



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE**  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
POLO 10 IFRN – CAMPUS NATAL CENTRAL

**PROPOSTA DE UNIDADE DIDÁTICA PARA O ENSINO DE INDUÇÃO  
ELETROMAGNÉTICA COM ÊNFASE NO FUNCIONAMENTO DE GERADORES  
ELÉTRICOS**

**NAOMI SUASSUNA DOS SANTOS**

Natal, RN  
Dezembro de 2017

NAOMI SUASSUNA DOS SANTOS

**PROPOSTA DE UNIDADE DIDÁTICA PARA O ENSINO DE INDUÇÃO  
ELETROMAGNÉTICA COM ÊNFASE NO FUNCIONAMENTO DE GERADORES  
ELÉTRICOS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Natal Central, como requisito para o título de mestre em Ensino de Física.

**Orientador:** Prof. Dr. Edemerson Solano Batista  
de Moraes

Natal, RN

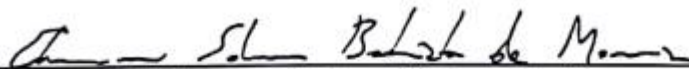
Dezembro de 2017

NAOMI SUASSUNA DOS SANTOS

**PROPOSTA DE UNIDADE DIDÁTICA PARA O ENSINO DE INDUÇÃO  
ELETROMAGNÉTICA COM ÊNFASE NO FUNCIONAMENTO DE GERADORES  
ELÉTRICOS**

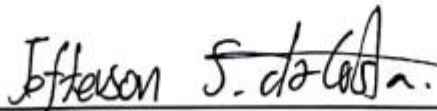
Dissertação de mestrado apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Natal Central, como requisito para o título de mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:



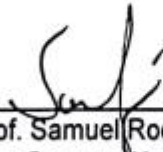
---

Prof. Edemerson Solano Batista de Moraes  
Campus Natal Central, IFRN  
Presidente



---

Prof. Jefferson Soares da Costa  
ECT, UFRN  
Examinador Externo



---

Prof. Samuel Rodrigues Gomes Junior  
Campus Natal Central, IFRN  
Examinador Interno

## FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Naomi Suassuna dos.

S237p Proposta de unidade didática para o ensino de indução eletromagnética com ênfase no funcionamento de geradores elétricos / Naomi Suassuna dos Santos. – 2017.

90 f : il. color.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

Orientador(a): Prof. Dr. Edemerson Solano Batista de Moraes.

1. Indução eletromagnética. 2. Delizoicov – Abordagem. 3. Fluxo magnético. I. Moraes, Edemerson Solano Batista de. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. III. Título.

CDU 537.8

Catálogo na Publicação elaborada pela Seção de Processamento Técnico da Biblioteca Setorial Walfredo Brasil (BSWB) do IFRN.

*Dedico este trabalho ao meu pai, Noel José dos Santos (in memoriam), e à minha mãe, Maria Magdália Suassuna dos Santos, principais responsáveis pela minha formação e crescimento moral e intelectual.*

## AGRADECIMENTOS

A todos os familiares que me proporcionaram apoio moral, intelectual e financeiro, principalmente minhas tias Vécia Suassuna e Selma Suassuna, meus sinceros e eternos agradecimentos.

À minha namorada, que sempre compreendeu minhas ausências, apoiou minhas decisões e me motivou para a conclusão deste mestrado e para o meu crescimento pessoal.

A todos os professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte que compõem o corpo docente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física e que contribuíram para minha aprendizagem e formação acadêmica e profissional.

Agradeço a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria da Glória Fernandes do Nascimento Albino e o Prof. Dr. Edemerson Solano Batista de Moraes por suas disponibilidades no auxílio e suporte dessa dissertação que me proporcionaram motivação e conhecimento para tornar esse trabalho possível.

Agradeço ao professor e técnico do laboratório de Física do Campus Natal Central, Jailson, pelo auxílio e dicas nas montagens de experimentos que compuseram este trabalho.

Aos meus colegas da turma de 2015 do mestrado profissional, que também contribuíram durante nossos encontros para minha evolução profissional e intelectual.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo incentivo financeiro (durante os dois anos de mestrado) destinado aos Estudantes de Pós Graduação *Stricto Senso*.

A todos os meus alunos, que contribuíram para o meu crescimento profissional durante a pesquisa e durante toda a minha jornada como professor de Física.

Por fim, a todos aqueles que, de alguma forma, acreditaram em mim e no meu potencial.

## RESUMO

A presente dissertação foi desenvolvida com a finalidade de elaborar uma unidade didática para inserir conceitos relacionados à indução eletromagnética a partir do funcionamento de alguns tipos de geradores elétricos. Como referencial teórico, utilizaram-se os três momentos pedagógicos do Delizoicov (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento). A aplicação do produto foi realizada com 49 alunos da segunda série do ensino médio de uma escola da rede privada de ensino. Utilizamos um percurso metodológico durante a aplicação para atender alguns objetivos específicos previamente definidos. Começamos apresentando o programa e motivando os estudantes sobre a importância e aplicabilidades do conteúdo. Em seguida, identificamos conhecimentos básicos sobre assuntos estudados anteriormente no Eletromagnetismo, com uma atividade diagnóstica e, logo após, aplicamos o primeiro momento pedagógico a partir de dois experimentos. O segundo momento pedagógico foi aplicado com a apresentação de informações sobre os geradores elétricos, tais como funcionamento, elementos constituintes e alguns exemplos, além de formular o conceito de fluxo magnético e enunciar a Lei da Indução de Faraday. Para avaliar a aprendizagem dos alunos na apresentação dos geradores e da fundamentação teórica sobre indução eletromagnética, foi realizada uma atividade denominada “avaliação de conhecimentos sobre geradores e indução eletromagnética” em que os dados obtidos foram analisados prioritariamente de forma qualitativa. O terceiro momento pedagógico foi orientar os alunos a construir geradores elétricos para aplicação e avaliação dos conhecimentos adquiridos durante as aulas. Os resultados coletados por meio do questionário de avaliação de conhecimentos demonstraram que o índice de acertos das questões foi bastante satisfatório e, no geral, ficou em torno de 74%. A partir desses resultados, das observações realizadas e dos relatos dos alunos, concluímos que o uso da unidade didática e dos três momentos pedagógicos como organizador do trabalho didático-pedagógico do professor mostrou-se bastante eficaz durante o desenrolar das atividades.

**Palavras-chave:** Indução eletromagnética. Geradores. Motores. Física Experimental

## ABSTRACT

The present dissertation was developed with the purpose of elaborating a didactic unit to insert concepts related to the electromagnetic induction from the operation of some types of electric generators. As a theoretical reference, the three pedagogical moments of Delizoicov (initial problematization, organization of knowledge and application of knowledge) were used. The application of the product was carried out with 49 students of the second high school series of a private school system. We used a methodological course during the application to meet some specific objectives previously defined. We begin by presenting the program and motivating students about the importance and applicability of content. Next, we identify the basic knowledge of the same subjects previously studied in Electromagnetism, with a diagnostic activity and soon after applying the first pedagogical moment from two experiments. The second pedagogical moment was applied with the presentation of information about electric generators such as, functioning, constituent elements and some examples, besides formulating the concept of magnetic flux and enunciating Faraday's Law of Induction. In order to evaluate the students' learning in the presentation of the generators and the theoretical basis of electromagnetic induction, an activity called "knowledge evaluation on generators and electromagnetic induction" was carried out, where the data obtained were analyzed qualitatively. The third pedagogical moment was to guide the students to build electric generators for application and evaluation of the knowledge acquired during the lessons. The results obtained through the knowledge evaluation questionnaire showed that the index of correct answers was quite satisfactory and, in general, it was around 74%. From these results, from the observations made and from the students' reports, we conclude that the use of the didactic unit and the three pedagogical moments as the organizer of the didactic-pedagogical work of the teacher proved to be quite effective during the course of the activities.

**Keywords:** Electromagnetic induction. Generators. Motors. Experimental Physics.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Amperímetro registrando uma corrente na espira quando um ímã em forma de barra está se movendo em relação a ela.....	26
Figura 2: Fluxo magnético produzido por um ímã em forma de barra atravessando uma espira circular condutora.....	27
Figura 3: Fluxo magnético uniforme atravessando uma espira circular condutora.....	28
Figura 4: Polo norte de um ímã aproximado de uma espira circular fixa produzindo na espira uma corrente induzida no sentido indicado.....	29
Figura 5: Polo norte de um ímã afastado de uma espira circular fixa produzindo na espira uma corrente induzida no sentido indicado.....	30
Figura 6: Dínamo de bicicleta e suas partes componentes vistos por dentro.....	31
Figura 7: Dínamo acoplado à roda de uma bicicleta.....	31
Figura 8: Motor elétrico de DVD e suas partes componentes vistos por dentro.....	32
Figura 9: Percurso metodológico.....	36
Figura 10: Questões problematizadoras sobre os dois experimentos apresentados no primeiro momento pedagógico.....	38
Figura 11: Dúvidas de três alunos sobre o primeiro experimento apresentado na problematização.....	39
Figura 12: Questão 1 da atividade diagnóstica.....	40
Figura 13: Questão 2 da atividade diagnóstica.....	40
Figura 14: Questão 4 da atividade diagnóstica.....	41
Figura 15: Questão 3 da atividade diagnóstica.....	41
Figura 16: Questão 5 da atividade diagnóstica.....	42
Figura 17: Questão 1 da problematização inicial.....	43
Figura 18: Respostas dadas por seis alunos sobre o primeiro experimento apresentado na problematização inicial.....	43
Figura 19: Questões 2, 3 e 4 da problematização inicial.....	44
Figura 20: Slides mostrando o dínamo acoplado em uma bicicleta.....	45
Figura 21: Slide mostrando os componentes internos de um dínamo.....	45
Figura 22: Slide mostrando os componentes internos de um motor de DVD.....	46
Figura 23: Slides utilizados para construção do conceito sobre indução eletromagnética.....	47

Figura 24: Questão 1 da atividade de avaliação de conhecimentos.....	48
Figura 25: Questão 2 da atividade de avaliação de conhecimentos.....	48
Figura 26: Questão 3 da atividade de avaliação de conhecimentos.....	49
Figura 27: Questão 4 da atividade de avaliação de conhecimentos.....	49
Figura 28: Questão 5 da atividade de avaliação de conhecimentos.....	49
Figura 29: Resposta dada por um aluno na questão 4 da atividade final.....	51
Figura 30: Dúvidas relatadas pelos alunos sobre a montagem de geradores elétricos.....	54
Figura 31: Dúvidas relatadas por dois alunos sobre a montagem de geradores elétricos que não faziam parte do assunto abordado.....	54
Figura 32: Geradores produzidos pelos alunos.....	55
Figura 33: Relatos de alunos em relação à aplicação do produto educacional.....	56
Figura 34: Relatos de um aluno em relação à dificuldade na montagem do gerador.....	59

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Média de acertos e erros nas questões da atividade diagnóstica.....	40
Gráfico 2: Média de acertos e erros nas questões da atividade de avaliação de conhecimentos.....	50

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1 OBJETIVOS.....	15
1.1.1 <b>Objetivo geral</b> .....	15
1.1.2 <b>Objetivos específicos</b> .....	15
1.2 ESTRUTURA DESTA DISSERTAÇÃO.....	15
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	21
3.1 MOMENTOS PEDAGÓGICOS.....	21
3.1.1 <b>Primeiro momento pedagógico: a problematização inicial</b> .....	21
3.1.2 <b>Segundo momento pedagógico: a organização do conhecimento</b> .....	22
3.1.3 <b>Terceiro momento pedagógico: a aplicação do conhecimento</b> .....	22
3.2 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA.....	23
3.3 INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA.....	25
3.3.1 <b>Introdução</b> .....	25
3.3.2 <b>Fluxo magnético</b> .....	27
3.3.3 <b>Lei da Indução de Faraday</b> .....	28
3.3.4 <b>Lei de Lenz</b> .....	29
3.3.5 <b>Aplicações</b> .....	30
3.3.5.1 <b>Dínamo de bicicleta</b> .....	30
3.3.5.2 <b>Motores elétricos</b> .....	32
<b>4 PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	33
4.1 A UNIDADE DIDÁTICA.....	33
<b>5 METODOLOGIA E RESULTADOS</b> .....	35
5.1 CONTEXTO .....	35
5.2 PERCURSO METODOLÓGICO.....	35
5.3 SEQUÊNCIA DE CONTEÚDOS DOS ENCONTROS E ATIVIDADES REALIZADAS.....	37
5.3.1 <b>Primeiro encontro</b> .....	37
5.3.1.1 <b>Apresentação e atividade diagnóstica</b> .....	37
5.3.1.2 <b>Aplicação do primeiro momento pedagógico</b> .....	38
5.3.1.3 <b>Análise dos resultados da atividade diagnóstica</b> .....	39
5.3.2 <b>Segundo encontro</b> .....	43

5.3.2.1 Aplicação do segundo momento pedagógico.....	43
<b>5.3.3 Terceiro encontro.....</b>	<b>46</b>
5.3.3.1 Continuação da aplicação do segundo momento pedagógico.....	46
5.3.3.2 Análise dos resultados da atividade de avaliação de conhecimentos .....	47
<b>5.3.4 Quarto encontro.....</b>	<b>53</b>
5.3.4.1 Aplicação do terceiro momento pedagógico.....	53
<b>5.3.5 Quinto encontro.....</b>	<b>54</b>
5.3.5.1 Continuação da aplicação do terceiro momento pedagógico.....	54
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>60</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Física é considerada uma ciência experimental. Para despertar o interesse dos estudantes, o uso de situações práticas do cotidiano (situações-problema) torna-se essencial para despertar no aluno uma maior motivação e, conseqüentemente, uma maior facilidade em construir o conhecimento. Sendo assim, a escolha do tema abordado serve para minimizar algumas situações que causam incômodo à grande parte dos professores, como, por exemplo, a desmotivação, o desinteresse por parte dos alunos em relação aos conceitos teóricos e às aplicações sobre a indução eletromagnética quando elas são feitas priorizando situações algébricas (fórmulas) e, aparentemente, bem distantes do seu cotidiano, tornando as aulas bastante monótonas e exaustivas. Podem ser atingidos alguns objetivos através do uso do laboratório em aulas de ciências que podemos listar:

- habilidades - de manipular, questionar, investigar, organizar e comunicar;
- conceitos - por exemplo: hipótese, modelo teórico, categoria taxionômica;
- habilidades cognitivas - pensamento crítico, solução de problemas, aplicação, análise, síntese;
- compreensão da natureza da ciência - empreendimento científico, cientistas e como eles trabalham, inter-relações entre ciência e tecnologia e entre as várias disciplinas científicas;
- atitudes - como curiosidade, interesse, correr risco, objetividade, precisão, confiança, perseverança, satisfação, responsabilidade, consenso, colaboração, gostar de ciência.

No magnetismo, a indução eletromagnética é ministrada em poucas aulas no final do ano letivo, com ênfase na resolução de exercícios, o uso de equações, técnicas para resolução de provas e obtenção de notas, sem a preocupação em relação ao entendimento de fenômenos físicos predominantes, funcionamento de aparelhos e situações do cotidiano do aluno relacionadas ao assunto. As aplicabilidades dos seus conceitos e os avanços tecnológicos nessa área da Física são de essencial importância para os alunos, com intuito de aprimorar o processo de

ensino e aprendizagem, juntamente com o ensino tradicional dos conceitos de magnetismo no ensino médio.

Este trabalho foi elaborado com o propósito de desmistificar alguns desses paradigmas envolvidos no ensino da Física e para que o aluno perceba que ela não é baseada prioritariamente em aplicação de equações matemáticas e resoluções de exercícios. Busca-se também que o discente construa seu próprio conhecimento a partir das situações apresentadas e com isso o aprendizado da indução eletromagnética torne-se mais significativo. Para isso, foi elaborado um produto educacional, uma unidade didática com slides, aulas teóricas e experimentais.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Elaborar uma unidade didática sobre indução eletromagnética, abordando simultaneamente o aspecto formal da teoria eletromagnética e a utilização de experiências e demonstrações experimentais.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- elaborar uma sequência de apresentações (slides de PowerPoint) versando sobre geradores, motores e indução eletromagnética;
- produzir roteiros experimentais para a construção e utilização de geradores e motores elétricos;
- propor questionários para a verificação de aprendizagem do conceito de indução eletromagnética;

## 1.2 ESTRUTURA DESTA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação é composta por seis capítulos. O objeto principal é uma unidade didática montada para auxiliar na construção dos conceitos relacionados à indução eletromagnética com base no funcionamento dos geradores elétricos.

O primeiro capítulo trata da introdução, em que é colocada a importância do uso das atividades experimentais juntamente com os objetivos propostos para a dissertação.

No segundo capítulo, é apresentada uma revisão de literatura na qual é feito um levantamento envolvendo alguns trabalhos que utilizam abordagens conceituais e experimentais sobre a indução eletromagnética.

O terceiro capítulo é dedicado ao referencial teórico. Nele apresentamos as ideias do Delizoicov, a importância do uso da experimentação no ensino de Física e conceitos de fluxo magnético, a Lei da Indução de Faraday e a Lei de Lenz.

O quarto capítulo é composto pela apresentação do produto educacional. Nesse capítulo mostraremos a unidade didática e como ela está estruturada para atingir os objetivos propostos.

No quinto capítulo, temos a metodologia aplicada em que caracterizamos os sujeitos da pesquisa, o percurso metodológico e as sequências de conteúdos utilizados durante a aplicação da unidade didática, além da análise dos resultados obtidos após as aplicações das atividades.

No sexto capítulo, estão as considerações finais obtidas após a análise qualitativa dos resultados, juntamente com as perspectivas para futuras utilizações do nosso trabalho.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão de literatura busca, a partir de um levantamento realizado em alguns periódicos da área (*Revista Brasileira de Ensino de Física*, *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia* e *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*) e, também, teses, dissertações e livros didáticos, encontrar as abordagens que vêm sendo utilizadas para o ensino de indução eletromagnética e suas contribuições no ensino de Física. Após a realização desse levantamento, conseguimos encontrar algumas publicações que se assemelham com os objetivos propostos, com a metodologia utilizada e com a estrutura apresentada em nosso trabalho. A seguir, listamos algumas dessas publicações, suas relações com a proposta aqui apresentada e alguns comentários relacionados.

Em sua dissertação de mestrado, Braga (2004) desenvolveu um material didático para a abordagem conceitual do eletromagnetismo no ensino médio. Sua proposta foi utilizar a introdução de determinado conteúdo a partir de um questionamento (na indução eletromagnética, a autora se baseou no funcionamento dos dínamos de bicicletas) que serviu para sondar conhecimentos prévios dos alunos e motivou o estudo de conceitos. Textos curtos, fatos históricos ou conexões com o cotidiano do aluno também fazem parte do material desenvolvido e servem para enriquecer a parte conceitual abordada.

Para a autora, a avaliação do aprendizado deve ocorrer em debates e comentários posteriores a leituras de artigos, na comparação de respostas dadas, nos questionamentos propostos, durante a resolução de exercícios, na interação com experimentos e na sua construção. Na indução eletromagnética, a construção do conhecimento científico ocorreu com uma fundamentação mais sólida da parte conceitual, mostrando algumas situações em que ocorreu surgimento de corrente elétrica induzida a partir do estabelecimento de uma dialética entre situações e conceitos favorecendo a conceitualização e reduzindo a quantidade de abstrações matemáticas. Como conclusão, a autora citou que os alunos tornaram-se mais seguros nos momentos de aplicação dos conceitos, na confecção dos experimentos e menos ansiosos no momento da prova avaliativa, demonstrando maior motivação com a apresentação conceitual do eletromagnetismo interligada ao cotidiano dos discentes. Ainda segundo a autora, a aprendizagem tornou-se mais significativa por ter sido abordada com maior ênfase na parte conceitual.

Erthal e Gaspar (2006), em um artigo publicado no *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, avaliam a possibilidade do ensino de corrente alternada para alunos do ensino médio utilizando, dentre outros, dois experimentos sobre indução eletromagnética (um gerador eletromagnético produzido com uma roda de exercícios de hamster e uma bobina ligada a um miliamperímetro com um ímã movimentado dentro da bobina). As atividades propostas pelos autores foram desenvolvidas a partir de sondagens de concepções prévias dos alunos. Nessa sondagem os autores concluíram que os alunos possuíam uma carência de conhecimentos mesmo em questões elementares vivenciadas em seu cotidiano. Após a utilização dos experimentos selecionados, avaliaram o que os alunos aprenderam a partir de questões discursivas voltadas às atividades realizadas. Com base na análise das respostas dadas no questionário, notaram que uma boa parte dos discentes adquiriu conhecimento sobre o assunto.

Os autores também destacam que a utilização de uma metodologia diferente das usadas tradicionalmente, na qual são estimuladas perguntas e comentários, resulta em ideias novas por parte dos alunos e ajuda a melhorar o ambiente em sala de aula, favorecendo o processo de aprendizagem.

Rodrigues (2017), em sua dissertação de mestrado, utilizou como objetivo a realização de atividades experimentais integradas a atividades computacionais no ensino de eletromagnetismo como recurso didático para a compreensão e motivação dos alunos frente às aulas de indução eletromagnética. A partir da identificação de conhecimentos prévios dos discentes para introdução do conteúdo, desenvolveu atividades experimentais considerando esses conhecimentos dos estudantes e analisou as possíveis contribuições das atividades desenvolvidas durante a prática pedagógica, de acordo com o objetivo geral proposto pelo autor. De acordo com ele, após a análise dos resultados, perceberam-se sinais de que possivelmente foram compreendidos os principais conceitos estudados, além de comprometimento, motivação e colaboração dos alunos durante as aulas, gerando uma análise positiva dos objetivos propostos e promovendo um engajamento dos discentes na realização dos seus estudos.

Em um produto final de pesquisa de mestrado intitulado *Geração de energia elétrica: uma temática para o estudo do eletromagnetismo*, Deponti e Lucchese (2014) desenvolveram uma unidade didática com enfoque conceitual a partir do tema gerador “Energia para o ensino de conceitos de eletromagnetismo para alunos

do ensino médio”. De acordo com as autoras, a implantação da proposta didática possibilitou estabelecer uma ponte entre os conteúdos de Física e a reflexão sobre questões relevantes para o meio social, conectando os conceitos físicos com questões reais do mundo contemporâneo. Como conclusão, observaram que o trabalho proporcionou resultados positivos em relação à predisposição dos alunos em aprender. O conhecimento foi demonstrado nas atitudes e na maneira satisfatória e espontânea com que os alunos participaram das atividades proposta na unidade didática.

Macedo (2009), em seu trabalho de mestrado, propôs um roteiro de atividades voltado para professores a partir de simulações computacionais para o ensino de conceitos básicos de eletromagnetismo (incluindo a indução eletromagnética) baseados nos três momentos pedagógicos do Delizoicov, presentes no livro *Física* (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994; 2003). Segundo o autor, o uso dos três momentos pedagógicos oportuniza espaço para o trabalho coletivo, para o surgimento de conflito de ideias em busca de soluções para os mesmos e (re)construção dos saberes sistematizados por parte dos alunos. Além disso, o uso de situações do cotidiano do discente, que podem proporcionar o pensar e o agir do estudante e, principalmente, a utilização de novas tecnologias e a ligação do conteúdo com fenômenos naturais, foi colocado com o objetivo de facilitar o processo de aprendizagem dos alunos.

Pires, Ferrari e De Oliveira Queiroz (2014), em um trabalho intitulado “A tecnologia do motor elétrico para o ensino de eletromagnetismo numa abordagem problematizadora”, publicado na *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, desenvolveram atividades problematizadas baseadas nos três momentos pedagógicos do Delizoicov para o ensino de conceitos de eletromagnetismo. Os autores tiveram como objetivo desse trabalho a investigação das contribuições produzidas por essa abordagem no ensino do eletromagnetismo. A problematização inicial e a organização do conhecimento versaram em torno do funcionamento de motores elétricos despertando a curiosidade epistemológica dos conceitos científicos e mobilizando o esforço cognitivo do estudante.

A partir da análise das respostas dadas pelos alunos, os autores dividiram os resultados obtidos em quatro categorias: curiosidade epistemológica, dialogicidade, aspecto aplicado do conhecimento científico e compreensão conceitual. Por fim, concluíram que o uso de um objeto tecnológico como recurso didático de caráter

teórico-experimental numa abordagem problematizadora desperta uma curiosidade epistemológica, facilita a compreensão conceitual, promove o estabelecimento do diálogo, além de revelar o aspecto aplicado do conhecimento científico.

Nosso trabalho baseou-se em montagens experimentais, a partir de materiais acessíveis aos alunos e situações problemáticas para que possam buscar soluções e com isso reestruturar suas concepções prévias em relação ao conteúdo abordado. De acordo com Neves, Moreira e Sahelices (2006), para que isso ocorra, os seguintes fatores devem ser levados em consideração no ensino de laboratório: I) propor atividades motivadoras; II) levar em consideração os conhecimentos que os alunos já possuem; III) ultrapassar a visão empirista da resposta única e correta; e IV) permitir uma relação teoria-prática. Esses foram os pilares da nossa proposta de ensino, e ainda puderam observar também, sondagens de concepções prévias utilizando um questionário pré-teste, perguntas e comentários para incentivar os alunos a interagirem socialmente no processo de ensino, o professor funcionando como mediador dos experimentos, abordagem conceitual e contextualizada para a construção gradativa do conhecimento por parte do aluno a partir de determinados experimentos e a aplicação de um questionário pós-teste para avaliação do processo experimental. Como metodologia, utilizamos a aplicação dos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov, juntamente com o uso de situações e aparelhos presentes no cotidiano dos discentes, instigando o pensar e o agir deles e despertando o interesse pela ciência. Portanto, nosso trabalho surge como mais uma proposta de auxílio no ensino e aprendizagem da indução eletromagnética de uma forma mais acessível à realidade da escola atual.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Segundo Delizoicov e Angotti (1991), a proposta de ensino de Física envolvendo os três momentos pedagógicos contempla, em ressonância, aspectos metodológicos associados ao desenvolvimento dos conteúdos. Foi elaborada com uma questão sempre presente: Para que serve o ensino de Física no 2º grau?

Com isso, os autores demonstram a preocupação em subsidiar um trabalho didático-pedagógico que permita tanto a apreensão dos conceitos, leis, relações da Física e sua utilização, assim como sua aproximação com fenômenos ligados a situações vividas pelos educandos (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1991).

Dentre os pressupostos para a elaboração do programa, estão os conceitos unificadores que “permitem perpassar as fronteiras rígidas impostas, sobretudo pelos livros didáticos, ao apresentarem os conteúdos de Física” (ANGOTTI, 1994, p. 22).

A seguir, apresenta-se cada um dos momentos pedagógicos, de acordo com Delizoicov e Angotti (1991):

##### 3.1.1 Primeiro momento pedagógico: a problematização inicial

Segundo Delizoicov e Angotti (1991), a problematização inicial visa à ligação do conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente, porque, provavelmente, não dispõem de conhecimentos científicos suficientes. Ainda segundo os autores, a problematização poderá ocorrer pelo menos em dois sentidos: por um lado, a partir de concepções espontâneas ou alternativas por parte dos alunos em consequência de sua aprendizagem anterior dentro ou fora da escola. Por outro lado, poderá fazer com que o aluno sinta a necessidade de adquirir novos conhecimentos, em outras palavras, a resolução de um determinado problema.

Para isso, podem ser apresentadas questões relacionadas a situações reais, expostas pelo professor, por exemplo, em experimentos com o intuito de provocar desequilíbrio cognitivo nos alunos. Posteriormente, podem ser motivadas discussões entre os discentes e o professor com o objetivo de estimular o interesse dos

educandos para que sintam necessidade de adquirir novos conhecimentos sobre a indução eletromagnética.

### **3.1.2 Segundo momento pedagógico: a organização do conhecimento**

De acordo com os autores, o segundo momento pedagógico destina-se a sistematização dos questionamentos discutidos anteriormente na problematização. Definições, conceitos, relações e leis serão agora aprofundadas.

Do ponto de vista metodológico, neste momento de organização do conhecimento, os autores indicam as mais variadas atividades, dentre elas:

- exposição de definições, propriedades e unidades;
- formulação de questões em número adequado e grau crescente de dificuldade;
- textos previamente preparados;
- trabalho extraclasse;
- revisão e destaque dos aspectos fundamentais de cada tópico;
- experiências, realizadas pelo professor (demonstração) ou pelos alunos que devem ser previamente preparadas e atender as habilidades fundamentais do trabalho prático e adequar-se ao conteúdo do tópico.

Neste momento do trabalho, os alunos podem ser induzidos a estudar o funcionamento de um tipo de gerador e suas partes componentes. Esse estudo deve ser orientado pelo professor, que apresenta os aparelhos e faz com que eles possam, gradativamente, construir os conceitos relacionados ao aprendizado da indução eletromagnética.

### **3.1.3 Terceiro momento pedagógico: a aplicação do conhecimento**

Este último momento destina-se à abordagem sistemática dos conhecimentos que vêm sendo incorporados pelos alunos durante o estudo do conteúdo abordado, tanto em situações demonstradas durante o trabalho quanto em situações que não estejam sendo abordadas diretamente, mas que são explicadas pelo mesmo

conhecimento. A retomada dos questionamentos realizados na problematização inicial também compõe a aplicação desse momento pedagógico. Metodologicamente, o procedimento é o mesmo do segundo momento, portanto da mesma forma são fornecidas sugestões de atividades para o desenvolvimento desse terceiro momento.

No último momento pedagógico, os discentes podem ser motivados a realizar uma experiência de montagem de um gerador elétrico e sob o acompanhamento do professor. O intuito dessa atividade deve ser o de despertar no aluno a curiosidade para as relações existentes entre teoria e prática da ciência em geral, a autonomia dos alunos em determinadas situações e as habilidades fundamentais para a realização de atividades práticas. Com isso, busca-se levar os discentes ao conhecimento dos conceitos relacionados à indução eletromagnética de uma forma diferente da habitual e evitar a excessiva segregação existente entre processo e produto, física de “quadro negro” e física do “cotidiano”, “cientista” e “não cientista”.

No trabalho aqui descrito, por meio do planejamento realizado como uma unidade didática, abordaram-se algumas das atividades sugeridas pelos autores e citadas anteriormente. Nela, foram contemplados os seguintes tópicos: 1) exposição de definições, propriedades e unidades; 2) formulação de questões em número adequado e grau crescente de dificuldade (em forma de questionários pré e pós-teste); 3) revisão e destaque dos aspectos fundamentais de cada tópico.

Todas essas sugestões foram selecionadas com o objetivo de tornar o aprendizado mais significativo por parte do aluno.

### 3.2 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

A experimentação no ensino de Física é de fundamental importância no processo de ensino e aprendizagem. Para Araújo e Abib (2003), as atividades experimentais possuem uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso no ensino de Física, tanto para mera verificação de leis e teorias quanto para situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados.

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, o manusear, o operar, o agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma

que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável (BRASIL, 2000).

Gonçalves e Galiuzzi (2004) afirmam que a forma como o professor desenvolve um determinado assunto em sala influencia o aluno em gostar ou não do que está sendo tratado. Logo, o educador precisa se preocupar com os métodos utilizados para o desenvolvimento da motivação do aluno em cada atividade experimental. Porém, nem sempre o professor de Física está preparado para o uso das atividades experimentais em sala de aula. Bonadiman e Nonenmacher (2007) afirmam que isso geralmente ocorre por deficiência do licenciando nessa área instrumental, por falta de uma atitude mais comprometida do profissional do ensino com essa linha de trabalho ou pela carência de equipamentos e de espaços adequados para as aulas práticas de Física na escola. Então, faz-se necessária a formação continuada dos professores de modo a consolidar propostas de ensino e os processos metodológicos o tornem mais atrativo para os alunos e melhorem o seu aprendizado.

Muitos docentes utilizam as aulas experimentais apenas para “comprovarem” a teoria no laboratório, com isso induzem seus alunos a uma mera reprodução sucessiva e passiva de atividades, gerando uma visão neutra e sem sentido da ciência. Segundo Amaral e Silva (2000), na medida em que o professor encara a ciência com a visão “do verdadeiro, do definitivo, do certo”, o aluno, conseqüentemente, vai reproduzir tal visão, apresentando e interiorizando a falsa ideia de que há uma única resposta plausível para qualquer questão que lhe for proposta. Portanto, o professor precisa incentivar o aluno para que o educando possa perceber que o uso de uma atividade experimental requer a aplicação de uma teoria e de questionamentos a respeito do tema.

Segundo Séré, Coelho e Nunes (2003), a experimentação pode ser descrita a partir de três polos: o referencial empírico; os conceitos, leis e teorias; e as diferentes linguagens e simbolismos utilizados em Física. O papel das atividades experimentais é permitir a relação entre os três polos. Sendo assim, o professor pode optar por diferentes enfoques ao propor um experimento, o que implicaria diferentes atividades para o aluno.



Neste trabalho, a experimentação possuiu um papel essencial, pois foi a partir da montagem e funcionamento de geradores elétricos por parte dos próprios discentes que eles construíram o conhecimento necessário para o entendimento da indução eletromagnética, utilizando a orientação por parte do professor na proposição dos momentos pedagógicos de Delizoicov.

### 3.3 INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

#### 3.3.1 Introdução

Devido a sua ampla aplicabilidade e utilidade em nosso cotidiano, a descoberta da indução eletromagnética foi um dos maiores passos dado pelo homem até hoje na área das ciências da Natureza e provocou uma verdadeira revolução no estudo do eletromagnetismo.

A indução eletromagnética torna possível, por exemplo, a conversão em energia elétrica, da energia mecânica proveniente das águas em geradores de usinas hidrelétricas, da energia cinética dos ventos em aerogeradores de parques eólicos e da queima de combustíveis nas caldeiras em geradores das usinas termelétricas. Segundo dados da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), esses três tipos de energia são responsáveis por mais de 95% da energia produzida em nosso país, sendo em torno de 62% provenientes das hidrelétricas, 28% das termelétricas e 7% dos parques eólicos, ou seja, a indução eletromagnética é responsável por quase toda a produção de energia elétrica consumida em nosso país. Outras implicações prático-tecnológicas que podem ser citadas desse fenômeno são os funcionamentos de dínamos, transformadores e outros tipos de geradores elétricos.

Em 1819, Hans Christian Oersted mostrou que correntes elétricas produzem campos magnéticos. A partir daí, os cientistas se perguntavam: “*Se correntes elétricas produzem campos magnéticos, não seria possível campos magnéticos produzirem correntes elétricas?*”. Em experimentos separados, Michael Faraday e Joseph Henry conseguiram comprovar experimentalmente que esse fenômeno seria possível. Com isso, podemos afirmar que a indução eletromagnética pode ser caracterizada pela produção de corrente elétrica por meio de campos magnéticos, onde essa corrente é denominada de corrente induzida.

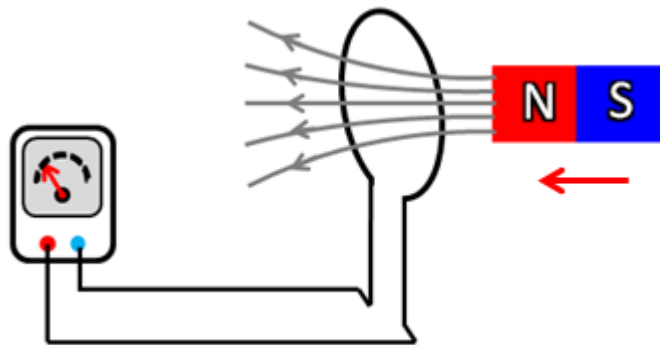
A partir da análise de um experimento simples, pode-se preparar uma discussão e retirar algumas conclusões que servem como base para a Lei da Indução de Faraday.

Tem-se uma espira condutora ligada a um amperímetro, sem haver corrente no circuito. Movendo-se um ímã em forma de barra em direção à espira, uma corrente é detectada repentinamente nesse circuito. A corrente cessa quando o ímã para. Afastando o ímã, novamente uma corrente surge repentinamente, só que agora no sentido contrário. Como conclusão:

1) a corrente surge se houver movimento relativo entre a espira e o ímã, ou seja, a corrente será nula quando o movimento cessar.

2) quanto mais rápido for o movimento produzido, maior será a corrente.

**Figura 1: Amperímetro registrando uma corrente na espira quando um ímã em forma de barra está se movendo em relação a ela**



Fonte: Elaborada pelo autor

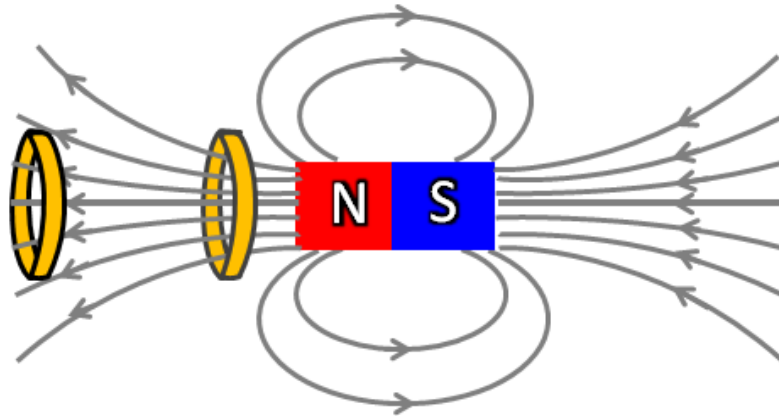
Segundo Halliday, Resnick e Walter (2003), a corrente produzida na espira é chamada de corrente induzida; o trabalho realizado por unidade de carga para produzir essa corrente é chamado de fem induzida; e o processo de produção da corrente e de fem é chamado de indução. O surgimento de uma fem induzida e de uma corrente induzida são causadas quando algo está variando. Mas o que é esse “algo”?

### 3.3.2 Fluxo magnético

O fluxo magnético está associado à taxa de variação do número de linhas de indução através de uma determinada área de uma espira.

Considerando o campo magnético gerado por um ímã em forma de barra e uma espira aproximada a esse ímã, pode-se chegar a algumas conclusões:

**Figura 2: Fluxo magnético produzido por um ímã em forma de barra atravessando uma espira circular condutora**

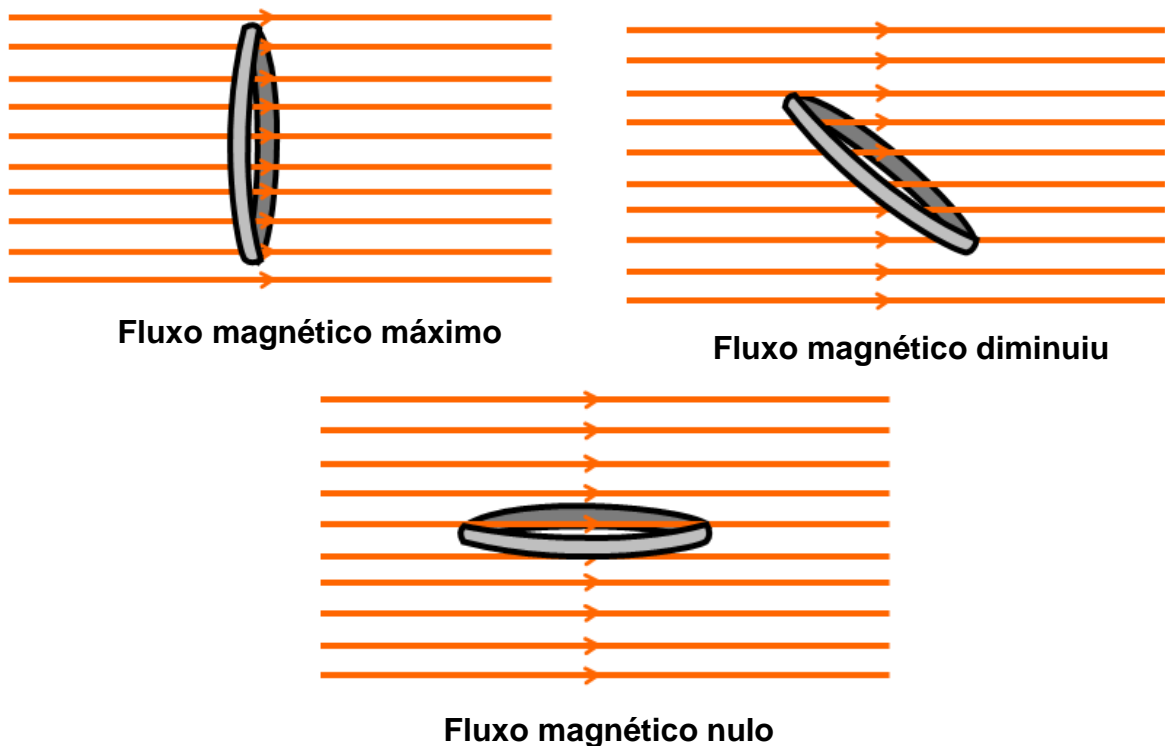


Fonte: Elaborada pelo autor

Um movimento relativo de aproximação entre a espira e o ímã acarreta um aumento no fluxo magnético através da espira. Havendo um movimento relativo de afastamento, o fluxo através da espira diminui.

A mudança da área da espira imersa no campo magnético é outro fator que ocasiona uma mudança no fluxo magnético. Outra forma de variação do fluxo magnético será através da mudança no ângulo da espira em relação às linhas de indução. Para um campo magnético uniforme:

Figura 3: Fluxo magnético uniforme atravessando uma espira circular condutora



Fonte: Elaborada pelo autor

Portanto, supondo que uma espira envolvendo uma área  $A$  seja colocada em um campo magnético  $\vec{B}$ , então, o fluxo magnético ( $\Phi_B$ ) através da espira é dado por:

$$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} \quad (1)$$

### 3.3.3 Lei da Indução de Faraday

Faraday concluiu que, sempre que houver variação do fluxo magnético através da espira, surge nela uma corrente elétrica  $i$ , a qual é chamada corrente induzida. Essa corrente foi produzida por uma força eletromotriz (fem) induzida e pode ser obtida, também, em circuitos mais complexos como, por exemplo, bobinas e solenoides.

Pode-se enunciar a Lei de Faraday da indução eletromagnética da seguinte forma: a intensidade da fem induzida ( $\mathcal{E}$ ) em uma espira condutora é dada pela taxa de variação temporal do fluxo magnético através dessa espira. Quantitativamente:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad (II)$$

Se considerarmos uma bobina com  $N$  voltas e variarmos o fluxo magnético através dessa bobina de modo que o mesmo fluxo magnético  $\Phi_B$  atravessasse todas as voltas, aparece, em cada volta, uma fem induzida em que a fem total induzida na bobina é a dada pela soma das fems individuais. Portanto:

$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (III)$$

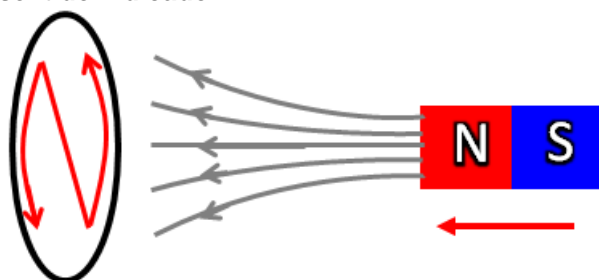
O sinal de negativo nas equações acima indica uma oposição da fem induzida à variação de fluxo magnético, fato evidenciado pela Lei de Lenz.

### 3.3.4 Lei de Lenz

Após Faraday propor a Lei de Indução, o russo Heinrich Friedrich Lenz elaborou uma lei, conhecida como Lei de Lenz, para determinar o sentido da corrente induzida através de uma espira. Pode-se enunciar a Lei de Lenz da seguinte maneira: *o sentido da corrente induzida em um circuito é tal que o campo magnético produzido por ela se opõe à variação de fluxo através da espira.*

A seguir, utilizam-se dois exemplos de aplicação dessa lei para que seja encontrado o sentido da corrente induzida: 1) o polo norte de um ímã aproximado de uma espira circular fixa; 2) o polo norte de um ímã afastado de uma espira circular fixa.

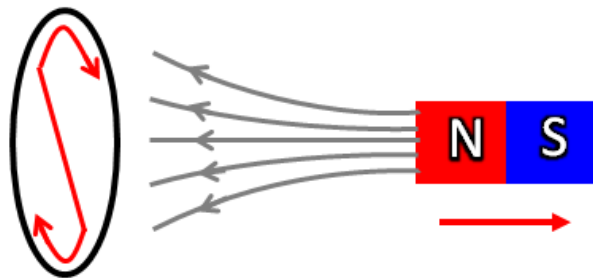
**Figura 4: Polo norte de um ímã aproximado de uma espira circular fixa produzindo na espira uma corrente induzida no sentido indicado**



Fonte: Elaborada pelo autor

O fluxo indutor através da espira aumenta. Para se opor a essa variação (aumento) do fluxo indutor, surge, na espira, uma corrente induzida que gera um fluxo induzido contrário ao indutor. A espira fica polarizada magneticamente, surgindo na face da espira voltada para o ímã um polo norte. O agente externo deve exercer uma força contra a força magnética repulsiva para conseguir aproximar o ímã da espira.

**Figura 5: Polo norte de um ímã afastado de uma espira circular fixa produzindo na espira uma corrente induzida no sentido indicado**



Fonte: Elaborada pelo autor

O fluxo indutor através da espira diminui. Para se opor a essa variação (diminuição) do fluxo indutor, surge, na espira, uma corrente induzida que gera um fluxo induzido a favor do indutor. O fluxo induzido soma-se ao indutor, tentando evitar essa variação. Mais uma vez, a espira polariza-se magneticamente, surgindo um polo sul para contrariar o afastamento do ímã. Para obedecer à Lei de Lenz, o sentido da corrente induzida é obtido a partir das setas representadas nas espiras.

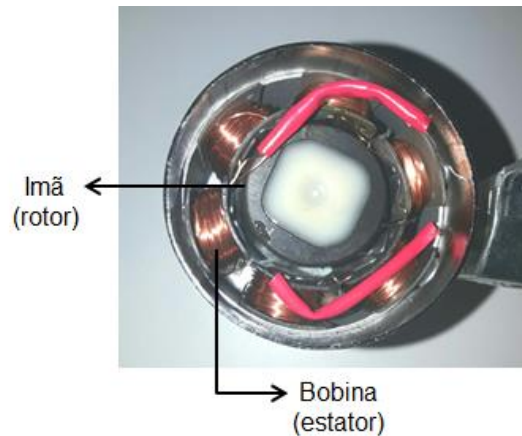
Conclui-se que o trabalho realizado pela força que o operador exerce, corresponde à energia que se converte em energia elétrica, ou seja, a Lei de Lenz configura-se como a aplicação do princípio de conservação de energia.

### 3.3.5 Aplicações

#### 3.3.5.1 Dínamo de bicicleta

Os dínamos de bicicleta são geradores utilizados para obtenção de energia elétrica. São constituídos por um ímã afixado em um eixo móvel que pode girar (rotor), e, ao redor desse eixo, existem bobinas fixas de cobre (estator).

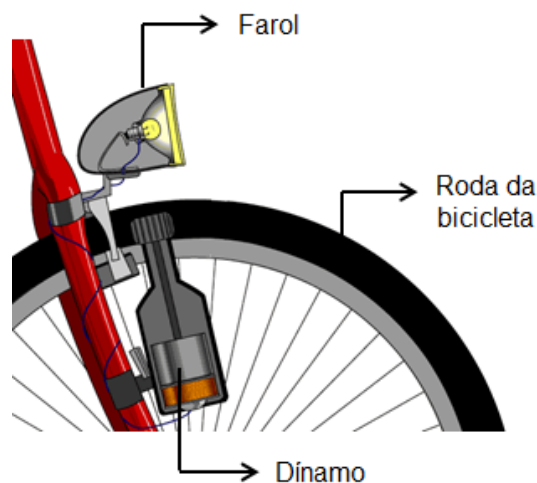
**Figura 6: Dínamo de bicicleta e suas partes componentes vistos por dentro**



Fonte: Elaborada pelo autor

Quando em contato com a roda da bicicleta, devido à rotação, o movimento é transferido para o eixo do dínamo que, por sua vez, faz o rotor girar. Esse giro produz uma variação no fluxo magnético o qual atravessa as bobinas que estão fixas (estator). De acordo com a Lei de Indução de Faraday, essa variação de fluxo faz aparecer na bobina uma corrente elétrica chamada de corrente induzida. A partir dela, faz-se o farol acoplado funcionar. Esse princípio de funcionamento dos dinamos é semelhante aos utilizados pelos geradores de usinas hidrelétricas.

**Figura 7: Dínamo acoplado à roda de uma bicicleta**



Fonte: <http://doctechno.free.fr/techno/4eme/moulinot/www.talentfactory.dk/fr/kids/choose/gen/dynamo3.htm>

### 3.3.5.2 Motores elétricos

A função de um motor em aparelhos elétricos é de transformar energia elétrica em energia mecânica para o funcionamento desses utensílios. São exemplos de aparelhos que utilizam motores elétricos: aparelhos de DVD, carrinhos de controle remoto, impressoras, ventiladores, liquidificadores etc. Em nosso trabalho, utilizaremos esses motores como geradores elétricos, visto que possuem uma constituição parecida com os geradores capazes de produzir corrente elétrica. Nesses motores o ímã funciona como estator (fixo) e as bobinas como rotor (móveis). Devido a sua rotação, produz corrente induzida, a partir da indução eletromagnética e semelhante ao processo que ocorre nos dínamos.

**Figura 8: Motor elétrico de DVD e suas partes componentes vistos por dentro**



Fonte: Elaborada pelo autor



## 4 PRODUTO EDUCACIONAL

Este capítulo tem o objetivo de descrever e justificar o uso de uma proposta de ensino desenvolvida para esta dissertação. Essa proposta envolve a aplicação de uma unidade didática com o intuito de promover questionamentos e discussões que estimulem as concepções alternativas dos discentes. As atividades práticas desenvolvidas ao longo da unidade didática conduzem os estudantes a interagirem com essas concepções alternativas e, com isso, os tornam capazes de formular ideias e produzir respostas para as questões que irão surgindo ao longo da aplicação. Areladas à aplicação da unidade didática, foram desenvolvidas apresentações de slides (PowerPoint) para auxiliar a visualização e o entendimento de determinadas situações práticas e aparelhos envolvidos. Dessa forma, a construção do conhecimento a partir da utilização do produto educacional deve proporcionar aos alunos uma aprendizagem significativa.

### 4.1 A UNIDADE DIDÁTICA

A organização do conhecimento que deseja ser construído é fator essencial para a prática profissional docente. O uso de uma unidade didática torna-se importante para organizar as sequências didáticas que se almejam utilizar fazendo com que essa organização seja mais eficiente e promova a aprendizagem. Portanto, podemos afirmar que a unidade didática promove a ligação dos conteúdos de aprendizagem com as sequências de atividades, a partir de determinadas etapas a serem seguidas. Segundo Sanmarti (2000), desenhar uma unidade didática para levá-la à prática, significa decidir o que se vai ensinar e como, é, portanto, a atividade mais importante que faz o professor, já que por meio dela se concretizam suas ideias e suas intenções educativas.

O autor citado propõe alguns critérios que auxiliarão em uma tomada de decisão por parte dos professores acerca do delineamento de uma unidade didática, os quais são explicitados a seguir:

- critérios para a definição de finalidades e objetivos;
- critérios para a seleção de conteúdos;
- critérios para organizar e sequenciar os conteúdos;

- critérios para a seleção e sequenciação de atividades;
- critérios para a organização e administração da aula.

Seguindo esses critérios, montamos estrutura e os elementos constituintes da unidade didática proposta neste trabalho.

Iniciamos pelo tema proposto, número de aulas utilizadas, apresentação e o objetivo geral, que é relacionar o funcionamento de geradores elétricos ao conceito de indução eletromagnética. Vale salientar que as capacidades educativas do estudante devem ser levadas em consideração de acordo com o critério de finalidades e objetivos.

Posteriormente, determinamos os conteúdos de aprendizagem (conceituais, procedimentais e atitudinais) a serem abordados, sequência de atividades e sequência didática. À medida que os conteúdos a serem ensinados e as atividades a serem realizadas são determinadas, por si só os objetivos específicos da unidade didática vão se tornando mais claros e mais precisos. Para contemplarmos os outros critérios, é imprescindível considerar o contexto sociocultural dos educandos. Dessa maneira, dar-se-ão condições aos discentes de atuar no ambiente em que está incluído, buscando resoluções para resolver problemas. Na sequência de atividades, são descritos os passos seguidos pelo professor em cada um dos encontros propostos de uma forma bastante detalhada. Na sequência didática, são apresentados os objetivos de cada uma das atividades propostas, além do tempo de duração de cada uma delas.

## 5 METODOLOGIA E RESULTADOS

Este capítulo é iniciado com uma apresentação das turmas e da instituição de ensino onde a pesquisa foi realizada. Logo após, será apresentado um percurso metodológico explicitando cada uma das etapas seguidas no processo de aplicação do produto educacional. O percurso é composto pela apresentação do programa, sequência de conteúdos juntamente com a metodologia aplicada em cada um dos encontros realizados e análise dos resultados obtidos em cada uma das atividades. Essa organização foi proposta com o intuito de facilitar o entendimento do processo sugerido por Delizoicov.

### 5.1 CONTEXTO

A unidade didática desenvolvida neste trabalho foi aplicada no período compreendido entre os dias 11 e 25 de setembro de 2017, em duas turmas de 2ª série do ensino médio (a turma Alfa, com 26 alunos, e a turma Beta, com 23 alunos), turno matutino, de uma escola integrante da rede privada de ensino de Natal/RN.

A instituição possui cerca de dez salas de aula, todas possuem ar-condicionado, projetores multimídia (*data show*), aparelhos de som, quadro branco e pincel marcador para o quadro em três cores: azul, preta e vermelha. A escola possui uma biblioteca de pequeno porte e não dispõe de laboratórios de informática e ciências.

A aplicação do material foi realizada da mesma forma nas duas turmas, com a mesma abordagem e a mesma quantidade de aulas (dois encontros semanais de aulas com 50 minutos cada). Com isso, foi possível analisarmos os resultados de forma qualitativa e acompanharmos o desenvolvimento dos discentes no decorrer das atividades, de acordo com os objetivos apresentados neste trabalho.

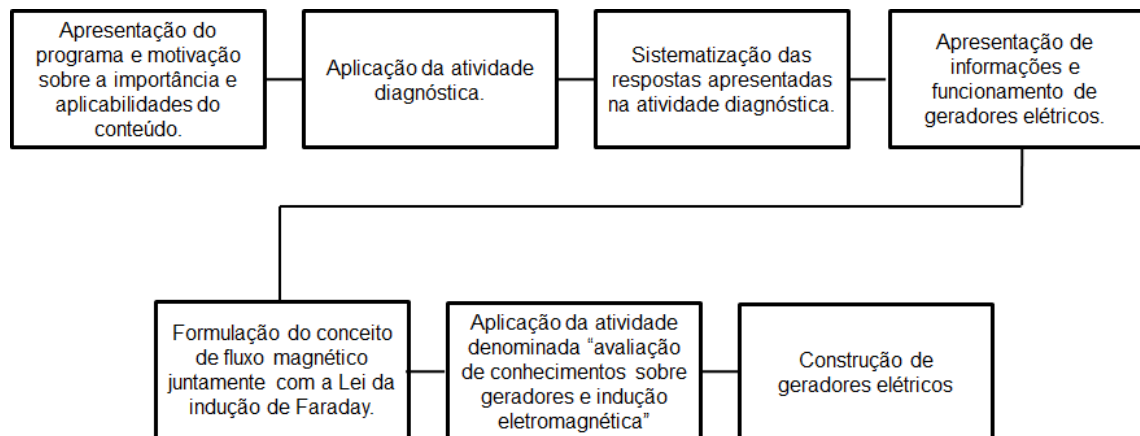
### 5.2 PERCURSO METODOLÓGICO

A utilização do percurso metodológico é realizada com o intuito de atender aos objetivos específicos apresentados a seguir:

- identificação dos conhecimentos básicos dos discentes sobre assuntos estudados anteriormente em eletromagnetismo, a partir de uma atividade diagnóstica<sup>1</sup>;
- apresentar informações sobre os geradores elétricos, tais como funcionamento, elementos constituintes e alguns exemplos, além de formular o conceito de fluxo magnético e enunciar a Lei da Indução de Faraday;
- avaliação da aprendizagem dos alunos ao longo do processo de apresentação dos geradores e da fundamentação teórica sobre indução eletromagnética, a partir de uma atividade denominada “avaliação de conhecimentos sobre geradores e indução eletromagnética”;
- construção de geradores elétricos por parte dos discentes para aplicação e avaliação dos conhecimentos adquiridos durante as aulas.

O percurso está especificado a seguir seguindo a sequência proposta na unidade didática. As etapas estão diretamente ligadas umas as outras e explicitadas abaixo:

**Figura 9: Percurso metodológico**



Fonte: Elaborada pelo autor

Os dados coletados nas análises dos resultados foram obtidos por meio da atividade diagnóstica e da atividade “avaliação de conhecimentos sobre geradores e indução eletromagnética”, ambas elaboradas pelo autor e validadas pelo orientador.

<sup>1</sup> Vale salientar que, nas duas turmas submetidas a essa aplicação, já haviam sido abordados todos os conceitos básicos sobre o eletromagnetismo.

Os encontros serão apresentados seguindo a proposta do Delizoicov, que compreende três momentos pedagógicos detalhando indicações metodológicas para o desenvolvimento dos conteúdos a nível teórico e experimental durante a aplicação da unidade didática.

### 5.3 SEQUÊNCIA DE CONTEÚDOS DOS ENCONTROS E ATIVIDADES REALIZADAS

Na seção seguinte, serão relatadas as sequências ocorridas em cada um dos encontros realizados nas turmas com o intuito de transmitir com maior clareza as atividades apresentadas durante o trabalho. A metodologia aplicada de natureza qualitativa, os resultados obtidos e as discussões referentes serão realizados de forma conjunta e relatados no decorrer de cada encontro das seções, tomando como base as atividades programadas na unidade didática e a observação do processo.

#### 5.3.1 Primeiro encontro

##### 5.3.1.1 Apresentação e atividade diagnóstica

Começamos informando aos alunos que este trabalho fazia parte de uma dissertação de mestrado e que seria utilizada uma forma diferente de apresentar os conceitos de indução eletromagnética. Foi informado o número de encontros (aulas) utilizados, temas abordados e objetivos propostos, além de uma motivação sobre a importância do conteúdo e as diversas aplicabilidades no cotidiano dos alunos.

Em seguida, foi aplicada a atividade diagnóstica composta por cinco questões relacionadas com conceitos básicos de eletromagnetismo que seriam necessários para a realização com sucesso da unidade didática proposta. Como afirma Cortesão (2002), a avaliação diagnóstica pode ser utilizada para identificar as competências de um aluno no início de uma fase de trabalho. Esse tipo de avaliação pode ser extremamente importante porque pode fornecer ao professor elementos que irão permitir adequar o tipo de trabalho que vai desenvolver com as características e conhecimentos dos alunos que irá trabalhar. Nessa atividade, os alunos não precisavam identificar-se na prova. Segundo Elliot (2005), a resposta anônima em

um questionário produz uma maior probabilidade de autenticidade nas respostas devido a uma maior sensação de segurança e liberdade por parte do entrevistado.

Os resultados obtidos foram importantes para a condução dos conteúdos ministrados e atividades propostas posteriormente em sala de aula. Após o recolhimento da atividade, os alunos foram orientados a formarem grupos entre três e cinco componentes cada, e os nomes entregues ao professor. Esses grupos seriam utilizados no planejamento e montagem dos geradores apresentados nos últimos encontros.

### 5.3.1.2 Aplicação do primeiro momento pedagógico

Os experimentos do freio eletromagnético com tubos de cobre, da lanterna de indução e as questões problematizadoras (figura 10) sobre os experimentos foram apresentados. Essas questões também são consideradas motivadoras para os alunos, pois utilizam situações práticas vivenciadas por eles. Para Delizoicov e Angotti (1991), a situação ou questão envolvida na problematização se configura para o aluno como um problema a ser resolvido fazendo com que ele sinta a necessidade de aquisição de conhecimentos.

**Figura 10: Questões problematizadoras sobre os dois experimentos apresentados no primeiro momento pedagógico**

Questão 1: Por que existe uma diferença no tempo de queda dos ímãs nos tubos apesar dos tubos serem “iguais”? O que poderia ocasionar essa diferença?

Questão 2: Se o ímã colocado fosse de mesmo material e maior, o que aconteceria?

Questão 3: Se utilizássemos um ímã de mesmo material e maior, o que ocorreria com o brilho do LED? Por quê?

Questão 4: Se, em vez de 2000 voltas, fossem dadas mais voltas no fio de cobre, qual seria o resultado obtido na lâmpada de LED e no multímetro? Por quê?

Fonte: Elaborada pelo autor

Os alunos foram orientados a responder essas quatro questões, em um papel, e entregá-las ao professor para serem sistematizadas na aula posterior.

Ficou nítido, a partir de questionamentos e dúvidas, principalmente relacionadas ao experimento dos tubos de cobre (questões 1 e 2), o interesse dos

discentes em saber as respostas para as perguntas da problematização. Por exemplo:

**Figura 11: Dúvidas de três alunos sobre o primeiro experimento apresentado na problematização inicial**

*Aluno A: “Professor, a diferença dos tempos de queda seria por causa da pureza do cobre utilizado?”.*

*Aluno B: “Professor, os tubos têm espessuras diferentes para aumentar o tempo de queda em um deles?”.*

*Aluno C: “Antes do experimento, um dos tubos foi eletrizado?”.*

Fonte: Elaborada pelo autor

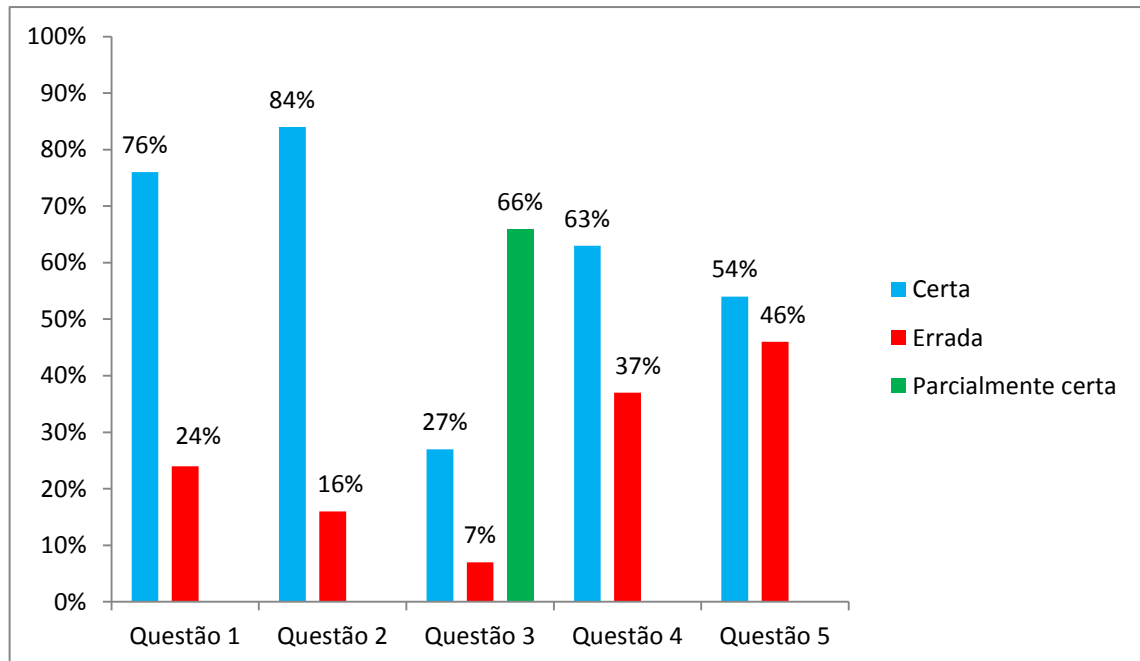
Notando isso, o professor propôs que os alunos, ao término das aulas, pesquisassem sobre os experimentos na Internet e tentassem formular novas respostas para as questões apresentadas. Para Hodson (1994), a postura do professor deve basear-se em auxiliar os alunos na exploração, desenvolvimento e modificação de suas ‘concepções ingênuas’ acerca de determinado fenômeno para concepções científicas, sem desprezá-las. Os alunos devem ser estimulados a explorar suas opiniões, incentivando-os a refletirem sobre o potencial que suas ideias têm para explicar fenômenos e apontamentos levantados na atividade experimental.

Na aula seguinte, os experimentos seriam retomados e a formulação do conhecimento sobre indução eletromagnética começaria a ser realizada.

### 5.3.1.3 Análise dos resultados da atividade diagnóstica

A análise dos resultados das atividades ocorreu de forma qualitativa, sem deixar de apresentar o quantitativo, que pode subsidiar os dados qualitativos apresentados. Segundo Fernandes (1991), a análise qualitativa se caracteriza pela busca de uma apreensão de significados na fala dos sujeitos, interligada ao contexto em que eles se inserem e delimitada pela abordagem conceitual (teoria) do pesquisador, trazendo à tona uma sistematização baseada na qualidade.

A seguir, relatamos os resultados e algumas conclusões obtidas. O Gráfico 1 apresenta, de forma quantitativa, os acertos ocorridos em cada uma das questões, esses resultados subsidiaram as discussões realizadas de forma qualitativa.

**Gráfico 1: Média de acertos e erros nas questões da atividade diagnóstica**

Fonte: Elaborado pelo autor

Nas questões 1, 2 e 4, a média de acertos foi bastante considerável. Com isso, podemos inferir que houve um alto índice de demonstração de conhecimentos prévios de forma correta por parte dos discentes sobre polaridades dos ímãs, princípio de atração e repulsão entre seus polos, relações entre situações em que os campos magnéticos são produzidos e campo magnético produzido por uma espira.

**Figura 12: Questão 1 da atividade diagnóstica**

1. São representados abaixo três ímãs em forma de barra. Sabe-se que o polo A atrai o polo C e repele o polo E. Se o polo F é sul, determine as polaridades de A, C e E.



Fonte: Elaborada pelo autor

**Figura 13: Questão 2 da atividade diagnóstica**

2. Analise a afirmação abaixo se ela é verdadeira ou falsa.

"O movimento da agulha de uma bússola diante de um ímã é explicado da mesma forma que o movimento de um ímã frente a outro ímã."

Fonte: Elaborada pelo autor



**Figura 14: Questão 4 da atividade diagnóstica**

4. Analise as afirmações a respeito do campo magnético gerado por uma espira circular.

I – O módulo do campo magnético gerado por uma espira é diretamente proporcional ao seu raio;

II – Se a corrente elétrica que flui por uma espira for dobrada, o campo magnético gerado por ela será duas vezes maior;

III – O sentido da corrente elétrica não interfere na direção e sentido do vetor indução magnética.

Está correto o que se afirma em:

- a) I e II
- b) II e III
- c) I e III
- d) Apenas III
- e) Apenas II

Fonte: Elaborada pelo autor

Na questão 3, por utilizar lacunas para que o aluno escolhesse entre verdadeiro ou falso, utilizou-se na análise dos resultados a opção “parcialmente correta”. Ficou decidido considerar a questão como “certa” para o aluno que preencheu, pelo menos, quatro das cinco lacunas de forma correta. Para os alunos que preencheram, pelo menos, quatro das cinco lacunas de forma errada foi considerada a opção “errada” e para os que preencheram duas ou três lacunas corretamente foi considerada a opção “parcialmente correta”.

**Figura 15: Questão 3 da atividade diagnóstica**

3. Os campos magnéticos podem ser gerados de diversas maneiras. Em relação a esses campos, marque V (verdadeiro) ou F (falso):

- ( ) Motores elétricos transformam energia elétrica em energia mecânica usando campos magnéticos nesse processo.
- ( ) Uma carga elétrica em movimento dentro de um campo de indução magnética sempre está sujeita a ação de uma força magnética.
- ( ) Quando um ímã é dividido em dois pedaços, estes constituirão dois novos ímãs produzindo intensidades menores de campos magnéticos.
- ( ) Bússola é um instrumento sensível à presença de campos magnéticos.

( ) Cargas elétricas em repouso geram campos magnéticos.

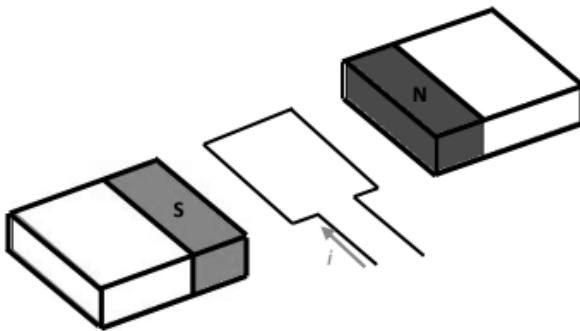
Fonte: Elaborada pelo autor

Houve um alto índice de erro nas duas primeiras lacunas, o que contribuiu bastante para os valores apresentados no gráfico. Na primeira, aproximadamente 68% de erro e na segunda em torno de 75% de erro. Essas lacunas possuíam determinadas afirmações em seus textos que poderiam confundir os alunos. Portanto, a falta de atenção dos discentes pode ter sido o principal causador desse alto índice de erros.

Na questão 5, houve um equilíbrio entre respostas “certa” e “errada”. Com isso, ficou percebido que alguns alunos ainda possuem alguma dificuldade na aplicação da regra da mão direita.

**Figura 16: Questão 5 da atividade diagnóstica**

5. A figura abaixo mostra uma espira retangular inicialmente em repouso, colocada entre dois ímãs em forma de barra com polaridades indicadas.



Quando a corrente passar pela espira, no sentido indicado acima, podemos afirmar que:

- a) a espira gira no sentido horário.
- b) a espira gira no sentido anti-horário.
- c) a espira gira alternadamente, ora no sentido horário ora no sentido anti-horário.
- d) a espira continuará em repouso.

Fonte: Elaborada pelo autor

Sendo assim, introduzimos nos próximos encontros uma abordagem sobre regra da mão direita, juntamente com algumas formas de produção de campos

magnéticos para que as dúvidas remanescentes possam ser sanadas. Esses conceitos prévios deveriam ser aprendidos pelos discentes para que servissem como base na aprendizagem de novos conceitos e com isso, utilizados na construção do conhecimento sobre Indução eletromagnética.

### 5.3.2 Segundo encontro

#### 5.3.2.1 Aplicação do segundo momento pedagógico

Esse encontro foi iniciado com a introdução do segundo momento pedagógico, a organização do conhecimento, a partir da sistematização das respostas dadas para os questionamentos realizados sobre os dois experimentos apresentados no encontro anterior. Na sistematização, algumas respostas dadas foram selecionadas pelo professor, debatidas e confrontadas com os discentes gerando uma discussão e construção de ideias sobre os experimentos e, conseqüentemente, sobre os conhecimentos físicos abordados nessas situações. Para Holliday (1996), ao sistematizar, não só se atenta aos acontecimentos, seu comportamento e evolução, como também às interpretações que os sujeitos têm sobre eles. Cria-se, assim, um espaço para que essas interpretações sejam discutidas, compartilhadas e confrontadas.

Na questão 1 da problematização inicial, houve uma grande diversidade de respostas, vejamos algumas delas:

#### Figura 17: Questão 1 da problematização inicial

Questão 1: Por que existe uma diferença no tempo de queda dos ímãs nos tubos apesar dos tubos serem “iguais”? O que poderia ocasionar essa diferença?

Fonte: Elaborada pelo autor

#### Figura 18 – Respostas dadas por seis alunos sobre o primeiro experimento apresentado na problematização inicial

*Aluno A: “maior espessura no tubo que demorou mais”*

*Aluno B: “outro ímã plugado que atrai o ímã que desce”*

*Aluno C: “posição de cada barra”*

*Aluno D: “espessura diferente dos tubos”*

*Aluno E: “força de atrito diferente nos tubos”*

*Aluno F: “purezas diferentes do cobre em cada tubo”*

Fonte: Elaborada pelo autor

Além de um número significativo de abstenções à resposta (aproximadamente 45% dos discentes) que corresponde a quase metade dos alunos da pesquisa. Ficaram evidenciadas concepções prévias erradas por parte dos alunos, visto que nenhum deles respondeu de forma correta.

Nas demais questões da problematização inicial (questões 2, 3 e 4) houve uma grande quantidade de representações conceituais corretas e com isso, o professor pôde organizar o conhecimento e utilizar essas concepções.

**Figura 19: Questões 2, 3 e 4 da problematização inicial**

Questão 2: Se o ímã colocado fosse de mesmo material e maior, o que aconteceria?  
Questão 3: Se utilizássemos um ímã de mesmo material e maior, o que ocorreria com o brilho do LED? Por quê?  
Questão 4: Se, em vez de 2000 voltas, fossem dadas mais voltas no fio de cobre, qual seria o resultado obtido na lâmpada de LED e no multímetro? Por quê?

Fonte: Elaborada pelo autor

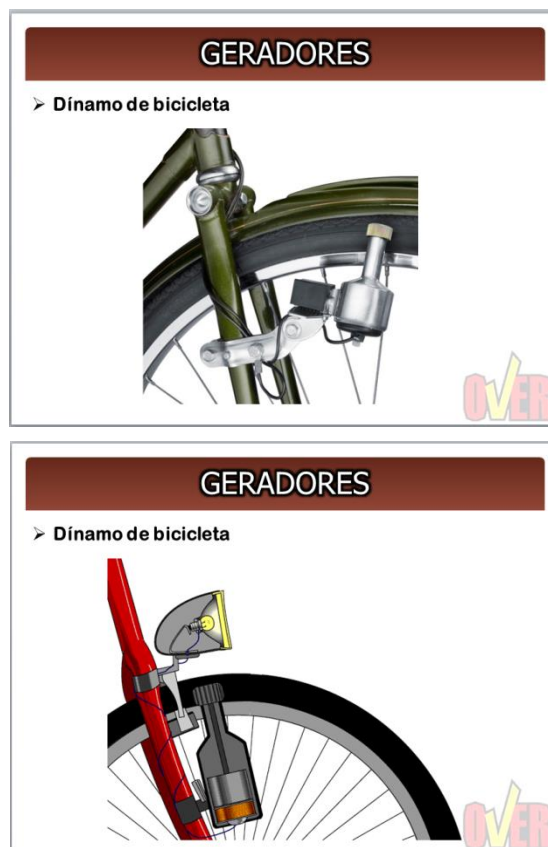
Após a sistematização, o professor realizou uma rápida explanação sobre as dificuldades apresentadas pelos alunos na atividade diagnóstica. Os conceitos relacionados à regra da mão direita e algumas formas de produção de campos magnéticos foram novamente abordados.

Os experimentos foram retomados sendo mostrada para os alunos a diferença entre os tubos apresentados no encontro anterior (os discentes demonstravam bastante ansiedade e curiosidade por saber a explicação para tal situação).

Logo após, foram discutidas algumas informações importantes sobre os geradores elétricos, tais como função, elementos constituintes e alguns exemplos. A partir daí, a aula baseou-se em mostrar o funcionamento, as diferenças e semelhanças existentes entre dois tipos de geradores elétricos: dínamos de bicicletas e motores de DVD (que funcionam como receptores elétricos, mas em nosso trabalho foram utilizados como geradores).

Os dois aparelhos mencionados foram levados (desmontados) e apresentados, em que os estudantes puderam ter contato direto e visualizaram os seus elementos internos. Para uma melhor visualização dos alunos e explanação por parte do professor, foram montados e apresentados slides (PowerPoint) com fotos desses componentes elétricos. Logo abaixo estão mostrados esses slides:

**Figura 20: Slides mostrando o dínamo acoplado em uma bicicleta**



Fonte: Elaborada pelo autor

**Figura 21: Slide mostrando os componentes internos de um dínamo**



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 22: Slide mostrando os componentes internos de um motor de DVD



Fonte: Elaborada pelo autor

### 5.3.3 Terceiro encontro

#### 5.3.3.1 Continuação da aplicação do segundo momento pedagógico

Para essa aula foi montada uma apresentação de slides (PowerPoint) que auxiliaram na exposição do conteúdo programado (Figura 23). Iniciou-se o encontro utilizando o funcionamento do dínamo (visto no encontro anterior) para explicar e formular o conceito de fluxo magnético e como ocorria a produção da força eletromotriz e da corrente induzida para, posteriormente, enunciar a Lei da Indução de Faraday. O professor pôde observar, durante o decorrer da aula, que os alunos conseguiram associar os conceitos da indução eletromagnética com as questões apresentadas nos dois experimentos da problematização inicial do primeiro encontro. Os estudantes ficaram ansiosos por formular as respostas e, logo após enunciar a Lei de Faraday, o professor atuou como mediador na formulação das respostas que foram feitas pelos próprios discentes.

Figura 23: Slides utilizados para construção do conceito sobre indução eletromagnética

### INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

- O funcionamento de geradores e a indução eletromagnética:



- Apenas a presença do ímã no interior do dinamo não é suficiente para o acendimento da lâmpada. Por que?
- Isso pode ser compreendido pelo princípio de conservação de energia.

### INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA



- Quando ímã gira dentro do dinamo gera um fluxo magnético ao longo da bobina. Esse fluxo produz uma corrente elétrica na bobina. Essa corrente é chamada de corrente elétrica induzida.
- Essa corrente foi produzida por uma força eletromotriz (fem) induzida.

### INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

- O funcionamento de geradores e a indução eletromagnética:



- Se o acendimento da lâmpada pudesse ser causado pela presença do ímã em repouso significaria que a energia estaria "saindo" do interior do ímã. Isso implicaria no "desgaste" do ímã com o passar do tempo.

### INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

- Pode-se enunciar a lei de Faraday da indução eletromagnética da seguinte forma:

A intensidade da fem induzida ( $\varepsilon$ ) em uma espira condutora é dada pela taxa de variação temporal do fluxo magnético através dessa espira.

Fluxo magnético  
Campo magnético  
variável      →      Corrente elétrica  
induzida no circuito

### INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

- Observem a seguinte situação de um campo gerado por um ímã em forma de barra:



- Ao aproximar a espira do ímã, o número de linhas que atravessam a espira aumenta!
- Número de linhas que atravessam a espira = Fluxo magnético.

Fonte: Elaborada pelo autor

### 5.3.3.2 Análise dos resultados da atividade de avaliação de conhecimentos

A avaliação dessa atividade ocorreu de forma qualitativa, levando em consideração o uso de determinados conceitos-chave em cada resposta dada de forma a torná-las corretas. Segundo Alves (1991), uma pesquisa qualitativa gera um enorme volume de dados que precisam ser organizados e compreendidos. Isso é feito através de um processo que procura identificar padrões e tendências

desvendando-lhes o significado. Esse é um processo complexo, não linear, que implica um trabalho de redução, organização e interpretação dos dados.

Na questão 1, o aluno deveria lembrar que o brilho do LED está relacionado ao aumento da corrente elétrica induzida. Para essa situação, ocasionaria tal efeito o uso de um ímã de tamanho maior (considerando o mesmo material do primeiro ímã) e/ou um aumento na quantidade de movimentos contínuos realizados pela pessoa sobre a lanterna. Em ambos os casos ocorreria um maior fluxo magnético através da bobina gerando um aumento na corrente produzida.

**Figura 24: Questão 1 da atividade de avaliação de conhecimentos**

1. No experimento da lanterna de indução apresentado no primeiro encontro, o que ocasiona o aumento do brilho do LED?

Fonte: Elaborada pelo autor

Na questão 2, o discente deveria informar que a afirmação é falsa. A produção de corrente em um determinado gerador elétrico ocorre independentemente de o ímã ser colocado como rotor ou estator e vice-versa. Esse fato foi demonstrado em sala de aula no encontro anterior quando o professor apresentou o funcionamento de dois tipos de geradores elétricos.

**Figura 25: Questão 2 da atividade de avaliação de conhecimentos**

2. A partir da análise da afirmação abaixo, julgue em verdadeira ou falsa:  
 “Nos geradores elétricos, a montagem só pode ser feita se o ímã for colocado na parte fixa (estator) e a bobina na parte móvel (rotor), uma vez que só ela pode sentir o campo magnético criado por ele”.

Fonte: Elaborada pelo autor

Na questão 3, a principal transformação de energia realizada por um dínamo de bicicleta é energia mecânica em energia elétrica. Essa é a principal transformação ocorrida em geradores elétricos que utilizam a indução eletromagnética. A segunda pergunta proporcionou ao aluno relacionar o funcionamento desses dínamos com outros tipos de geradores elétricos mesmo que eles não tenham sido abordados pelo professor durante as aulas. Como outros exemplos, poderiam ser citados os geradores de usinas hidrelétricas, geradores de usinas eólicas, alternadores ou dínamos de automóveis, dentre outros. Alguns tipos



de motores (DVD, carrinhos de controle remoto e impressoras) podem ser utilizados como geradores de energia elétrica, portanto também podem ser mencionados nas respostas.

**Figura 26: Questão 3 da atividade de avaliação de conhecimentos**

3. Qual a principal transformação de energia realizada por um dínamo de bicicleta? Em quais outras situações temos tal transformação?

Fonte: Elaborada pelo autor

A questão 4 utiliza uma condição essencial para o funcionamento desse tipo de geradores elétricos: o movimento relativo entre o rotor e o estator produzindo uma variação do fluxo magnético. Portanto, o discente deveria informar tal condição em sua resposta. Para uma resposta mais completa e com maior riqueza de detalhes, o discente poderia dizer que não é possível a produção de energia elétrica com o rotor estático devido ao princípio de conservação de energia (fato já citado no encontro anterior).

**Figura 27: Questão 4 da atividade de avaliação de conhecimentos**

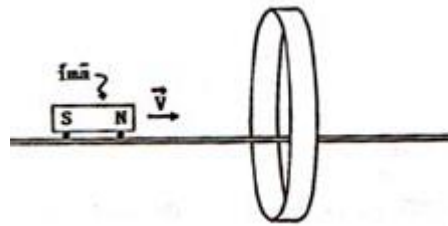
4. Nos geradores elétricos, é possível produzir energia elétrica sem haver movimento por parte do rotor?

Fonte: Elaborada pelo autor

Na questão 5, o aluno teria que identificar que o surgimento de corrente elétrica acontece devido a uma variação do fluxo magnético entre o ímã e a espira. Isso vai ocorrer quando houver um movimento relativo entre ambos, o que torna as duas primeiras afirmações verdadeiras e as duas últimas, falsas.

**Figura 28: Questão 5 da atividade de avaliação de conhecimentos**

5. Um ímã é preso a um carrinho e desloca-se, no sentido indicado na figura abaixo, com velocidade constante ao longo de um trilho horizontal. Ao redor do trilho, está posicionada uma espira metálica. Nas situações descritas abaixo, indique em quais delas ocorre o surgimento de corrente elétrica ao longo da espira.

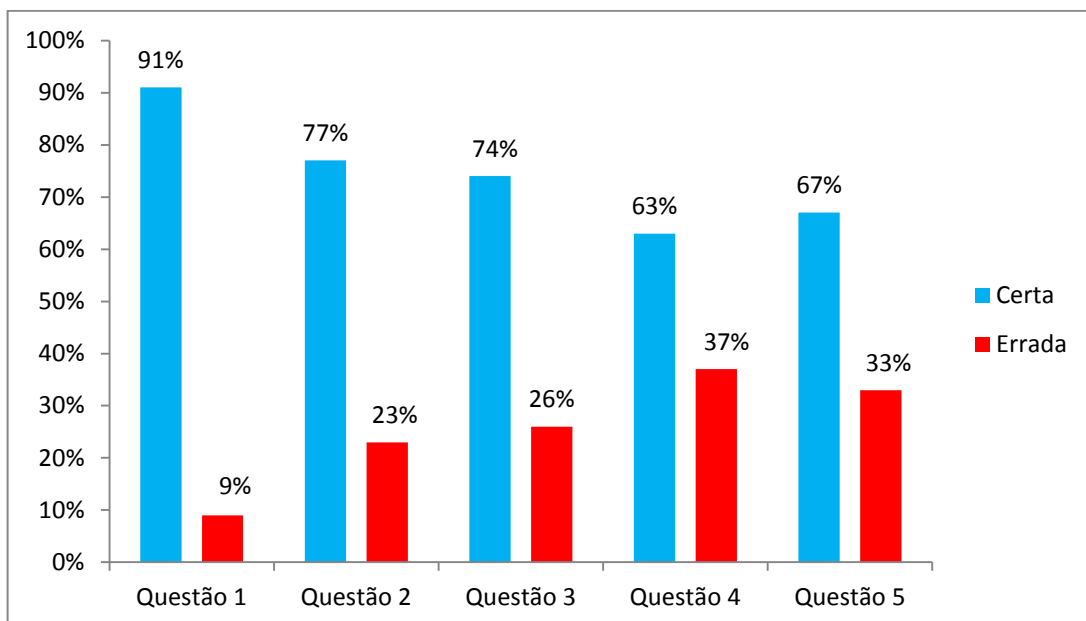


- ( ) Quando o ímã estiver se aproximando da espira.
- ( ) Quando o ímã estiver se afastando da espira.
- ( ) Quando o ímã parar e a distância entre ele e a espira permanecer a mesma.
- ( ) Em nenhuma situação ocorre surgimento de corrente elétrica.

Fonte: Elaborada pelo autor

A seguir, representamos um gráfico (gráfico 2) com os acertos e erros obtidos em cada uma das questões e com isso, podemos indicar se a aprendizagem ocorreu de forma eficaz.

**Gráfico 2: Média de acertos e erros nas questões da atividade de avaliação de conhecimentos**



Fonte: Elaborado pelo autor

De uma maneira geral, segundo os resultados apresentados no Gráfico 2, percebemos que o índice de acertos das questões dessa atividade foi bastante satisfatório e ficou em torno de 74%. A partir disso, fizemos uma análise de cada uma das questões apontando os principais pontos positivos e negativos juntamente com algumas observações.

Na questão 1, é perceptível, de acordo com observações realizadas em sala de aula, que o uso do experimento possivelmente seja a principal causa de um maior interesse dos estudantes em relação ao assunto abordado. A utilização de uma situação prática fazendo com que os eles pudessem compreender melhor os conceitos relacionados também pode ser considerada importante, visto que a pergunta estava diretamente relacionada com a situação apresentada na problematização inicial e em torno de 91% dos discentes responderam de forma correta.

Na questão 2, a maioria dos alunos soube mostrar que nas duas montagens ocorre variação de fluxo magnético, conseqüentemente, o funcionamento do gerador acontece normalmente. Cerca de 50% deles ainda citaram, como exemplo, os dois tipos de geradores apresentados em sala de aula (dínamos e motores de DVD), uma vez que em cada um desses geradores o ímã é montado de maneira diferente, ora como rotor ora como estator.

Na questão 3, cerca de 74% dos alunos conseguiram aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula informando corretamente o principal tipo de transformação de energia envolvida. Desses, em torno de 18% apenas não conseguiram informar outras situações envolvendo o tipo de transformação realizada, o que era pedido na segunda pergunta da questão. O resultado é bastante satisfatório, pois, além de compreenderem os tipos de transformações envolvidas, ainda conseguiram relacionar com outras situações presentes em seus cotidianos.

A questão 4 causou, em uma parcela dos alunos (cerca de 20%), alguns problemas referentes ao que estava sendo pedido e ao que foi respondido por esses estudantes. Ocorreu uma confusão em relação ao processo com que a energia é produzida e pode ter sido ocasionado por uma má formulação da questão apresentada. Por exemplo:

**Figura 29: Resposta dada por um aluno na questão 4 da atividade final**

*“Aluno X: Sim, pode ocorrer a produção de energia elétrica sem movimento.  
Ex.: pilhas”.*

Fonte: Elaborada pelo autor

O professor questionou se seria possível a produção de energia elétrica sem movimento por parte do rotor, levando em consideração o processo de indução

eletromagnética (assunto que estava sendo abordado com os alunos nessa unidade). Tais discentes informaram outra forma de produção de energia em geradores (o que ocorre nas pilhas), ou seja, esses estudantes associaram o termo “geradores elétricos” apenas para pilhas e baterias não levando em consideração que a energia pode ser transformada de outras maneiras. Assim, pode-se afirmar que a pergunta juntamente com o conceito de geradores elétricos ocasionou uma confusão em alguns alunos. Portanto, para uma utilização posterior do trabalho, sugere-se uma modificação do questionamento e com isso evitar tal situação. Uma sugestão para a formulação da nova pergunta seria: *“Nos geradores elétricos que utilizam a indução eletromagnética no processo de transformação de energia, é possível produzir energia elétrica sem haver movimento por parte do rotor?”*. É importante que o professor ressalte os diversos tipos de geradores existentes juntamente com as diversas formas de transformações realizadas por eles. Constatou-se que a maioria compreendeu seu sentido e com isso em torno de 63% deles responderam de forma correta.

A questão 5 era composta por quatro situações em que os alunos deveriam informar em quais delas ocorriam a produção de corrente elétrica induzida ao longo da espira devido ao processo de indução eletromagnética. Para a questão ser considerada “certa”, os discentes deveriam assinalar que as duas primeiras afirmações estavam corretas. Aquele que assinalasse apenas uma afirmação de forma correta teria a questão considerada “errada”, visto que a produção de corrente elétrica induzida está relacionada ao movimento relativo entre ímã e espira, portanto as duas alternativas estavam interligadas. Novamente, uma média satisfatória respondeu a questão de forma correta (em torno de 67%).

Com esse resultado, concluiu-se que os alunos conseguiram associar corretamente a produção de corrente elétrica agregada ao movimento relativo entre espira e ímã, independente de qual das peças se move.

Para Araújo e Abib (2003), 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 consistente. Com isso, podemos inferir que as escolhas das atividades experimentais juntamente com situações do cotidiano dos estudantes foram essenciais para o desempenho dos mesmos durante as atividades e observações realizadas.

### 5.3.4 Quarto encontro

#### 5.3.4.1 Aplicação do terceiro momento pedagógico

Começamos o encontro formulando as respostas para as quatro questões apresentadas durante o primeiro encontro (problematização inicial). Para as questões 1 e 2 utilizou-se um artigo intitulado: “A frenagem eletromagnética de um ímã que cai” (SILVEIRA; LEVIN; RIZZATO, 2009). No artigo, os autores descrevem e ilustram um experimento semelhante ao que foi realizado pelo professor em sala de aula. Para nossa formulação foi utilizado apenas o modelo teórico do experimento, visto que o modelo matemático utilizava uma riqueza e uma complexidade não abordada em nosso trabalho. Para as questões 3 e 4 o professor deixou “livre” para que os próprios alunos pudessem formular suas respostas sempre atuando como mediador e organizador das ideias deles. De acordo com Coll (1998), a aprendizagem de conceitos que uma pessoa adquire de um determinado conhecimento acontece a partir do momento em que ele é capaz de dotar o significado de um material ou informação que lhe é apresentado, isto é, quando se compreende esse material, podendo, a partir disso, traduzi-lo para suas palavras. Desse modo, o aluno só aprende de forma real quando é capaz de trazer o conhecimento para sua própria realidade.

Após a formulação, o professor começou a informar os discentes sobre a montagem dos geradores elétricos. Para que os estudantes tivessem tempo suficiente e pudessem tirar as dúvidas provenientes das montagens, o docente informou que eles teriam uma semana a partir daquela data para as apresentações e, no dia especificado, cada grupo teria 10 minutos para mostrar como foram montados e como ocorre o funcionamento dos geradores. As dúvidas que surgissem com o desenvolvimento do trabalho poderiam ser tiradas via rede social (Facebook) na página do professor. Todos os participantes dos grupos deveriam ajudar nas montagens, pois no dia da apresentação seriam feitos questionamentos aleatórios, pelo professor, sobre partes componentes e funcionamento dos geradores.

Durante a semana notou-se uma grande quantidade e diversidade nas dúvidas. Algumas delas podem ser vistas na figura 30:

**Figura 30: Dúvidas relatadas pelos alunos sobre a montagem de geradores elétricos**

*Aluno X: “Professor, onde posso encontrar os LEDs?”.*

*Aluno Y: “Qual tipo de motor (gerador) eu posso utilizar e onde encontrá-lo?”.*

*Aluno Z: “Como fazer o gerador girar para produzir a corrente elétrica?”.*

*Aluno W: “No motor de impressora, quando fazemos o eixo girar, o que movimenta é o ímã ou as bobinas?”.*

Fonte: Elaborada pelo autor

Algumas dúvidas não faziam parte do assunto abordado (figura 31), mas tinham ligações com as montagens e também foram solucionadas pelo professor:

**Figura 31: Dúvidas relatadas por dois alunos sobre a montagem de geradores elétricos que não faziam parte do assunto abordado**

*Aluno K: “Professor, o LED só acende quando a hélice gira em um determinado sentido. Por quê?”.*

*Aluno L: “Quando utilizei um LED vermelho o mesmo não acendeu. Por que ao mudar a cor do LED o mesmo acendeu?”.*

Fonte: Elaborada pelo autor

A atuação do professor dando suporte às montagens escolhidas pelos alunos permitiu a condução do processo de forma que o seu papel fosse o de motivador, mediador e orientador de suas ideias com o objetivo de não afetar a autonomia dos estudantes que agiam como agentes de seu aprendizado. Segundo Lewin e Lomascólo (1998), preparar experiências, realizá-las, recolher e analisar dados e formular hipóteses encarando o trabalho como um processo de investigação favorece fortemente a motivação dos alunos fazendo-os adquirir curiosidades e dúvidas para obterem mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais.

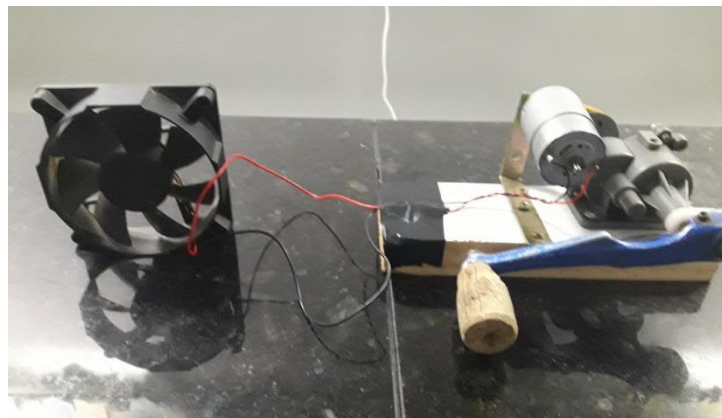
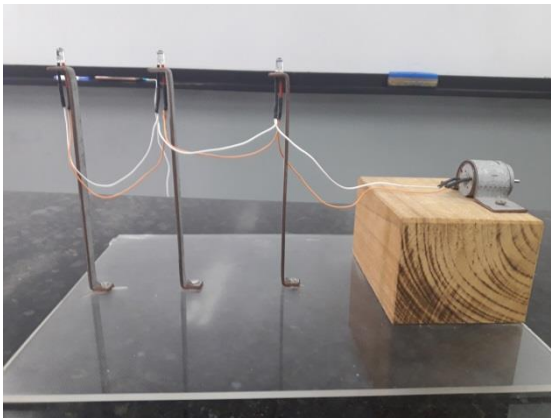
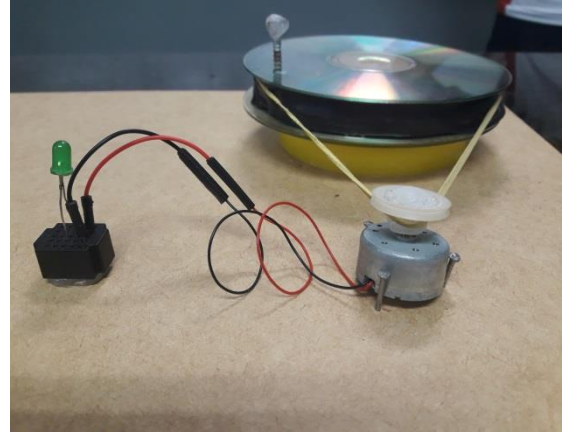
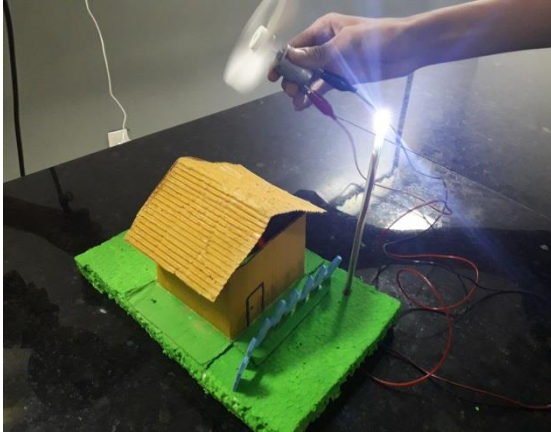
### **5.3.5 Quinto encontro**

#### **5.3.5.1 Continuação da aplicação do terceiro momento pedagógico**

Esse encontro foi dedicado exclusivamente às apresentações das montagens dos geradores elétricos realizadas pelos discentes ao longo da última semana. O

docente perguntou qual dos grupos gostaria de ser o primeiro a apresentar, pois a ordem de apresentação seria aleatória e sem nenhum critério. A seguir apresentamos alguns registros das montagens produzidas.

**Figura 32: Geradores produzidos pelos alunos**



Fonte: Elaborada pelo autor

Ao final das apresentações, foi pedido aos alunos que explicitassem o que tinham achado de toda a aplicação. Eles não precisavam identificar-se e teriam toda a liberdade para escrever suas opiniões a respeito dos nossos encontros. Esses dados foram analisados com base na facilidade ou dificuldade que os alunos perceberam durante o processo, não tendo sido levado em consideração nenhuma metodologia específica. De acordo com os alunos, a atividade realizada contribuiu bastante para o entendimento dos conceitos relacionados tornando a aprendizagem mais significativa e fazendo com que houvesse uma aceitação quase que unânime em relação à forma com que a atividade foi proposta.

A seguir (figura 33) listamos alguns comentários tecidos por eles a respeito de todo o processo realizado durante os cinco encontros:

**Figura 33: Relatos de alunos em relação a aplicação do produto educacional**

*Aluno A: “O trabalho foi ótimo, aprendi muito, mais do que em aulas tradicionais”.*

*Aluno B: “Na minha opinião, essa metodologia é melhor, pois o aluno se envolve mais, além do fato de a montagem dos geradores ajudar a aumentar o interesse”.*

*Aluno C: “Muito bom! A dinâmica torna a aula e os ensinamentos mais interessantes como também um melhor conhecimento sobre os itens do cotidiano”.*

*Aluno D: “Foram ótimas as aulas. Aprendi muito! Gosto de ver as coisas que aparecem no meu cotidiano”.*

*Aluno E: “Esse método de aula é bastante interessante, principalmente, porque facilita a associação e a aplicação do conteúdo no cotidiano. Além disso, estimula o próprio aluno a buscar conteúdo e teoria para se aprofundar no assunto”.*

*Aluno F: “Extremamente útil e mais eficiente, tanto pelo trabalho mais dinâmico como também pelo esforço em casa que melhorou muito o entendimento. A teoria fica bem mais clara”.*

*Aluno G: “As aulas foram ótimas, principalmente os questionamentos feitos nas aulas e o desenvolvimento das repostas”.*



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tornar a Física mais atrativa e fazer com que os alunos sintam-se mais estimulados para a aquisição de conhecimentos, aumentando o interesse pela ciência é um dos desafios atuais para os professores. Nosso trabalho buscou uma abordagem que proporcionasse e estimulasse uma maior participação dos discentes durante as aulas e, com isso, pudesse fazer com que eles construíssem o conhecimento necessário e a aprendizagem tornar-se potencialmente significativa.

A aplicação do produto educacional ocorreu de forma a inserir conceitos relacionados à indução eletromagnética a partir do funcionamento de alguns tipos de geradores elétricos. Como referencial teórico, utilizaram-se os três momentos pedagógicos do Delizoicov (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento). Esses momentos são utilizados para contemplarem aspectos metodológicos associados ao desenvolvimento dos conteúdos.

Podemos citar os resultados alcançados baseados nos objetivos específicos propostos. No primeiro objetivo, propomos verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre alguns conceitos básicos de magnetismo. Para isso utilizamos uma atividade diagnóstica composta por cinco questões com conceitos físicos básicos sobre o magnetismo. A atividade diagnóstica permite que o professor obtenha elementos e informações referentes aos conhecimentos adquiridos pelos alunos em aulas anteriores, fazendo com que o docente possa organizar e adequar à aplicação do trabalho. Verificou-se, por meio dos resultados apresentados, que os alunos possuíam esses conhecimentos necessários para a aplicação. Eles mostraram habilidades sobre conceitos básicos do magnetismo, porém algumas dificuldades referentes à regra da mão direita e algumas formas de produção de campos magnéticos que puderam ser sanadas em encontros posteriores pelo professor.

O segundo objetivo foi produzir uma unidade didática para formar o conceito de indução eletromagnética. Como dito anteriormente, ela foi elaborada e organizada a partir de elementos e informações obtidas na atividade diagnóstica. Para que pudessemos atingir esse objetivo, aplicamos dois momentos pedagógicos do Delizoicov. A problematização inicial atuou tanto para identificarmos concepções alternativas quanto para a motivação dos alunos durante a aplicação do produto. Nesse momento, a partir das quatro questões problematizadoras aplicadas, percebemos que algumas concepções alternativas apresentadas necessitavam de

determinados embasamentos teóricos para que pudessem se transformar em respostas corretas. Nessa atividade, os alunos demonstraram a curiosidade e com isso a necessidade de aquisição de novos conhecimentos, ou seja, as questões apresentadas precisavam ser resolvidas. Isso ficou percebido devido a um alto número de perguntas e questionamentos realizados. Vale ressaltar que alguns alunos conseguiam relacionar os experimentos mostrados com situações vivenciadas em seus cotidianos. Durante a organização do conhecimento, à medida que os aparelhos em funcionamento eram apresentados, os estudantes manifestavam interesse em saber a explicação física para aquela situação. Percebendo isso, o docente estimulava-os para a construção do conhecimento e conseqüentemente a explicação desejada.

No terceiro objetivo específico propusemos verificar qualitativamente a eficiência do uso da unidade didática no ensino da indução eletromagnética. Essa verificação foi realizada por meio de uma atividade composta por cinco questões teóricas. As questões abordadas nessa atividade expressaram os conhecimentos que os discentes deveriam obter sobre a indução eletromagnética. Com isso, os discentes tornaram-se capazes de identificar situações práticas do cotidiano relacionadas ao funcionamento dos aparelhos já apresentados em sala. Foram propostos objetivos a serem alcançados em cada uma das questões da atividade. Baseando-se na interpretação dos dados das respostas dos alunos na atividade e nas observações realizadas em sala, ficou constatado que 1) os experimentos despertaram um maior interesse em relação ao assunto abordado, gerando uma melhor compreensão dos conceitos; 2) o funcionamento de geradores elétricos mostrou-se bastante importante na construção de determinados conceitos relacionados à indução eletromagnética e os discentes puderam identificar as transformações de energias envolvidas e relacioná-las com outras situações presentes em seus cotidianos.

Podemos ponderar que, em algumas respostas dadas nessa atividade (cerca de 20%), ocorreu uma confusão em relação ao processo com que a energia é produzida e pode ter sido ocasionado por uma má formulação da questão apresentada. Posteriormente, foi produzida uma nova formulação para a questão e espera-se que tal confusão não ocorra nas próximas aplicações.

No quarto objetivo, propomos a construção de geradores elétricos pelos alunos. Essa etapa corresponde à aplicação do terceiro momento pedagógico do

Delizoicov. Os discentes foram bastante participativos nessa atividade. Era comum a procura pelo professor para que tirassem dúvidas sobre as montagens e sobre os materiais utilizados. Durante as montagens, existiu uma grande interação entre participantes do mesmo grupo e, principalmente, entre participantes de grupos diferentes, visto que os alunos se ajudavam com dicas de locais de aquisição de materiais e montagens dos geradores. A atividade prática despertou autonomia por parte deles e fez com que os estudantes tivessem condições de analisar cada parte da montagem e aplicar os conceitos estudados. Um dos alunos relatou essas dificuldades encontradas:

**Figura 34: Relatos de um aluno em relação a dificuldade na montagem do gerador**

*Aluno A: “Olha... gostei muito da atividade, mas eu tive muito estresse fazendo o gerador, tirar parafuso, colar na posição certa, achar os materiais e tal. No fim considero como uma experiência bastante interessante”.*

Fonte: Elaborada pelo autor

Com esse relato, percebe-se que as dificuldades nas montagens ocasionam um desafio para os estudantes. O entendimento dos conceitos envolvidos, juntamente com a conclusão da montagem dos geradores, gera nos discentes uma aprendizagem bem mais prazerosa e significativa.

Por fim, concluímos que o uso dos três momentos pedagógicos como organizador do trabalho didático-pedagógico do professor mostrou-se bastante eficaz durante o desenrolar das atividades. Espera-se que esta dissertação possa ser utilizada posteriormente para o ensino da indução eletromagnética e para o desenvolvimento de outros trabalhos relacionados

## REFERÊNCIAS

- ALVES, Alda Judith. O planejamento de pesquisas qualitativas em educação. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, 77, p. 53-61, 1991. Disponível em: < <http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/cp/article/view/1042>>. Acesso em: 20 ago. 2017.
- AMARAL, L.O.F.; SILVA, A.C. Trabalho prático: concepções de professores sobre as aulas experimentais nas disciplinas de Química Geral. **Cadernos de Avaliação**, Belo Horizonte, v. 1, n. 3, p. 130-140, 2000.
- ARAUJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.
- BONADIMAN, Helio; NONENMACHER, Sandra EB. O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 2, p. 194-223, 2007.
- 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.
- COLL, C. **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: Saraiva, 1998.
- CORTESÃO, Luiza. Formas de ensinar, formas de avaliar: breve análise de práticas correntes de avaliação. In: ABRANTES, P.; ARAÚJO, F. (Coord.). **Avaliação das aprendizagens, das concepções às práticas**. Lisboa: DEB ME, 2002. p. 35-42.
- DELIZOICOV, Demétrio. Ensino de Física e a concepção freiriana de educação. **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.
- \_\_\_\_\_; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.
- \_\_\_\_\_. **Metodologia do ensino de ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994.
- DEPONTI, Maria Aparecida Monteiro; LUCCHESI, Marcia Maria. Geração de energia elétrica: uma temática para o estudo do eletromagnetismo. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 6, 2014, Bagé-RS. **Anais...** Bagé-RS: Unipampa, 2014.
- ELLIOT, Andrew J. et al. A conceptual history of the achievement goal construct. **Handbook of competence and motivation**, v. 16, n. 2005, p. 52-72, 2005.
- ERTHAL, João Paulo Casaro; GASPARI, Alberto. Atividades experimentais de demonstração para o ensino de corrente alternada ao nível do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 346-360, 2008.
- FERNANDES, M. E. Memória camponesa. In: REUNIÃO ANUAL DE PSICOLOGIA, 21, 1991, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, (no prelo).

GONÇALVES, Fábio Peres; GALIAZZI, Maria do Carmo. A natureza das atividades experimentais no ensino de Ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de licenciatura. In: MORAES, Roque; MANCUSO, Ronaldo (Org.). **Educação em Ciências**: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Unijuí, 2004. p. 237-252.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. 6 ed. São Paulo: LTC, 2003. v. 3.

HOLLIDAY, Oscar Jara et al. **Para sistematizar experiências**. João Pessoa: UFPB, 1996.

HODSON, D. Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

LEWIN, A. M. F.; LOMÁSCOLO, T. M. M. La metodología científica em la construcción de conocimientos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 147-154, 1998.

MACÊDO, Josué Antunes de. **Simulações computacionais como ferramenta auxiliar ao ensino de conceitos básicos de eletromagnetismo**: elaboração de um roteiro de atividades para professores do ensino médio. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

NEVES, Margarida Saraiva; MOREIRA, Marco Antonio; SAHELICES, María Concesa Caballero. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da Física, em sala de aula: um estudo exploratório. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 383-401, dez. 2006.

PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2015.

PIRES, Cristina Fátima de Jesus Silva; FERRARI, Paulo Celso; DE OLIVEIRA QUEIROZ, José Rildo. A tecnologia do motor elétrico para o ensino de Eletromagnetismo numa abordagem problematizadora. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 6, n. 3, 2014.

RODRIGUES, José Jorge Vale. **O ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/1569>>. Acesso em: 11 abr. 2017.

SANMARTI, Neu. El diseño de unidades didáticas. In: Didáctica de las ciencias experimentales. In: PALACIOS, Francisco Javier Morales; LEÓN, Pedro Cañal de (Org.). **Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias**. Alcoi, Espanha: Marfil, 2000.

SANTOS, Emerson Izidoro dos; PIASSI, Luís Paulo de Carvalho; FERREIRA, Norberto Carvalho. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de física: uma experiência em formação

continuada. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9, 2004, Jaboticatubas. **Anais...** São Paulo: SBF, 2004. p. 1–18.

SÉRÉ, Marie-Geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, António Dias. O papel da experimentação no ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 30-42, 2003.

SILVEIRA, Fernando Lang da; LEVIN, Yan; RIZZATO, Felipe Barbedo. A frenagem eletromagnética de um ímã que cai. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 3, p. 295-318, mar. 2009. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6236>>. Acesso em: 18 set. 2017.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – UNIDADE DIDÁTICA

#### **1 Tema:**

Indução Eletromagnética

#### **2 Número de aulas:**

Essa unidade didática foi desenvolvida para 5 (cinco) encontros, equivalente a 5 aulas com duração de 50 minutos cada.

#### **3 Apresentação:**

O ensino da Física tem como principal objetivo o estudo da natureza e os fenômenos relacionados a ela. No nosso cotidiano, nos deparamos com inúmeras situações de fenômenos físicos relacionados ao magnetismo devido a grande evolução tecnológica em aparelhos elétricos, o que motiva uma discussão mais detalhada e, conseqüentemente, uma maior interação dos discentes com o assunto.

As atividades aqui apresentadas são conduzidas pelo docente e baseadas nos três momentos pedagógicos segundo Delizoicov & Angotti (1991): Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento com o intuito de provocar discussões, motivar, apresentar situações do cotidiano, funcionamento de aparelhos, relacionar a teoria com a prática (reduzindo o nível de abstrações presentes e o distanciamento do assunto abordado com o dia a dia dos alunos) e fazer com que, de acordo com cada etapa, haja reflexão, questionamentos e interação em cada nova situação que for surgindo tentando romper a barreira entre o senso comum e o conhecimento científico.

#### 4 Objetivo geral:

Relacionar o funcionamento de geradores elétricos com o conceito de indução eletromagnética.

#### 5 Conteúdos de aprendizagem:

**5.1 – Conceituais:** Fluxo magnético, Indução Eletromagnética (Lei de Faraday) e Lei de Lenz.

**5.2 – Procedimentais:** Conhecer as partes que compõem alguns geradores elétricos (dínamos e motores elétricos em geral) e o funcionamento dos mesmos, Definir a Lei de Indução de Faraday, exemplificar as aplicações cotidianas e construir um gerador de energia elétrica caseiro.

**5.3 – Atitudinais:** Valorizar suas próprias ideias e Refletir sobre a importância da Física para a compreensão dos fenômenos presentes no seu cotidiano.

#### 6 Sequência de atividades:

##### Encontro 1:

Apresentação do plano de curso, aplicação de um questionário (apresentado abaixo) com objetivo de diagnóstico inicial e sondagem de conhecimentos prévios sobre os assuntos que servirão como base para a sequência da unidade, divisão de grupos (entre três e cinco participantes cada).

1. São representados abaixo três ímãs em forma de barra. Sabe-se que o polo A atrai o polo C e repele o polo E. Se o polo F é sul, determine as polaridades de A, C e E.



2. Analise a afirmação abaixo se ela é verdadeira ou falsa.



"O movimento da agulha de uma bússola diante de um ímã é explicado da mesma forma que o movimento de um ímã frente a outro ímã."

3. Os campos magnéticos podem ser gerados de diversas maneiras. Em relação a esses campos, marque V (verdadeiro) ou F (falso):

( ) Motores elétricos transformam energia elétrica em energia mecânica usando campos magnéticos nesse processo.

( ) Uma carga elétrica em movimento dentro de um campo de indução magnética sempre está sujeita a ação de uma força magnética.

( ) Quando um ímã é dividido em dois pedaços, estes constituirão dois novos ímãs produzindo intensidades menores de campos magnéticos.

( ) Bússola é um instrumento sensível à presença de campos magnéticos.

( ) Cargas elétricas em repouso geram campos magnéticos.

4. Analise as afirmações a respeito do campo magnético gerado por uma espira circular.

I – O módulo do campo magnético gerado por uma espira é diretamente proporcional ao seu raio;

II – Se a corrente elétrica que flui por uma espira for dobrada, o campo magnético gerado por ela será duas vezes maior;

III – O sentido da corrente elétrica não interfere na direção e sentido do vetor indução magnética.

Está correto o que se afirma em:

a) I e II

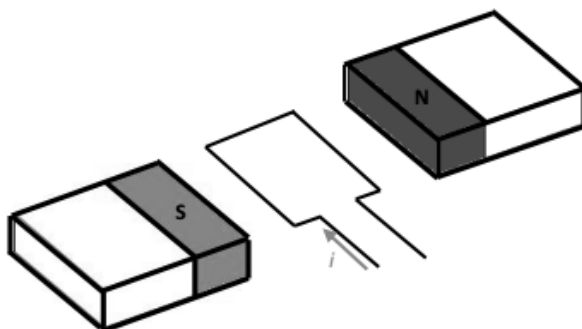
b) II e III

c) I e III

d) Apenas III

e) Apenas II

5. A figura abaixo mostra uma espira retangular inicialmente em repouso, colocada entre dois ímãs em forma de barra com polaridades indicadas.



Quando a corrente passar pela espira, no sentido indicado acima, podemos afirmar que:

- a) a espira gira no sentido horário.
- b) a espira gira no sentido anti-horário.
- c) a espira gira alternadamente, ora no sentido horário ora no sentido anti-horário.
- d) a espira continuará em repouso.

### **A problematização inicial:**

Será apresentado aos alunos um experimento representando um freio eletromagnético que é composto por dois tubos de cobre rígido 3/4'' com 80 cm cada, onde um deles possui um corte fino e paralelo ao tubo ao longo de toda sua extensão e um experimento representando uma lanterna de indução composta por uma bobina construída com um fio de cobre e aproximadamente 2.000 voltas em torno de um cano de pvc 3/4'' com aproximadamente 10 cm onde os terminais do fio podem ser ligados a um LED ou a um multímetro a partir de pontas de prova tipo garra jacaré. A apresentação dos materiais seguirá os seguintes passos:

1º passo: os tubos de cobre (onde aquele que possui o corte paralelo esteja voltado para o professor para que os alunos não consigam vê-lo) são apresentados e o professor pedirá que os alunos permaneçam atentos no tempo de queda do ímã quando o mesmo for solto em uma de suas extremidades, primeiramente no tubo que não possui o corte. O processo será repetido no tubo que possui o corte e com isso duas questões problematizadoras serão apresentadas:

- Questão 1: Por que existe uma diferença no tempo de queda dos ímãs nos tubos apesar dos tubos serem "iguais"? O que poderia ocasionar essa diferença?
- Questão 2: Se o ímã colocado fosse de mesmo material e maior, o que aconteceria?

O professor solicitará que os alunos respondam as questões propostas, individualmente, em uma folha de papel. Após isso, o segundo experimento (lanterna de indução) será apresentado seguindo os seguintes passos:

1º passo: com os terminais ligados ao LED, a lanterna, que possui em seu interior um ímã de neodímio cilíndrico, será agitada a partir de movimentos contínuos e horizontais que movimentarão o ímã e farão o LED acender.

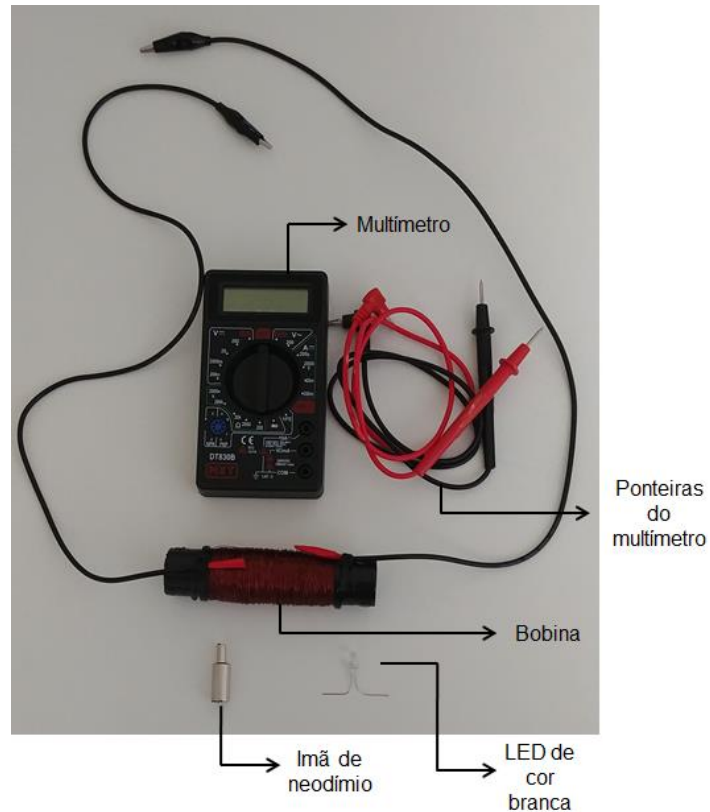
2º passo: o LED será retirado e os terminais da lanterna ligados ao multímetro que estará ajustado para medir corrente elétrica alternada. A lanterna voltará a ser agitada e o multímetro acusará a presença de determinada corrente no mostrador do aparelho que será observada pelos alunos.

A partir dos passos seguidos na apresentação do experimento, mais duas questões problematizadoras serão propostas aos alunos:

- Questão 3: Se utilizássemos um ímã de mesmo material e maior, o que ocorreria com o brilho do LED? Por quê?
- Questão 4: Se, em vez de 2000 voltas, fossem dadas mais voltas no fio de cobre, qual seria o resultado obtido na lâmpada de LED e no multímetro? Por quê?



**Figura 1** – Tubos de cobre (na parte superior tubo sem corte e na parte inferior tubo com corte)



**Figura 2** – Lanterna de indução e seus elementos componentes

Mais uma vez as questões deverão ser respondidas pelos alunos e todas as quatro questões entregues ao professor para que o mesmo possa analisá-las e sistematizá-las. Com a orientação do professor, os alunos discutirão entre si as questões propostas, para que possa acontecer a negociação entre os sentidos dados por eles aos fenômenos observados no experimento apresentado e os significados, desses, dados pela ciência. As conclusões encontradas serão utilizadas na construção do conhecimento sobre indução eletromagnética, por meio de uma sistematização dos conteúdos discutidos.

### **A organização do conhecimento:**

#### **Encontro 2:**

O professor iniciará o encontro com a sistematização do que foi discutido no encontro anterior. Nesse encontro os alunos serão levados a interagirem com seus conhecimentos prévios, portanto deverão ser retomados e discutidos com os alunos os questionamentos realizados na problematização inicial.

Serão mostrados os componentes que constituem alguns tipos de geradores elétricos (dínamo e motores de aparelhos elétricos) juntamente com os seus princípios de funcionamento para que o conceito de indução eletromagnética seja inserido. Os aparelhos serão desmontados e as partes constituintes apresentadas onde todos terão contato direto com os mesmos.

### **Encontro 3:**

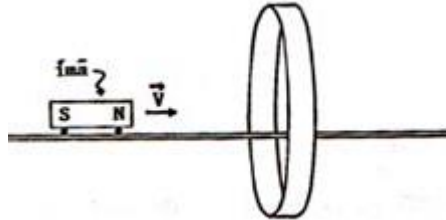
Definições, conceitos, relações e leis serão agora aprofundadas e apresentadas a eles por meio de slides (PowerPoint) desenvolvidos pelo professor onde os alunos poderão identificar e aplicar o que foi estudado em situações e aparelhos presentes no seu cotidiano.

Interações e questionamentos por parte do professor a respeito das práticas realizadas serão feitos podendo ocorrer, também, entre os integrantes de um mesmo grupo ou de outros grupos com o intuito de enriquecer seus conhecimentos e servir de motivação para novas descobertas por parte dos alunos.

Ao término do conteúdo, um questionário com cinco perguntas (apresentado abaixo) denominado “avaliação de conhecimentos sobre geradores e indução eletromagnética” será aplicado para os discentes como forma de investigação da aprendizagem e avaliação dos alunos durante o processo de apresentação dos geradores e da fundamentação teórica sobre indução eletromagnética. Serão feitas análises das respostas e os resultados serão usados para a comprovação da aprendizagem.

1. No experimento da lanterna de indução apresentado no primeiro encontro, o que ocasiona o aumento do brilho do LED?
2. A partir da análise da afirmação abaixo, julgue em verdadeira ou falsa:  
“Nos geradores elétricos, a montagem só pode ser feita se o ímã for colocado na parte fixa (estator) e a bobina na parte móvel (rotor), uma vez que só ela pode sentir o campo magnético criado por ele”.
3. Qual a principal transformação de energia realizada por um dínamo de bicicleta? Em quais outras situações temos tal transformação?
4. Nos geradores elétricos, é possível produzir energia elétrica sem haver movimento por parte do rotor?

5. Um ímã é preso a um carrinho e desloca-se, no sentido indicado na figura abaixo, com velocidade constante ao longo de um trilho horizontal. Ao redor do trilho, está posicionada uma espira metálica. Nas situações descritas abaixo, indique em quais delas ocorre o surgimento de corrente elétrica ao longo da espira.



- Quando o ímã estiver se aproximando da espira.
- Quando o ímã estiver se afastando da espira.
- Quando o ímã parar e a distância entre ele e a espira permanecer a mesma.
- Em nenhuma situação ocorre surgimento de corrente elétrica.

#### A aplicação do conhecimento:

##### Encontro 4:

No início do quarto encontro serão formuladas as respostas para as questões apresentadas na problematização inicial. Para o auxílio da formulação da resposta das questões 1 e 2 será utilizado e apresentado aos alunos algumas partes do artigo publicado no Caderno Brasileiro de Ensino de Física intitulado “A frenagem eletromagnética de um ímã que cai” (SILVEIRA; LEVIN; RIZZATO, 2009). Nas outras duas questões, a formulação ocorrerá de uma forma mais espontânea levando em consideração as situações e vertentes já apresentadas em cada um dos experimentos.

Nesse encontro os discentes serão direcionados a construírem projetos de maquetes de geradores elétricos a partir da instrução realizada pelo próprio professor. O mesmo atuará como mediador e motivador para esclarecer as dúvidas que possam aparecer sobre as construções e para que os alunos possam resolver os problemas que surgem ao longo das montagens.

##### Encontro 5:

Esse encontro será destinado para os alunos apresentarem as montagens de geradores produzidos por cada um dos grupos. O tempo de apresentação de cada grupo poderá variar dependendo da quantidade de grupos formados e na

apresentação deverão ser informadas as partes constituintes e como foram montados cada um dos geradores.

## 7 Sequências didáticas:

- Encontro 1:

- ✓ Apresentação do plano de curso;
- ✓ Aplicação do questionário de diagnóstico inicial;
- ✓ Divisão de grupos;

**Objetivo:** Motivar os alunos à compreensão da importância do tema no seu próprio cotidiano e no ensino da Física e Identificar os conhecimentos prévios dos discentes sobre alguns conceitos abordados anteriormente no magnetismo.

**Duração:** 25 minutos

- ✓ Problematização inicial e respostas, no papel, das questões propostas na problematização.

**Objetivo:** Desafiar os alunos a expor o que pensam sobre as questões levantadas pelo professor, a fim de que o mesmo possa ir conhecendo suas ideias sobre o assunto.

**Duração:** 25 minutos

- Encontro 2:

- ✓ Sistematização das respostas e retomada dos questionamentos propostos na problematização inicial;

**Objetivo:** Construir, a partir das respostas dos discentes, numa negociação entre sentido e significado, novos conhecimentos sobre o assunto e Reconhecer a organização do conhecimento promovida pelo aluno a partir dos questionamentos realizados e identificar a aprendizagem dos mesmos.

**Duração:** 20 minutos

- ✓ Apresentação de alguns tipos de geradores elétricos (dínamo e motores de aparelhos elétricos);

**Objetivo:** Identificar, conhecer, discutir sobre os elementos básicos que constituem um gerador elétrico, além do funcionamento dos mesmos.

**Duração:** 30 minutos

- Encontro 3:

- ✓ Exposição de conceitos relacionados à indução eletromagnética.

**Objetivo:** Inserir a fundamentação teórica sobre indução eletromagnética necessária para a aprendizagem do conteúdo.

**Duração:** 30 minutos

- ✓ Aplicação do questionário.

**Objetivo:** Avaliar os conhecimentos adquiridos durante o processo de apresentação dos geradores e da Fundamentação teórica sobre indução eletromagnética.

**Duração:** 20 minutos

- Encontro 4:

- ✓ Formulação das respostas para as questões apresentadas na problematização inicial.

**Objetivo:** Despertar o interesse dos discentes para que os mesmos possam formular respostas e motivá-los a aplicarem os conhecimentos adquiridos.

**Duração:** 10 minutos

- ✓ Orientações e suporte para a montagem das maquetes.

**Objetivo:** Promover o trabalho em equipe, orientar os possíveis problemas encontrados nas montagens e estimular a autonomia dos alunos.

**Duração:** 40 minutos

- Encontro 5:

- ✓ Avaliação dos geradores elétricos produzidos.

**Objetivo:** Avaliar o processo de aprendizagem a partir da apresentação dos geradores elétricos.

**Duração:** 50 minutos



## 8 Referências

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Metodologia do ensino de ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994. 208 p.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

GRAF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – **Leituras em Física: Eletromagnetismo**. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/eletromagnetismo.html>>

BARROS, Alexandre Nascimento. **Proposta de unidade didática para o ensino de eletrodinâmica com abordagem em instalações elétricas residenciais/** Alexandre Nascimento Barros – 2015.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 685p

SILVEIRA, Fernando Lang da; LEVIN, Yan; RIZZATO, Felipe Barbedo. **A frenagem eletromagnética de um ímã que cai**. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 3, p. 295-318, mar. 2009. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6236>>.

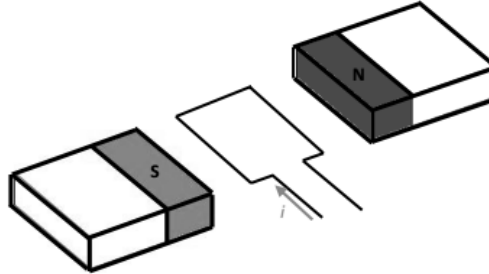
## APÊNDICE B – ATIVIDADE DIAGNÓSTICA

Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar o nível de conhecimento prévio dos alunos sobre conceitos básicos do magnetismo.</li> </ul>
Procedimentos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para atender aos objetivos apresentados e propor a fundamentação metodológica necessária será utilizado um enfoque qualitativo e específico nas questões. A atividade diagnóstica é constituída por perguntas que têm como intenção a caracterização dos saberes básicos dos alunos sobre o eletromagnetismo.</li> </ul>
Sujeitos da pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A pesquisa será realizada com duas turmas de 2ª série do ensino médio (uma com 26 alunos e a outra com 23 alunos), turno matutino, do Over colégio e curso, escola integrante da rede privada de ensino de Natal/RN.</li> </ul>
Validação da pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O questionário será validado pelo orientador, que analisará se as perguntas feitas estão coerentes com os objetivos da pesquisa.</li> </ul>
Tratamento dos dados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos os dados obtidos serão organizados no intuito de satisfazer o objetivo especificado anteriormente.</li> </ul>

Objetivos	Questões
<p>Nomear as polaridades dos ímãs e aplicar o princípio de atração e repulsão.</p>	<p>1. São representados abaixo três ímãs em forma de barra. Sabe-se que o polo A atrai o polo C e repele o polo E. Se o polo F é sul, determine as polaridades de A, C e E.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">A B</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">C D</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">E F</div> </div>
<p>Relacionar as situações envolvendo a produção de campos magnéticos.</p>	<p>2. Analise a afirmação abaixo se ela é verdadeira ou falsa. "O movimento da agulha de uma bússola diante de um ímã é explicado da mesma forma que o movimento de um ímã frente a outro ímã."</p>
<p>Identificar as diversas formas de produção de campos magnéticos.</p>	<p>3. Os campos magnéticos podem ser gerados de diversas maneiras. Em relação a esses campos, marque V (verdadeiro) ou F (falso):</p> <p><input type="checkbox"/> Motores elétricos transformam energia elétrica em energia mecânica usando campos magnéticos nesse processo.</p> <p><input type="checkbox"/> Uma carga elétrica em movimento dentro de um campo de indução magnética sempre está sujeita a ação de uma força magnética.</p> <p><input type="checkbox"/> Quando um ímã é dividido em dois pedaços, estes constituirão dois novos ímãs produzindo intensidades menores de campos magnéticos.</p> <p><input type="checkbox"/> Bússola é um instrumento sensível à presença de campos magnéticos.</p> <p><input type="checkbox"/> Cargas elétricas em repouso geram campos magnéticos.</p>
<p>Analisar e identificar as mudanças ocorridas no campo magnético produzido por uma espira circular</p>	<p>4. Analise as afirmações a respeito do campo magnético gerado por uma espira circular.</p> <p>I – O módulo do campo magnético gerado por uma espira é diretamente proporcional ao seu raio;</p> <p>II – Se a corrente elétrica que flui por uma espira for dobrada, o campo magnético gerado por ela será duas vezes maior;</p> <p>III – O sentido da corrente elétrica não interfere na direção e sentido do vetor indução magnética.</p> <p>Está correto o que se afirma em:</p> <p>a) I e II b) II e III c) I e III d) Apenas III e) Apenas II</p>

Aplicar a regra da mão direita e encontrar o sentido da força magnética.

5. A figura abaixo mostra uma espira retangular inicialmente em repouso, colocada entre dois ímãs em forma de barra com polaridades indicadas.

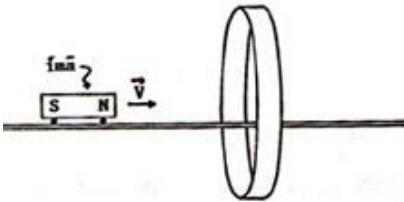


Quando a corrente passar pela espira, no sentido indicado acima, podemos afirmar que:

- a) a espira gira no sentido horário.
- b) a espira gira no sentido anti-horário.
- c) a espira gira alternadamente, ora no sentido horário ora no sentido anti-horário.
- d) a espira continuará em repouso.

### APÊNDICE C – ATIVIDADE DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS

Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar e comprovar o nível de conhecimento adquirido durante a aplicação da unidade didática, de maneira tal que saiba identificar a relação existente entre o funcionamento dos geradores elétricos e a indução eletromagnética.</li> </ul>
Procedimentos metodológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para atender o objetivo apresentado será utilizado um enfoque qualitativo e específico nas questões. O questionário pós-teste será constituído por perguntas que têm como intenção a caracterização dos saberes apresentados na unidade.</li> </ul>
Validação da pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>A atividade final será validada pelo orientador, que analisará se as perguntas feitas estão coerentes com o objetivo da pesquisa.</li> </ul>
Tratamento dos dados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todos os dados obtidos serão organizados no intuito de satisfazer o objetivo especificado anteriormente.</li> </ul>

Objetivos	Questões
Identificar como ocorre a mudança de corrente em um determinado gerador.	1. No experimento da lanterna de indução apresentado no primeiro encontro, o que ocasiona o aumento do brilho do LED?
Entender a montagem de um gerador elétrico e o processo de transformação de energia.	2. A partir da análise da afirmação abaixo, julgue em verdadeira ou falsa: “Nos geradores elétricos, a montagem só pode ser feita se o ímã for colocado na parte fixa (estator) e a bobina na parte móvel (rotor), uma vez que só ela pode sentir o campo magnético criado por ele”.
Apontar as transformações de energia envolvidas e relacioná-la a outras situações semelhantes.	3. Qual a principal transformação de energia realizada por um dínamo de bicicleta? Em quais outras situações temos tal transformação?
Aplicar os conhecimentos adquiridos sobre o princípio de funcionamento dos geradores.	4. Nos geradores elétricos, é possível produzir energia elétrica sem haver movimento por parte do rotor?
Identificar as diversas formas de surgimento de corrente elétrica induzida em uma espira.	<p>5. Um ímã é preso a um carrinho e desloca-se, no sentido indicado na figura abaixo, com velocidade constante ao longo de um trilho horizontal. Ao redor do trilho, está posicionada uma espira metálica. Nas situações descritas abaixo, indique em quais delas ocorre o surgimento de corrente elétrica ao longo da espira.</p>  <p>( ) Quando o ímã estiver se aproximando da espira.</p> <p>( ) Quando o ímã estiver se afastando da espira.</p> <p>( ) Quando o ímã parar e a distância entre ele e a espira permanecer a mesma.</p> <p>( ) Em nenhuma situação ocorre surgimento de corrente elétrica.</p>