido, hora está em outro, o que possibilitou essa variação aí, o sentido da corrente? Repete a experiência.	Todos observam
47	<b>Aluno B3</b> – E aí gente o que deu aí?	
48	<b>Aluno B2</b> – Quando ela tira dá positivo, quando ela bota vai para o negativo.	Sorrisos
49	<b>Professor</b> – Como que é?	
50	<b>Aluno B1</b> – Quando ela coloca vai para o negativo, quando ela tira vai para o positivo.	
51	<b>Professor</b> – Então, o sentido da corrente depende aí do sentido do...?	Vários alunos tentam até o acerto da manipulação do imã no interior da bobina, produzindo uma fem.
52	<b>Aluno B3/B4</b> – Campo magnético.	
53	<b>Professor</b> – Faraday descobriu a força da corrente induzida, o Lenz descobriu o sentido dela. Então quando você aproxima o imã da bobina a corrente tem um sentido, quando você afasta tem outro. Aplica a regra da mão direita aí para você saber, a regra da mão direita.	
54	<b>Aluno B1</b> – Como e que é.	
55	<b>Aluno B2</b> – Eu não lembro não.	
56	<b>Aluno B2</b> – É aquela que faz com o dedo.	
57	<b>Professor</b> – Sentido da corrente, por exemplo, sentido da corrente a bobina está criando o Polo Norte, como está o meu dedão, quando você vem aproximando o Polo Norte, por exemplo, a bobina tenta afastar esse Polo Norte, então é o polo?	<b>Professor</b> – Gesticula com as mãos demonstrando a regra da mão direita.
58	<b>Aluno B1</b> – Sul, não, norte.	
59	<b>Professor</b> – Só vai se aproximar do Polo Norte a bobina, sempre tenta se opor a causa que está gerando a corrente, então ela cria um polo norte para cá, então a corrente tem esse sentido, quando você vai tirando, ela não quer que você tire ela, o imã está ali, ela cria um Polo Sul, manter a condição original, manter o Polo Norte ali, então a corrente inverte nesse sentido criando o Polo Sul. Então quando você aproxima, por exemplo, o norte para cá, sul para cá, quando você afasta norte para cá e sul para lá, por isso a inversão do sentido da corrente. O ventilador que você liga em casa, o motor do ar condicionado, da geladeira, da máquina de lavar, já pensou você lavando roupa no tanque até hoje?	
60	<b>Aluno B1</b> – Jesus.	
61	<b>Professor</b> – Tanque de cimento.	

62	<b>Professor</b> – Um abanador, aquele cara que fica com abanador para poder dar um fresquinho lá para senhora e tal, agora você tem ventilador, geladeira, máquina de lavar, por causa de um princípio que Faraday descobriu lá em 1800, mil oitocentos e poucos.	
63	<b>Professor</b> – Aqueles que vocês sempre falam que não tinha nada para fazer, estão metendo na cabeça de vocês, pô, esse cara não tinha nada para fazer, só fica criando leis, leis.	
64	<b>Professor</b> – E porque ele não tinha Whatzapp e nem Facebook, senão ele não descobriria isso. Vocês não estão com tempo nem de aprender o que já foi descoberto, né? Porque o adulto critica o adolescente, mas já está viciado também no Facebook, Whatzapp. Carlos não está viciado não, eu quase não vejo você mexendo com isso.	
65	<b>Professor</b> – Não, não pego essas coisas.	Sorrisos
66	<b>Professor</b> – Então, faz um retrospecto aí, quais foram os conceitos do eletromagnetismo que vocês conseguiram comprovar com essas experiências aí?	
67	<b>Aluno B4</b> – Campo magnético	
68	<b>Professor</b> – Eletromagnetismo, conseguiu comprovar que ao redor da corrente você tem um...?	
69	<b>Aluno B1</b> – Campo magnético.	
70	<b>Professor</b> – Campo magnético. Que esse campo magnético ele perpendicular ou condutor.	
71	<b>Aluno B1</b> – Em linhas.	
72	<b>Professor</b> – Em linhas.	<b>Professor</b> – Gesticula com as mãos ao redor do condutor.
73	<b>Aluno B2</b> – Consensuais. Concêntrica.	Sorrisos
74	<b>Professor</b> – Circulares e concêntricas, e aqui da força, vocês podem falar o que? Quando você tem um condutor e está circulando por esse condutor a corrente.	
75	<b>Aluno B1</b> – E se virar ele vai virar um ímã.	<b>Aluno B1</b> – Aponta para o ímã.
76	<b>Professor</b> – A força?	
77	<b>Aluno B3</b> – Se inverter, vai inverter.	
78	<b>Professor</b> – No sentido do campo na verdade, no sentido do campo, eu inverte o sentido da...?	
79	<b>Aluno B3/B4</b> – Corrente.	
80	<b>Aluno B1</b> – Ele só virou, aí dentro mesmo.	
81	<b>Professor</b> – Não, mas é agora?	
82	<b>Aluno B3</b> – Agora está mexendo.	
83	<b>Professor</b> – Eu vou desligar, não está nem repelindo, ou seja, nem afastando e nem se aproximando, por quê?	

84	<b>Aluno B1</b> – Porque não tem campo.	
85	<b>Professor</b> – Porque não tem campo, o imã.	
86	<b>Aluno B1</b> – Não, campo tem, não tem eletricidade.	
87	<b>Professor</b> – Ah, não tem então...?	
88	<b>Aluno B1</b> – Eletricidade, corrente elétrica.	
89	<b>Professor</b> – Corrente elétrica.	
90	<b>Aluno B2</b> – Isso está um jogo de adivinhação.	
91	<b>Professor</b> – Então ali na força tem o que, você precisa do que do campo?	
92	<b>Aluno B1</b> – Corrente elétrica.	
93	<b>Professor</b> – Você precisa da corrente elétrica, e você também percebeu uma outra coisa quando você virou o imã, que é o que, a orientação do campo, quando você vira o imã, você muda a orientação do campo, e se eu invertesse o sentido da corrente? A força?	
94	<b>Aluno B1</b> – É, o movimento.	
95	<b>Professor</b> – Então o sentido do movimento depende do sentido do campo, como Alessandra falou, também depende do sentido da...?	
96	<b>Aluno B3</b> – Corrente elétrica.	
97	<b>Professor</b> – Tem uma regra aí que a gente ensinou numa outra aula do tapa, lembra do tapa?	
98	<b>Aluno B1</b> – Dá o que?	
99	<b>Professor</b> – Do tapa, lembra da mão direita, três dedos indica o sentido da força, no sentido do tato também vê o sentido a força, que essa força, no âmbito dessa força vai ser igual maior quando o maior for a.... tranquilo? Vocês acham que isso aí ajuda a vocês a resolverem aqueles conceitos de física que foram dados lá no primeiro semestre de eletro? Então agora eu vou repetir aquele questionário para vocês e ver se esse experimento melhorou a habilidade de vocês em relação a esses conceitos físicos. Vocês estão reparando que ninguém aqui está falando de fórmula, de matemática, expressões e tal, a ideia aqui é que você entenda o conceito.	Vários alunos observam atentamente a fala do professor
100	<b>Aluno B1</b> – Tu preferes fazer conta, então vai fazer conta, mulher. Professor passa aqui...	Empolgados com a possibilidade de realização de experimentos, os alunos fazem alusão às aulas tradicionais.