



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS NATURAIS, MATEMÁTICAS E
ESTATÍSTICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE INDUÇÃO
ELETROMAGNÉTICA NA EJA COM USO DE UM KIT
EXPERIMENTAL**

JONARC PAULA DE OLIVEIRA

Mossoró – RN
2021

JONARC PAULA DE OLIVEIRA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE INDUÇÃO
ELETROMAGNÉTICA NA EJA COM USO DE UM KIT
EXPERIMENTAL

Dissertação de mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação da
UFERSA, como requisito obrigatório para
obtenção do título de Mestre em Ensino
de Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Nunes
Coelho

Mossoró–RN

2021

JONARC PAULA DE OLIVEIRA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA NA
EJA COM USO DE UM KIT EXPERIMENTAL**

Orientador:

Prof. Dr. Marcelo Nunes Coelho

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

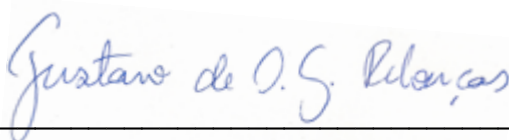
Aprovado em 30 de dezembro de 2021

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcelo Nunes Coelho (Orientador)

Presidente Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do
Norte



Prof. Dr. Gustavo de O. Gurgel Rebouças (Examinador Interno)
Examinador Universidade Federal Rural do Semi-Árido



Prof. Dr. Rubens Maciel Miranda Pinheiro (Examinador Eterno)
Examinador Instituto Federal do Ceará – Campos Tauá

Mossoró–RN
2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

O 48 Oliveira, Jonarc Paula de.
 SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE INDUÇÃO
 ELETROMAGNÉTICA NA EJA COM USO DE UM KIT
 EXPERIMENTAL / Jonarc Paula de Oliveira. - 2021.
 96 f. : il.

 Orientador: Marcelo Nunes Coelho.
 Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Física, 2021.

 1. Ensino experimental. 2. Indução
Eletromagnética. 3. Jovens e adultos. 4. Ensino
de Física. I. Coelho, Marcelo Nunes, orient. II.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

A minha companheira, minha mãe, colegas e professores que constituem um formidável capital pessoal indispensável para a conclusão de mais essa etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, responsável maior por toda a minha educação de base familiar e escolar em nível fundamental e médio.

A minha companheira, Daniele Bessa, por sua dedicação, apoio e fonte de inspiração.

Aos meus companheiros de estudos e todos os professores que tanto conhecimento e paciência dispuseram para o meu engrandecimento científico e profissional.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Nunes Coelho, por toda dedicação, paciência, compartilhamento de conhecimento e apoio para que esse trabalho pudesse ser realizado.

Ao CEJA Professora Maria Joélia de Carvalho Silva, toda a coordenação pedagógica, em especial a Katiele Aguiar e Wallesson Silva (Coordenadores de área), a Gildemário Lima Freire (Diretor), os demais coordenadores, professores e todos os servidores que atuam na escola.

A UFRSA, pela grandiosa oportunidade de participar deste excelente programa de pós-graduação.

A organização nacional do programa (MNPEF) por propiciar a todos nós participantes, esta experiência de grandioso aprimoramento profissional.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA NA EJA COM USO DE UM KIT EXPERIMENTAL

Jonarc Paula de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Nunes Coelho

RESUMO

O trabalho a seguir descreve uma proposta de ensino experimental para a educação de jovens e adultos (EJA) por meio de uma sequência didática subsidiada por um *kit* experimental desenvolvido para o uso em sala de aula. A proposta desse trabalho parte do fato, já bem conhecido na educação regional do estado do Ceará, especificamente na cidade de Pacajus onde foi aplicada a pesquisa e o produto em questão, da existência de uma defasagem bem maior na aprendizagem nos conteúdos de Física para essa modalidade e da quase inexistência de práticas experimentais no currículo didático ofertados aos estudantes da EJA na rede pública de ensino básico do Estado (Ceará). Nesse sentido, apresentamos uma breve perspectiva sobre os processos históricos e educacionais que permeiam o surgimento e o reconhecimento dessa modalidade diante do ensino básico. Em seguida, trazemos a fundamentação teórica deste trabalho baseada na pedagogia sociointeracionista de Vygotsky e associamos a uma metodologia que privilegie a participação ativa dos estudantes, a discussão problematizada, atividades práticas em grupo, elaboração e resolução de problemas relativos aos fenômenos observados. O leitor terá, também, um breve relato acerca do surgimento e elaboração dos principais conceitos científicos referentes ao eletromagnetismo, fazendo referências desde os primeiros relatos de Tales de Mileto (640-550 a.C.) às concepções mais clássicas e atuais da Indução Eletromagnética. Compõe esse trabalho, também, todos os detalhes de desenvolvimento do material experimental, suas medidas e como obtê-los para uma possível replicação deste material por outros profissionais. Descrevemos um relato da aplicação da sequência didática com práticas experimentais para alunos do ensino médio matriculados na modalidade da EJA. E, por fim, expomos as considerações finais acerca dos resultados obtidos e das perspectivas futuras para este produto.

Palavras-Chaves: Ensino experimental, Indução Eletromagnética, Jovens e adultos, Ensino de Física.

Mossoró – RN
2021

DIDACTIC SEQUENCE FOR TEACHING ELECTROMAGNETIC INDUCTION IN EJA WITH THE USE OF AN EXPERIMENTAL KIT

Jonarc Paula de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Nunes Coelho

ABSTRACT

The following paper describes a proposal for experimental teaching for youth and adult education (YAE) through a didactic sequence subsidized by an experimental kit developed for use in the classroom. The proposal of this work stems from the fact, already well known in the regional education of the state of Ceará, specifically in the city of Pacajus where the research and the product in question were applied, of the existence of a much larger gap in the learning of Physics contents for this modality and of the almost non-existence of experimental practices in the didactic curriculum offered to EJA students in the public basic education system of the state (Ceará). In this sense, we present a brief perspective on the historical and educational processes that permeate the emergence and recognition of this modality in basic education. Next, we bring the theoretical foundation of this work based on the social-interactionist pedagogy of Vygotsky and associate it with a methodology that favors the active participation of students, problematized discussion, practical group activities, elaboration and resolution of problems related to the observed phenomena. The reader will also have a brief account of the emergence and development of the main scientific concepts relating to electromagnetism, making references from the first reports of Thales of Miletus (640-550 BC) to the most classical and current conceptions of Electromagnetic Induction. This work also includes all the details of the development of the experimental material, its measurements and how to obtain them for a possible replication of this material by other professionals. We describe a report of the application of the didactic sequence with experimental practices for high school students enrolled in the modality of EJA. And, finally, we present the final considerations about the results obtained and the future prospects for this product.

Keywords: Experimental teaching, Electromagnetic induction, Young people and adults, Physics teaching.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 01: Relação entre as zonas de desenvolvimento psíquico.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 02: Diagrama de interação na AEP</i>	<i>20</i>
<i>Figura 03: Imagem do livro De Magnete</i>	<i>22</i>
<i>Figura 04: Ilustração da experiência realizada por Oersted</i>	<i>23</i>
<i>Figura 05: Diagrama contendo um ímã e uma espira alinhados no eixo Z e com origem no centro da espira.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 06: Esquema experimental para a observação da Corrente de Foucault.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 07: Estrutura básica do kit experimental.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 08: Estrutura básica de aplicação da sequência didática.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 09: Desenho gráfico do projeto para o kit de experimentos.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 10: Base de madeira para fixação dos componentes.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 11: Principais componentes para a prática Experimento de Oersted.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 12: Componentes fixos da prática Freio Magnético.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 13: Hastes para interação magnética.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 14: Polia da prática Gerador Manual.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 15: Conjunto de componentes do Gerador Manual.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 16: Diálogos iniciais sobre com um dos grupos.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 17: Demonstração em sala da estrutura completa do kit de experimentos....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 18: Alunos executando a prática Experimento de Oersted.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 19: Aluno experimentando a interação entre as hastes e o disco de alumínio</i>	<i>47</i>
<i>Figura 20: Teste de funcionamento do Gerador Manual.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 21: Realização da prática Gerador Manual.....</i>	<i>50</i>

LISTA DE EQUAÇÕES

<i>(Eq.1): Taxa de variação temporal do fluxo magnético</i>	<i>26</i>
<i>(Eq.2): Lei de Gauss.....</i>	<i>27</i>
<i>(Eq.3): A Lei de Gauss para o magnetismo.....</i>	<i>28</i>
<i>(Eq.4): A Lei Ampère.....</i>	<i>28</i>
<i>(Eq.5): A Lei Faraday.....</i>	<i>28</i>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 1: PERSPECTIVA DO ENSINO NA EJA	11
1.1 Breve análise bibliográfica sobre o ensino experimental de Física na EJA	13
CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 O modelo sociointeracionista apresentado por Vygotsky	15
2.2 O modelo sociointeracionista na perspectiva experimental	17
2.3 A atividade experimental problematizada	19
2.4 A importância do ensino experimental na disciplina de Física	21
CAPÍTULO 3: A INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA	22
3.1 O surgimento dos primeiros conceitos	22
3.2 O experimento de Oersted.....	23
3.3 A descoberta da Indução Eletromagnética.....	24
3.4 A lei de Faraday e Lenz.....	25
3.5 Equações de Maxwell.....	27
3.6 As Correntes de Foucault.....	28
CAPÍTULO 4: O PRODUTO EDUCACIONAL SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA PERSPECTIVA EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA.....	30
4.1 Descrição do produto educacional	30
4.2 A produção do kit experimental de indução eletromagnética	32
CAPÍTULO 5: A APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	39
5.1 Descrição do público-alvo	39
5.2 Organização das atividades experimentais.....	40
5.3 Aplicação em sala.....	42
5.3.1 Reflexões sobre a participação discente.....	42
CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXO A: PRODUTO EDUCACIONAL.....	61
A1: APRESENTAÇÃO.....	65
A2: JUSTIFICATIVA.....	65

A3: AULA I - RECONHECIMENTO DA TURMA.....	67
A4: AULA II - PRÁTICA I.....	70
A5: AULA III - PRÁTICA II.....	74
A6: AULA IV - PRÁTICA III.....	77
A7: AVALIAÇÃO COMPLEMENTAR.....	80
A8: ORIENTAÇÕES PARA O USO DESTE PRODUTO.....	80
A9: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXO B: QUESTIONÁRIO DE RECONHECIMENTO DA TURMA	84
ANEXO C: AVALIAÇÃO COMPLEMENTAR.....	86
ANEXO D: AVALIAÇÃO DISCENTE.....	90

INTRODUÇÃO

Este trabalho debruça-se sobre uma perspectiva de ensino experimental de Física para estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Nesse sentido, propomos uma pesquisa inicial sobre essa modalidade da educação básica paralela ao ensino regular. Optou-se por trabalhar uma abordagem sociointeracionista aliada às metodologias ativas no intuito de fortalecer o protagonismo dos estudantes em uma sequência de atividades experimentais.

Diante do exposto, adiantamos que o trabalho tem como um dos objetivos desenvolver uma sequência didática com o uso de um *kit* artesanal de experimentos que se compõe de três práticas relativas ao conteúdo de Indução Eletromagnética da disciplina de Física que será aplicado presencialmente com alunos da EJA.

A sequência didática trará uma proposta experimental problematizada de modo que a interação entre os grupos e a própria sala propicie a argumentação e a resolução dos problemas levantados e discutidos por todos.

O trabalho propõe, também, que seja feita uma análise de reconhecimento dos estudantes em relação aos assuntos e procedimentos que serão vinculados a metodologia da sequência na qual objetiva-se desenvolver o hábito de construir hipóteses e argumentos necessários para melhor compreender os fenômenos manipulados a partir da aplicação do produto levando em conta a possibilidade de atribuir significados contextualizados com o cotidiano dos estudantes. E isso para que se projete, de maneira mais substancial, uma articulação com o estado de conhecimento anterior dos estudantes sobre o que está sendo exposto nos experimentos e em todo aporte metodológico.

Obviamente, nos referimos, nos parágrafos anteriores, de maneira idealizada a propostas que serão balizadoras; mas que, de fato, não podem ser projetadas como garantias suficientes à aprendizagem esperada e que, como sabemos, a realidade da aplicação em sala, pode destonar com o que é subscrito nos conceitos literais.

No contexto geral do que propomos aqui, o leitor será levado ao encontro de uma proposta de Atividade Experimental Problematizada (AEP) no contexto da EJA. Em função disso, e para uma melhor fundamentação da relevância da aplicação do ensino experimental problematizado de um conteúdo de Física na modalidade em

questão, surge a imprescindível necessidade de realizar uma pesquisa bibliográfica para justificar a autenticidade e, portanto, reforçar a importância das discussões levantadas aqui, bem como do produto que foi desenvolvido. Este estado do conhecimento sobre o uso de atividades experimentais na modalidade EJA, será apresentado e discutido nos capítulos seguintes.

Como dito anteriormente, este trabalho tem como diferencial metodológico o uso de um kit experimental produzido com materiais de fácil obtenção e a aplicação com o público da EJA que, localmente, não dispõem de práticas experimentais nas suas atividades curriculares.

Aliados aos diferenciais de ordem metodológica e de público alvo, destacamos que o leitor, também, irá deparar-se com desenvolvimento de ações que procuram alinhar a aplicação deste trabalho à teoria sociointeracionista de Vygotsky por meio da formação de grupos de trabalho e a análise problematizada de fenômenos observados diretamente em sala com o objetivo de promover a interação dos estudantes a partir das práticas experimentais e a análise de fenômenos físicos observados em tempo real.

A estrutura do trabalho conta, no capítulo 1, com uma breve perspectiva do surgimento e desenvolvimento dessa modalidade (EJA) e no capítulo 2, abordamos as referências teóricas e pedagógicas que embasam as metodologias do produto educacional. Já no capítulo seguinte, 3, temos a abordagem dos conteúdos específicos Física – indução eletromagnética – seu desenvolvimento e as duas principais leis que descrevem a indução eletromagnética e que compõem o objeto deste trabalho. No capítulo 4, temos a descrição do produto educacional; e os capítulos 5 e 6 destinam-se, respectivamente, a discorrer sobre a aplicação do produto e as considerações finais.

CAPÍTULO 1: PERSPECTIVA DO ENSINO NA EJA

Nesta sessão, traremos um breve relato sobre o surgimento da Educação de Jovens e Adultos no Brasil e alguns dos processos institucionais que fomentaram a criação do nosso sistema de ensino no qual a EJA encontra-se como modalidade, atualmente.

Segundo Paiva (1997) as atividades de ensino no Brasil, se iniciaram com a chegada dos jesuítas. A Companhia Missionaria de Jesus (Jesuítas), tinha o propósito de catequizar crianças, jovens e adultos indígenas nativos, na então colônia portuguesa, e ensinar os descendentes portugueses que residiam na colônia. Desse modo, os jesuítas no Brasil precisaram, antes, promover trabalhos de intensa ação cultural e educacional com vistas na alfabetização desse público nativo.

No entanto, os Jesuítas foram retirados do Brasil em 1759 quando, em seguida, passa a ser de responsabilidade do império a organização e execução da educação. A partir de então, pode-se afirmar que a educação, de modo geral, seguiu como um processo de acentuada desigualdade de acesso e permanência para a maior parte da população do Brasil império (STRELHOW, 2010).

Na década de 1930, na chamada “Era Vargas”, ocorreram diversas reformas política-estruturais no que concerne o planejamento da educação brasileira. Podemos citar aqui a criação do Ministério da Educação e Saúde Pública, o Manifesto dos Pioneiros pela Educação Nova (1932), a Constituição Federal e o Plano Nacional de Educação (PNE) ambos em 1934 (PALMA FILHO, 2005).

Foi somente a partir da criação de PNE (1934) que a EJA passou a ter alguma representatividade no cenário nacional. Este plano estabeleceu a universalização do ensino público, obrigatório e gratuito para jovens e adultos como um direito assegurado constitucionalmente.

Reconhecida a EJA nacionalmente, na década seguinte surgiram intensas discussões acerca do analfabetismo e a temática da educação de adultos no Brasil. (COLAVITTO e ARRUDA, 2014).

Em 1947 é criado o Serviço Nacional da Educação de Adultos (SNEA) para a promoção do ensino Supletivo e reconhecidas companhias para constatar e combater o analfabetismo presente nas nações em desenvolvimento (VIEIRA, 2004).

Traçado, nos parágrafos anteriores, um ligeiro panorama do surgimento das primeiras concepções do ensino de adultos como parte do sistema educacional nacional e como primazia do direito de acesso gratuito e universal à educação, saltamos para um cenário mais recente no qual destacamos a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB). Proposta 1988, a LDB teve seu texto aprovado, após intensos debates que duraram cerca de oito anos, em 20 de dezembro 1996.

A LDB estabelece, no artigo 37, capítulo II da seção V, que a Educação de Jovens e Adultos se destina àqueles que não alcançaram ou não deram continuidade aos estudos em nível fundamental e médio na idade própria.

Nos três parágrafos do art. 37, verificamos que deve ser assegurado, pelo sistema de ensino, a gratuidade de acesso àqueles que não concluíram os estudos na idade certa, com a devida observação dos interesses do estudante no que diz respeito suas peculiaridades de vida e trabalho. Determina que o Poder Público estimule o acesso e a permanência do estudante que trabalha bem como a devida articulação com a educação profissional (BRASIL, 1996).

O currículo, de enorme interesse nos objetivos desse trabalho, voltado para a EJA, ainda no que estabelece a LDB/ 96, no seu artigo 38 afirma, em seus dois parágrafos, que os sistemas de ensino serão responsáveis por manter cursos e exames supletivos que compreenderão a base nacional comum curricular e serão admitidos os estudantes maiores de 15 anos para o ensino fundamental e maiores de 18 para o ensino médio. Está garantido, também, a promoção dos estudantes mediante a exames que avaliem seus conhecimentos adquiridos por meios formais ou informais (BRASIL, 1996).

Portanto, a Lei de Diretrizes e Bases faz menção à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que começou a ser debatida posteriormente, em 2015, e garante que todo o ensino básico, público e privado, em todas as suas modalidades, deve obedecer obrigatoriamente a uma base comum. Com a EJA, atualmente isso está em plena validade, haja vista que, em 2017, a BNCC foi homologada pelo MEC e passa a valer em todo o território. Mas, contemplado na EJA, o currículo deve ser dinâmico e adequável às condições e interesses particulares dos estudantes, com oferta permanente de exames supletivos e diagnósticos (BRASIL, 1996).

1.1 Breve análise bibliográfica sobre o ensino experimental de Física na EJA

A pesquisa bibliográfica configura um interessante modelo de investigação que pode ser utilizado para o desenvolvimento de trabalhos científicos e que possibilita conhecer as diferentes abordagens já produzidas sobre o tema.

Deve ser, portanto, rotinizada dentro das atividades de professores, pesquisadores e, também, dos estudantes pois, é a pesquisa bibliográfica que permite conhecer as mais distintas contribuições sobre determinado tema (FONTANA, 2018).

Nesse sentido, foi feita uma análise sucinta sobre a variedade de publicações que tratam do interesse deste trabalho. Para satisfazer o interesse desta sondagem, foi estabelecido, minimamente, três critérios para a filtragem das publicações. São os seguintes:

- I) Publicações que abordem o ensino experimental de conteúdos de Física na EJA.
- II) Publicações que abordem alguma metodologia alternativa com aplicação na EJA.
- III) Publicações dos últimos 10 anos (2011 – 2021).

Foram consultados os dois maiores periódicos de relevância nacional dedicados a pesquisa sobre o ensino de Física: a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) – publicação de acesso livre e de responsabilidade da Sociedade Brasileira de Física (SBF) e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) – publicação livre de responsabilidade do departamento de Física de Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Como resultados nesses dois periódicos, surpreendentemente, constatamos não haver trabalhos que abordassem a prática experimental, e não apenas a exibição de experimentos, e que, portanto, satisfizesse o primeiro critério, com alunos da EJA.

Quando restringimos as buscas aos dois últimos critérios, na RBEF foi encontrado apenas um trabalho publicado em 2015 e intitulado “*Uma metodologia de aprendizagem ativa para o ensino de mecânica em educação de jovens e adultos*”, de autoria de Robson José dos Santos e Daniel G.G. Sasaki (SANTOS e SASAKI, 2015),

esse trabalho foi aplicado com estudantes da EJA no estado do Rio de Janeiro e traz como diferencial uma proposta de aprendizagem ativa com inspiração construtivista para o ensino de conteúdos de Mecânica em turmas de jovens e adultos.

Para o CBEF, também, apenas uma publicação cumpriu os dois últimos critérios. O artigo intitulado “*O estudo da Óptica na modalidade de Educação para Jovens e Adultos (EJA) por meio de uma sequência didática diversificada*”, publicado em 2018 é de autoria de Elisete Lopes da Cunha e Adriana Gomes Dickman (DA CUNHA e DICKMAN, 2018) e baseia-se na abordagem histórico-cultural de Vygotsky e traz como diferencial a utilização de uma sequência didática diversificada com exibição de vídeos de experimentos e com foco na discussão contextualizada.

Vale destacar, que os artigos cujo títulos foram destacados acima, não cumpriram o primeiro pré-requisito proposto; no entanto, satisfizeram os dois últimos e contribuíram significativamente para a elaboração desta pesquisa.

Por tanto, podemos concluir que nos principais periódicos nacionais com exclusivo destaque para publicações científicas referentes ao ensino de Física, não há, nos últimos dez anos, publicações consideráveis sobre o ensino de Física associados a práticas experimentais para o ensino de jovens e adultos. Motivo pelo qual está plenamente justificada nossa proposta de trabalho, tendo em vista a ausência de qualquer antecedente nesse sentido.

CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO

Procuramos fundamentar este trabalho com base na proposta sociointeracionista desenvolvido pelo psicólogo Lev Semyonovich Vygotsky. Nesse sentido, este capítulo que se inicia, apresenta tópicos sobre a teoria sociointeracionista de Vygotsky com o intuito de fortalecer e embasar a importância da inserção de práticas experimentais com foco na participação ativa dos estudantes.

2.1 O modelo sociointeracionista apresentado por Vygotsky

A abordagem sociointeracionista defendida por Vygotsky, afirma que o indivíduo é visto como sujeito que transforma e é transformado nas relações que ocorrem em uma determinada cultura. Desta forma, não é uma junção entre fatores inatos e adquiridos; é, antes, produto da interação dialética que ocorre, desde o nascimento, entre o homem e o meio social e cultural a qual está inserido. “Para Vygotsky, as origens da vida consciente e do pensamento abstrato deveriam ser procuradas na interação do organismo com as condições de vida social e nas formas histórico-sociais de vida da espécie humana e não, como muitos acreditavam, no mundo espiritual e sensorial do homem” (BATISTA et. al., 2007).

Desta maneira, é possível afirmar que Vygotsky defendia que o desenvolvimento do homem é compreendido não pela ocorrência de fatores isolados que amadurecem, nem de fatores ambientais que influenciam em seu comportamento, e sim como produto de trocas recíprocas, que ocorrem durante o desenvolvimento do ser humano, entre ele e o meio, cada aspecto influenciando sobre o outro (NEVES, 2006).

Vygotsky (1982) não nega que exista diferença entre os indivíduos, que uns estejam mais predispostos a algumas atividades do que outros, em razão do fator físico ou genético. Contudo, não entende que essa diferença seja determinante para a aprendizagem. Ele rejeita os modelos baseados em pressupostos inatistas que determinam características comportamentais universais do ser humano, como, por exemplo,

expressam as definições de comportamento por faixa etária, por entender que o homem é um sujeito datado, atrelado às determinações de sua estrutura biológica e de sua conjuntura histórica. Discorda também da visão ambientalista, pois, para ele, o indivíduo não é resultado de um determinismo cultural, ou seja, não é um receptáculo vazio, um ser passivo, que só reage frente às pressões do meio, e sim um sujeito que realiza uma atividade organizadora na sua interação com o mundo, capaz, inclusive, de renovar a própria cultura (NEVES, p. 07, 2006)

Portanto, a concepção teórica de Vygotsky afirma que as possibilidades que o meio concede ao indivíduo são imprescindíveis para que o mesmo se constitua como sujeito lúcido, consciente e apto a modificar as circunstâncias em que vive. Desta maneira, o acesso a instrumentos físicos ou simbólicos vivenciados por seu ambiente cultural é preponderante. Desde o início da vida, as experiências vividas vão permitindo interações sociais com parceiros mais desenvolvidos, orientam e influenciam no desenvolvimento do pensamento e o próprio comportamento da criança (MARTINS, 1997).

Vygotsky expressa essa dependência que os processos internos de aprendizado, segundo ele, possuem em relação a interação com o meio, da seguinte forma:

Uma característica essencial do aprendizado é que ele desperta vários processos de desenvolvimento internamente, os quais funcionam apenas quando a criança interage em seu ambiente de convívio (VYGOTSKY et. al., p. 04, 2008).

Uma das ideias básicas da teoria de Vygotsky é o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal que é, basicamente, o diferencial entre a capacidade de se resolver problemas por si próprio e a capacidade de resolvê-los com ajuda de alguém (VYGOTSKY et. al., 2008). Em Vygotsky et. al. (2000) uma melhor abordagem deste conceito: “o nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivamente, enquanto a zona de desenvolvimento proximal caracteriza o desenvolvimento mental prospectivamente”.

Na figura 01 está ilustrado as zonas de desenvolvimento do conhecimento segundo Vygotsky na qual é destacamos, principalmente, a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) como um espaço de transição entre o conhecimento disponível e o

conhecimento que se pode atingir. É, portanto, uma zona em se que faz uma interligação entre a primeira e a última zona, como vemos abaixo.

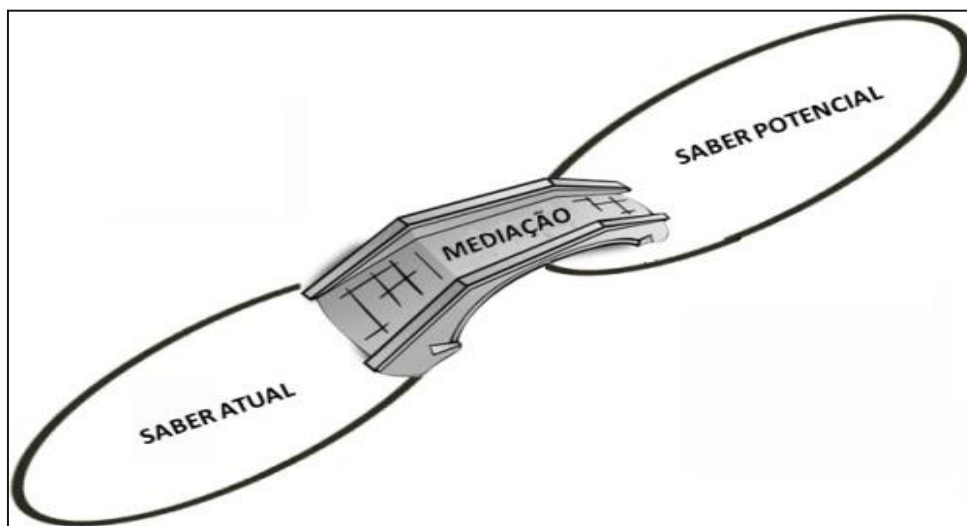


Figura 01: Relação entre as zonas de desenvolvimento intelectual. Fonte: <https://desensino.wordpress.com>. Acesso em agosto de 2021.

Em suma, podemos afirmar que, para o modelo sociointeracionista, o processo de desenvolvimento configura a apropriação ativa do conhecimento que está ao alcance na sociedade em que o indivíduo se encontra. É preciso, portanto, que ele aprenda e integre-se em sua maneira de pensar os saberes inerentes a sua cultura. As engrenagens mais complexas do funcionamento intelectual se desenvolvem graças a regulações mediadas por outros indivíduos que, progressivamente, são substituídas pelas próprias regulações do indivíduo que amplia seus conhecimentos (OSTERMAN e CAVALCANTI, 2010).

2.2 O modelo sociointeracionista na perspectiva do ensino experimental

As atividades experimentais constituem-se como um excelente recurso didático para o ensino de Física. Considerando aspectos metodológicos, essas atividades podem ajudar a aproximar recursos que são de caráter didático, daqueles que são de

caráter científico. Do ponto de vista didático-pedagógico, devem-se eleger três momentos que orientam a realização de uma atividade de ensino por investigação experimental, que se denomina de roteiro aberto: a observação, a realização e a comparação/análise (HERNANDES, CLEMENT e TERRAZZAN, 2002).

Para Gaspar e Monteiro (2016), as atividades de prática experimental em sala de aula, especificamente, quando relacionada a conteúdos de Física, mesmo fundamentas em conceitos formais e até abstratos, tem por diferencial a ênfase no elemento real, no concreto e observável, sobretudo, na possibilidade de simular, em escala menor, na realidade formal da sala de aula, aquilo que, de alguma maneira já faz parte da realidade informal vivida pelo estudante no seu convívio exterior.

É fato que, grande parte das concepções, ditas espontâneas, que adquirimos quando criança, resultam das nossas experiências do dia a dia. Porém, essas concepções só tomam sentido, quando as compartilhamos com outros indivíduos, nossos parceiros de convivência, mais capazes de nos transmitir os significados e explicações que são mais complexos, diante do conjunto maior de experiências no universo sociocultural ao nosso redor (GASPAR e MONTEIRO, 2016).

Podemos interpretar que o modelo sociointeracionista de Vygotsky, diante de uma atividade de prática experimental na escola, situa a participação do professor, ou de outra pessoa mais instruída, especificamente na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de acordo com o seguinte trecho:

Em outras palavras, teríamos uma "zona de desenvolvimento auto-suficiente" que abrange todas as funções e atividades que a criança consegue desempenhar por seus próprios meios, sem ajuda externa. Zona de desenvolvimento próximo, por sua vez, abrange todas as funções e atividades que a criança ou o aluno consegue desempenhar apenas se houver ajuda de alguém. Esta pessoa que intervém para orientar a criança pode ser tanto um adulto (pais, professor, responsável, instrutor de língua estrangeira) quanto um colega que já tenha desenvolvido a habilidade requerida. (VYGOTSKY et. al., p. 04, 2008).

De acordo com o que foi fundamentado até aqui nesse capítulo, podemos conceber que o conhecimento produzido durante as atividades experimentais, particularmente sobre os conteúdos de Física, está de acordo com a perspectiva sociointeracionista à medida que possibilita o contato dos estudantes com fenômenos e

problemas que eles sozinhos, normalmente, não seriam capazes de solucionar; mas, que, diante das interação entre seus pares e a mediação do professor, por meio das ferramentas e instrumentos fornecidos, passam a resolver, gradativamente, por meio da construção de argumentos sobre aquilo que se observa.

2.3 A Atividade Experimental Problematizada (AEP)

Um roteiro metodológico problematizado é capaz de induzir no aluno uma maior instigação que à medida que o ato de aprender se torna mais adverso, mais a curiosidade do estudante tende a ser epistemológica (FREIRE, 2005).

Como ressalta CARVALHO et. al. (2007), é imprescindível, para que a Atividade Experimental Problematizada possa ser, de fato, implementada, que o professor não forneça as respostas preliminarmente e nem ceda diretamente o caminho que leva aos resultados esperados; mas, que forneça, antes, novos questionamentos para que o aluno seja levado a reformular seu próprio raciocínio em direção do objetivo esperado, tornando-se ele próprio protagonista do seu aprendizado.

Segundo Hodson (1998), diante de uma aula prática experimental, o desafio cognitivo que o experimento propicia, é mais importante que o próprio manuseio de todas as peças e instrumentos envolvidos.

Na figura 02, temos um esquema básico que apresenta, em suma, algumas das principais etapas que compreendem a Atividade Experimental Problematizada (AEP) na qual observa-se como se organiza a AEP em um roteiro experimental. Ao apresentar o problema, é preciso ter clareza sobre os objetivos e colocar as atividades sobre uma perspectiva metodológica orientadora que possibilite o surgimento de novas questões que estejam, de alguma forma, mais próxima de uma investigação hipotética e por consequência, possa

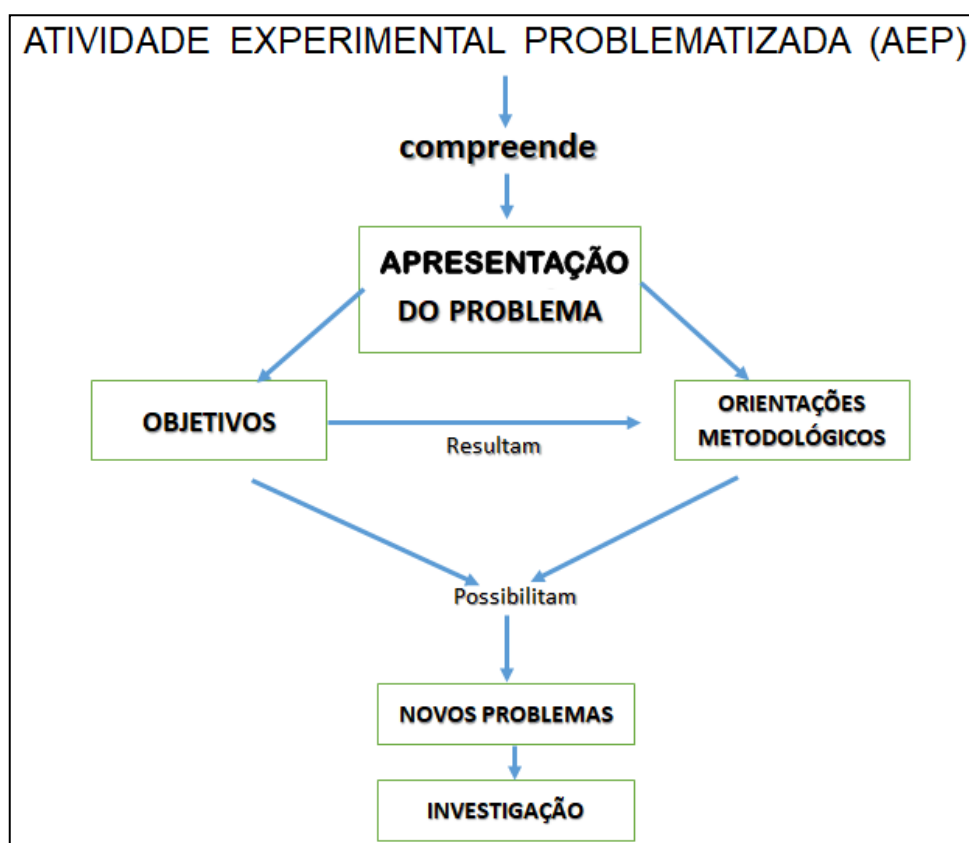


Figura 02: Diagrama de interação na AEP. Fonte: Autor, 2021. Com base em DA SILVA e MOURA, 2018.

É notável reconhecer, portanto, que a experimentação no ensino pode potencializar a construção da aprendizagem, uma vez que contribui para superar obstáculos cognitivos que cercam os temas de natureza científica pois, além de fornecer uma maior diversidade de interpretações conceituais, também conduz o aprendiz, como citado anteriormente, por vias de natureza genuinamente investigativa.

2.4 A importância do ensino experimental na disciplina de Física

De modo geral, tanto alunos quanto professores concordam que a experimentação de cunho investigativo, seja em laboratório ou seja em sala de aula, é essencialmente importante para o ensino de conteúdos relativos a disciplinas como a Física.

Todavia, é de conhecimento dos profissionais da educação básica, que diversos percalços podem impedir que se mantenham uma rotina de experimentação. Segundo Salvadego e Laburú (2008), não é condição determinante para que ocorram as atividades experimentais, a existência de local específico e tampouco carga horaria definida. Elas podem ser realizadas tanto para fortalecer a compreensão de conceitos, quanto na resolução de problemas, em aulas exclusivas para esse fim ou inseridas a qualquer momento dentro as atividades pedagógicas da disciplina.

Nesse sentido, como certifica Freire (1997), uma condição para compreender a teoria é “experienciá-la”. Portanto, a realização de experimentos é instrumento adequado para que o aluno estabeleça uma indissociável relação entre teoria e prática na disciplina de Física.

Ribeiro et. al. (2012) afirma que a Física é uma ciência experimental. Assim sendo, é imprescindível que os estudantes sejam instigados a participarem desse tipo de atividade para que se possa alcançar uma melhor conexão com o mundo da Física. Elas permitem associar a razão à observação e integra ao conjunto, aspectos motivacionais e a comprovação do está sendo estudado.

CAPÍTULO 3: A INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Nesta seção, trataremos do conteúdo específico de Física que será abordado nesse trabalho. Serão abordados alguns dos principais dados históricos a respeito dos principais fenômenos físicos que regem a indução eletromagnética no que diz respeito aos conceitos fundamentais que encerram as leis de Faraday e Lenz bem como a importância desses conhecimentos para o desenvolvimento humano e tecnológico. E por fim, será fundamentada a importância desse conteúdo no ensino básico.

3.1 O surgimento dos primeiros conceitos

A literatura nos traz que existem diversos relatos sobre a percepção da ocorrência de fenômenos magnéticos desde às civilizações antigas. Fenômenos de atração e repulsão entre uma espécie de rocha (Magnetita) e materiais ferrosos, já eram observados e conhecidos por estudiosos como Tales de Mileto, na Grécia antiga.

Os estudos sistemáticos sobre magnetismo, no que concerne o domínio científico, remontam ao século XVII quando o Médico inglês Willian Gilbert reuniu os principais conhecimentos da época a respeito dos fenômenos de atração e repulsão nos ímãs em sua obra *De Magnete* (Sobre o Ímã) e apresentou, inclusive, a ideia de a Terra uma espécie de magneto gigante (GUIMARÃES, 2000).

A figura 03, logo abaixo, traz recorte do livro *De Magnete* de Willian Gilbert no qual foi reunido as principais constatações sobre as interações magnéticas nos ímãs.



Figura 03: Imagem do livro *De Magnete*. Fonte: <https://www.iberlibro.com/primer-edicion/> acesso em agosto de 2021.

3.2 O Experimento de Oersted

O conceito que integra propriedades magnéticas e elétricas foi revelado, primeiramente, a partir das contribuições de Hans Christian Oersted em 1820, que é considerado um dos primeiros a associar corrente elétrica e o magnetismo. Isso se deu quando ele observou que a corrente que circula em um determinado condutor possui a propriedade de desviar a orientação da agulha magnética de uma bússola como demonstra a ilustração da figura 04 a seguir.



Figura 04: ilustração da experiência realizada por Oersted. Fonte: www.imamagnets.com/pt-pt/. Acesso em agosto de 2021.

Conforme Martins (1986), embora de extrema relevância para o que hoje chamamos de eletromagnetismo, o fenômeno observado por Oersted não teve o devido destaque a época principalmente por dois motivos: (1), a descoberta não parecia seguir um roteiro formal e podia ser comparada como um ato ao acaso; (2) não foi capaz de quantificar os dados observados no fenômeno com formulações matemáticas, o que só foi possível posteriormente por nomes como Ampère, Biot, Savart e outros.

Ainda assim, Oersted é visto, com certo grau de confiança, como o principal descobridor do que, hoje, chamamos de eletromagnetismo e seus trabalhos fomentaram diversas etapas importantes relativas a essa área da Física clássica.

Muito embora, descrever a diversidade dos trabalhos desencadeados a partir das descobertas de Oersted seria, praticamente, como remontar a própria história do

Eletromagnetismo como sugere Martins (1986), tentamos descrever nesses parágrafos anteriores, uma síntese de alguns dos principais assuntos que surgiram a partir do feito de Oersted e que serão retomados em tópicos mais específicos nas próximas seções deste mesmo capítulo.

3.3 A descoberta da Indução Eletromagnética

A elaboração dos conceitos referentes ao eletromagnetismo constitui, certamente, uma das mais importantes teorias desenvolvidas no século XIX. É nesse grau de relevância que situamos as contribuições do cientista inglês Michael Faraday (1791-1867) com a descoberta da Indução Eletromagnética.

O trabalho de Faraday foi essencialmente experimental e qualitativo pois, diretamente não elaborou nenhum formalismo quantitativo sobre a indução eletromagnética. Tratado como um gênio absoluto, quando se trata da capacidade empírica a época, ao que tudo indica, seu trabalho é derivado muito mais de esforços de pesquisa e estudos afincos, do que propriamente a uma genialidade particular (DIAS e MARTINS, 2004).

Em 1820, com a divulgação dos trabalhos de Hans Oersted sobre a descoberta do eletromagnetismo, despertou-se o interesse de diversos cientistas em relação ao novo fenômeno. Motivado por essas novas pesquisas, embora mantivesse seus estudos em Química, Faraday passou a trabalhar de forma independente acerca do eletromagnetismo e, no ano seguinte, já participava de suas primeiras conferências. Mas, só em 1824 ingressou como membro da *Royal Society* por suas contribuições na química (DIAS e MARTINS, 2004).

Foi a partir de 1831 que Faraday passou a dedicar-se aos trabalhos de Física de forma prioritária, o que o levaria a descoberta da Indução Eletromagnética. Ele seguiu por mais de 30 anos na articulação de trabalhos científicos sempre recusando certo protagonismo e sem nunca ter cursado uma universidade (DIAS e MARTINS, 2004).

Portanto, o fenômeno da Indução Eletromagnética, de autoria de M. Faraday (1831), está fundamentado em diversos trabalhos experimentais sobre os quais, Faraday observou que podia induzir uma corrente elétrica em um primeiro circuito a partir da variação da corrente em um segundo circuito independente, enquanto que,

com uma corrente constante, não era possível que ocorresse o mesmo (SILVA e CARVALHO, 2012).

Outra possibilidade, observada por ele, para a obtenção de corrente induzida, ocorria quando se variava o fluxo magnético de um ímã permanente sobre um circuito, ou quando se aproximava ou afastava o circuito em relação ao ímã em repouso (SILVA e CARVALHO, 2012).

Parte dos relatos descritos por Faraday em 1831 em seu trabalho intitulado *Experimental researches in electricity* e apresentado a *Royal Society* em novembro deste mesmo ano, está descrita a seguir:

Os resultados que eu havia obtido nessa época com ímãs, levaram-me a acreditar que a corrente da bateria através de um fio induzia realmente uma corrente semelhante através do outro fio, mas que ela continuava apenas durante um instante, e tinha a mesma natureza da onda elétrica que passa através do choque de uma garrafa de Leyden, e não como a corrente de uma bateria voltaica, e por isso poderia magnetizar uma agulha de aço, embora afetasse pouco o galvanômetro (FARADAY, p. 266, 1838-1843).

Para chegarmos às conclusões de Faraday sobre a indução, foram dados alguns saltos temporais e omitidos alguns fatos intermediários. Mas, é imprescindível relatar aqui que, devido a alguma incongruência acerca da compreensão sobre o que seria, o que Faraday chamou de ação à distância, ele não aceitava que ela ocorresse apenas no circuito e não em todo o meio externo local.

No entanto, para superar essa questão, Faraday introduziu o conceito de linhas de força magnética como base no que observava nos experimentos por ele reproduzidos.

Na próxima sessão, abordaremos os conceitos relativos a indução eletromagnética do ponto de vista mais quantitativo a partir da ideia de fluxo de campo e da força eletromotriz induzida (*fem*).

3.4 A lei Faraday - Lenz

A lei da indução de Faraday de 1831 descreve os princípios que governam a ocorrência de uma corrente induzida em um condutor independente submetido a um fluxo magnético variável. Em outras palavras, a lei permite constatar que ao

colocarmos uma espira condutora fechada num campo magnético e a ela submetermos uma corrente, será produzido um torque que fará essa bobina girar (HALLIDAY *et. al.*,1984).

Na figura 05 abaixo, demonstra-se a orientação básica entre o campo de um ímã permanente e uma espira com eixo z na mesma direção do centro do ímã.

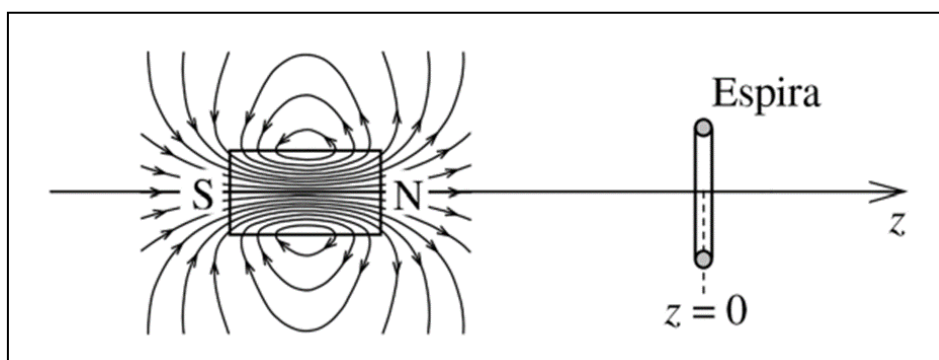


Figura 05: Diagrama contendo um ímã e uma espira alinhados no eixo Z e com origem no centro da espira. Fonte: HESSEL *et. al.*, 2015.

Essa tal corrente induzida, como sabemos, é ocasionada pela força eletromotriz (*fem*) induzida. Como citamos anteriormente, Faraday não formulou princípios quantitativos e tampouco equacionou os fenômenos que observou. No entanto, percebeu que a intensidade da *fem* induzida dependia da rapidez com que se movimentava o ímã (HESSEL *et al.*, 2015).

Na década seguinte, através da obtenção de algumas medidas, o físico alemão Franz E. Neumann propôs, em 1845, as deduções matemáticas das Eq. 1 e 3, abaixo, expressando que a força eletromotriz depende da taxa de variação do fluxo de campo magnético ϕ com o tempo. Ou seja, a taxa de variação do fluxo precisa ser diferente de zero (HALLIDAY *et al.*,1984).

(Eq.1) - Taxa de variação temporal do fluxo magnético $\mathbf{B}$: $\frac{d\Phi_B}{dt} \neq 0$

Como relatado anteriormente no texto, a (Eq.1) expressa uma propriedade prevista na Lei de Faraday a qual garante que, para que surja uma *fem* induzida no material condutor, é preciso que a taxa de variação temporal do fluxo magnético seja diferente de zero, ou seja, não pode tratar-se de um campo magnético uniforme.

3.5 Equações de Maxwell

Abordaremos, de forma sucinta, alguns dos pontos que julgamos mais necessários para melhor expor o conteúdo de indução eletromagnética. Nesse intuito, James Clerk Maxwell (1831-1879), figura como um dos principais nomes devido as suas contribuições com o que, hoje, chamamos de “equações de Maxwell”.

Conforme Lima (2019), a literatura didática atual que trata sobre o eletromagnetismo, não faz justiça com a obra de William Thomson (1824-1907) pois, e certamente dele, as primeiras investidas para descrever matematicamente linhas de força propostas por Faraday. Em 1845, ele conseguiu solucionar incompatibilidades entre os postulados de Coulomb e de Faraday para a atuação das linhas de campo ao trabalhar fenômenos eletrostáticos diante de dielétricos

Nessas concepções, tocaremos alguns pontos sobre James Clerk Maxwell que nasceu em Edimburgo na Escócia em junho de 183 no mesmo ano em que Faraday anunciou a descoberta da indução eletromagnética para a Royal Society. Em 1847, Maxwell entrou na universidade Edimburgo e poucos anos depois já participou de pesquisas sob supervisão de Forbes. No final de 1850, ingressou na universidade de Cambridge onde, sob fortes influências na área da matemática, dedicou-se a assuntos filosóficos e formulações matemáticas. Em 1855, Maxwell fez sua primeira contribuição acerca das descrições matemáticas para o conceito de linhas de força magnética propostas, empiricamente, por Faraday (LIMA, 2019).

Atualmente, as equações de Maxwell constituem as principais estruturas matemáticas capazes de integrar e sintetizar, ainda que com relativa complexidade, as bases de todos os princípios eletromagnéticos. Elas necessitam, geralmente de conhecimento de manipulação do cálculo diferencial e integral. Elas são geralmente listadas em quatro: a Lei de Gauss para a Eletrostática, a Lei de Gauss para o Magnetismo, a Lei de Ampère e a Lei de Faraday-Lenz.

A seguir, abordaremos, de forma superficial, cada uma das quatro leis de Maxwell direcionando nosso foco em delimitar o entendimento acerca da última lei colocada aqui, a Lei de Faraday-Lenz.

(Eq.2) - Lei de Gauss: $\Phi_E = \int E \cdot dA = 0$

A Lei de Gauss como descrita acima, na sua forma integral, é usada para trabalhar com o fluxo de campo elétrico **E** não-uniforme através de superfícies

fechadas terá modulo nulo sempre que a carga q estiver externa à superfície, portanto, no interior da superfície.

(Eq.3) - A Lei de Gauss para o magnetismo): $\Phi_B = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0$

A Lei de Gauss para o magnetismo, conforme (Eq.3), na sua forma integral, é usada para trabalhar com o fluxo de campo magnético $\mathbf{B}$ e, considerando um campo magnético uniforme através de uma superfície fechada, o fluxo será sempre nulo independentemente do número de linhas que atravessa essa superfície. Isso evidencia tanto a não existência de monopólios magnéticos como o fato de não ser possível separar polos magnéticos.

(Eq.4) - A Lei Ampère: $\int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 i$

Para algumas situações particulares, nas quais é possível fazer manipulação integral sobre a Lei de Ampère, observado na (Eq.4), pode ser útil para o cálculo do campo magnético em situações onde se pode supor Linhas retas infinitas, superfícies infinitas e solenoides infinitos.

(Eq.5) - A Lei Faraday: $\varepsilon = - \frac{d\Phi_B}{dt}$

Segundo Silveira (2003), a (Eq.5) pode ser melhor definida como a Lei de Faraday-Lenz e ela demonstra a principal generalização associada a Indução Eletromagnética. Ela expressa, também, que a força eletromotriz induzida (ε) é igual ao modulo da derivada temporal do fluxo magnético.

Retomando a (Eq.1), vemos que o fluxo magnético em relação ao tempo precisa ser diferente de zero para que se observe uma *fem*. E pela (Eq.3), vemos que o fluxo magnético é expresso como a integral do produto escalar $\mathbf{B} \cdot d\mathbf{A}$ em que $d\mathbf{A}$ é uma unidade de superfície. O sinal negativo, observado em (Eq.5), se refere ao acréscimo dado pela lei de Lenz e significa que a *fem* induzida irá sempre se opor a taxa de variação do fluxo magnético gerador da própria força eletromotriz.

3.6 As Correntes de Foucault

Sempre que observamos fenômenos eletromagnéticos, especialmente que envolvem o surgimento de correntes induzidas, costumamos recorrer aos princípios fundamentais que encerram as Leis de Faraday e Lenz pois elas dispõem, matematicamente, os requisitos para entendermos o comportamento de certos condutores sujeitos a um fluxo de campo magnético variável (KELLER, 1999).

A lei de Faraday - Lenz explica muito satisfatoriamente, também, a ocorrência de correntes de Foucault. Essas correntes surgem em superfícies condutoras colocadas em movimento diante de campos magnéticos de fluxo variável no tempo. Diversos materiais condutores, o alumínio por exemplo, podem facilmente ser colocados sob a intersecção de linhas de campo magnético para que se observe o surgimento de *fem* indutoras que, instantaneamente, induzirão correntes residuais que se opõem ao sentido de aproximação do fluxo magnético que as causou.

O fenômeno relacionado ao surgimento dessas correntes residuais tem seu descobrimento atribuído ao físico francês Jean Bernard Léon Foucault (1819-1868). Essas correntes residuais, também chamadas de correntes “fantasmas” são caracterizadas, também, pelo aquecimento do um condutor plano (Efeito Joule) quando atravessado pelas linhas de um campo magnético variável e o surgimento de um campo magnético antagônico que é gerado pelas correntes de Foucault, o que caracteriza e comprova a Lei de Lenz.

A figura 06 ilustra como surge as correntes de Foucault em uma superfície plana e condutora C, quando atravessada por linhas de um campo variável B. Observamos, também, em vermelho, a ilustração dessas correntes que, por sua vez, criam seu próprio campo induzido, em lilás, que propicia o fenômeno eletromagnético de repulsão em relação ao campo B.

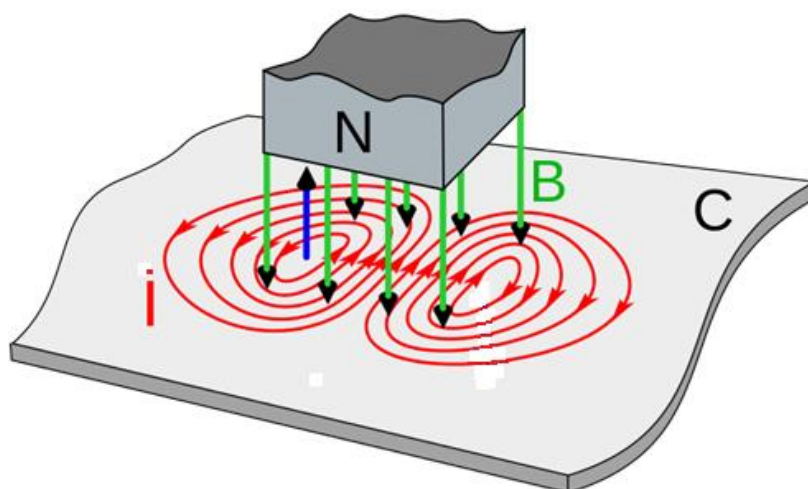


Figura 06: Esquema experimental para o surgimento das Correntes de Foucault. Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/>. Acesso em dez. 2021.

CAPÍTULO 4: O PRODUTO EDUCACIONAL SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM PERSPECTIVA EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA

Neste capítulo foi descrito todos os trabalhos de elaboração da sequência didática como produto educacional, bem como a produção artesanal do kit experimental para a prática em sala da EJA.

Descrevemos, basicamente, todos os componentes de cada experimento e do conjunto como um todo e as limitações para a composição do kit em virtude da intenção de que ele seja produzido artesanalmente e sem grandes custos e que possa ficar sujeito a implementações posteriores por outros usuários eventualmente. E tudo isso, atentando para que ele tenha alguma robustez estrutural para suportar o manuseio em aulas.

4.1 Descrição do produto educacional

A sequência didática que compõe esse trabalho tem uma proposta de ensino experimental problematizado por meio do uso de um kit de experimentos montados com materiais de fácil obtenção, como o intuito de promover o ensino de Indução Eletromagnética.

No entanto, esse produto poderá ser perfeitamente utilizado em salas de ensino regular e até mesmo nas instituições de ensino básico que já contam com laboratório de práticas experimentais. A seguir, na figura 07, mostramos a estrutura do *kit* com todos os experimentos que subsidiam a sequência didática:

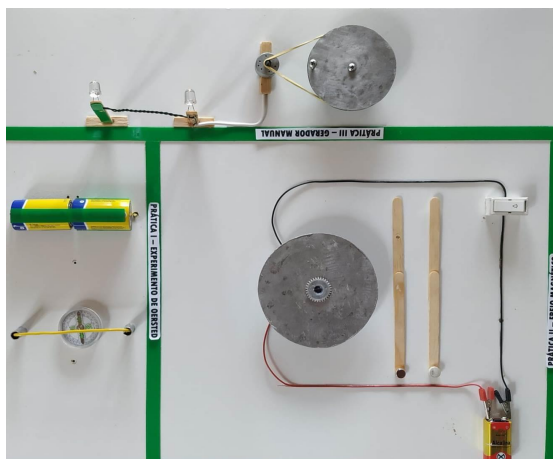


Figura 07: Estrutura básica do kit experimental. Fonte: Autor, 2021.

É importante salientar que, para uma melhor exploração dessa ferramenta de ensino, é imprescindível que o estudante já tenha tido contato, ainda que minimamente, com os assuntos mais relevantes do conteúdo de eletrodinâmica.

A organização dos experimentos e as discussões podem propiciar, também, o desenvolvimento de assuntos como: os componentes básicos de um circuito, os princípios básicos da produção de energia elétrica, o uso de Instrumentos de medição elétrica e unidades de medidas.

Este produto teve seu planejamento desenvolvido com foco em objetivos predefinidos a partir da percepção dos autores em face da metodologia escolhida muito embora, cada prática, separadamente, tem seu objetivo particular.

O objetivo geral consiste em desenvolver a estrutura de uma sequência didática com base em atividades experimentais por meio de um recurso viável, do ponto de vista da mobilidade e dos custos embarcados, como forma de promover o aprendizado dos conceitos relativos à Indução Eletromagnética.

O primeiro objetivo específico, consiste em promover a interação dos estudantes a partir das práticas experimentais e da análise de fenômenos Físicos observados em tempo real.

O segundo objetivo específico, consiste em procurar desenvolver nos discentes o hábito de construir hipóteses e argumentos necessários para melhor compreender os fenômenos manipulados a partir da aplicação do produto.

A figura 08, mostra a estrutura de planejamento e execução da sequência didática, abrangendo desde os trabalhos de soldagens e reconhecimento da turma, referente a primeira fase, passando pela delimitação das aulas práticas até a culminância dos processos de avaliação.

A etapa da avaliação será parte integrada das demais, consistindo, o último bloco, em uma avaliação complementar às demais que já vinham ocorrendo.

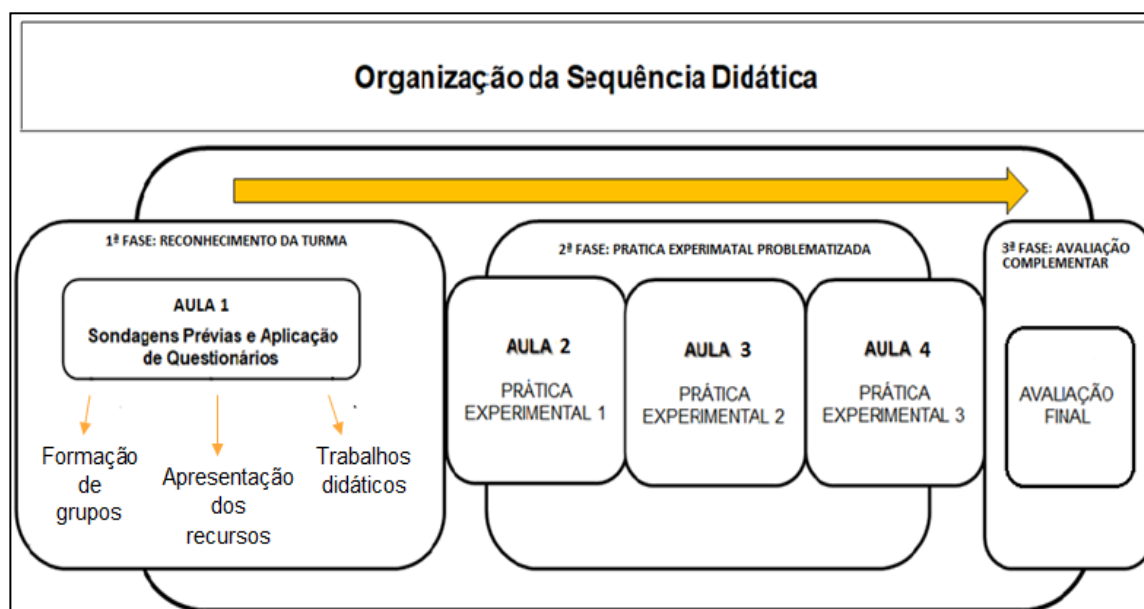


Figura 08: Estrutura básica de aplicação da sequência didática. Fonte: Autor, 2021.

Sobre a figura 08, cabe ainda ressaltar que ela é capaz de trazer uma concepção mais abrangente da estrutura da sequência. A seta frontal e superior na figura, indica que a sequência possui um sentido de progressão no tempo e a acomodação dos blocos indicam, também, que existe uma etapa referente aos eventos de início, meio e fim.

4.2 A produção do *kit* experimental de indução eletromagnética

Este tópico pretende descrever detalhadamente a estrutura e a confecção do *kit*, dando destaque para a fácil disponibilidade de obtenção de cada componente, procuramos fornecer as principais referências e medidas para uma possível replicação desse material.

O projeto do *kit* Experimental foi imaginado pela primeira vez em 2019 e desde então veio ganhando forma, até que em 2020, em sua primeira versão, foi apresentado a disciplina de Implementação do Produto Educacional deste mesmo programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Este ano, ele recebeu uma atualização mais abrangente, tornado sua manipulação bastante estável e adequada a proposta de mobilidade pretendida.

A figura 09, mostra a nova concepção do projeto, feito no programa *sketchup* (v. 2018), no qual foi traçado um *design* básico para auxiliar no planejamento inicial. Pensamos em dividir a estrutura em três regiões denominando-as com o nome das três práticas do *kit*. No espaço delimitado para o Experimento de Oersted, está representado a maneira a qual será disposto os componentes do experimento que são eles: duas pilhas, uma bússola, dois pedaços de tubos de alumínio e um pedaço de fio condutor. Já no espaço referente à prática Freio Magnético, temos os componentes necessários para a montagem de um circuito que parte de uma bateria de 9 V, passa por um interruptor pulsador e vai até um dos polos do motor que rotacional um disco de alumínio. Para o experimento Gerador Manual, temos um disco de alumínio menor que o da prática anterior que está conectado, por meio de uma correia, ao eixo de um mine motor elétrico. Com o decorrer dos trabalhos, as peças foram sendo combinadas gradualmente.

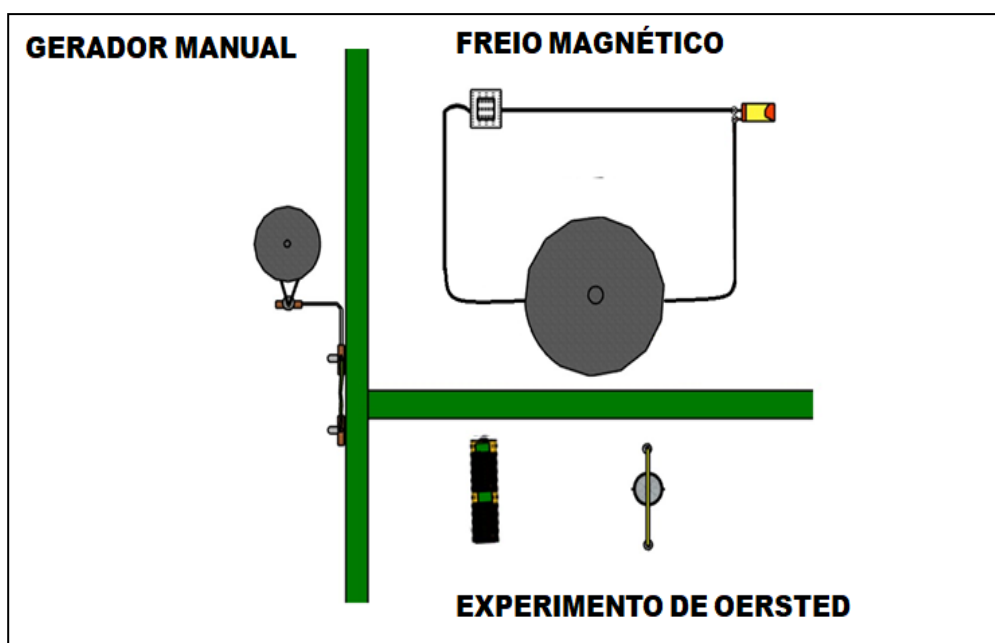


Figura 09: Desenho gráfico do projeto para o *kit* de experimentos. Fonte: Autor, 2021

A primeira providência foi adquirir a plataforma de madeira que serviria de base para todo o projeto. Abaixo descrevemos na figura 10, as dimensões dessa base.

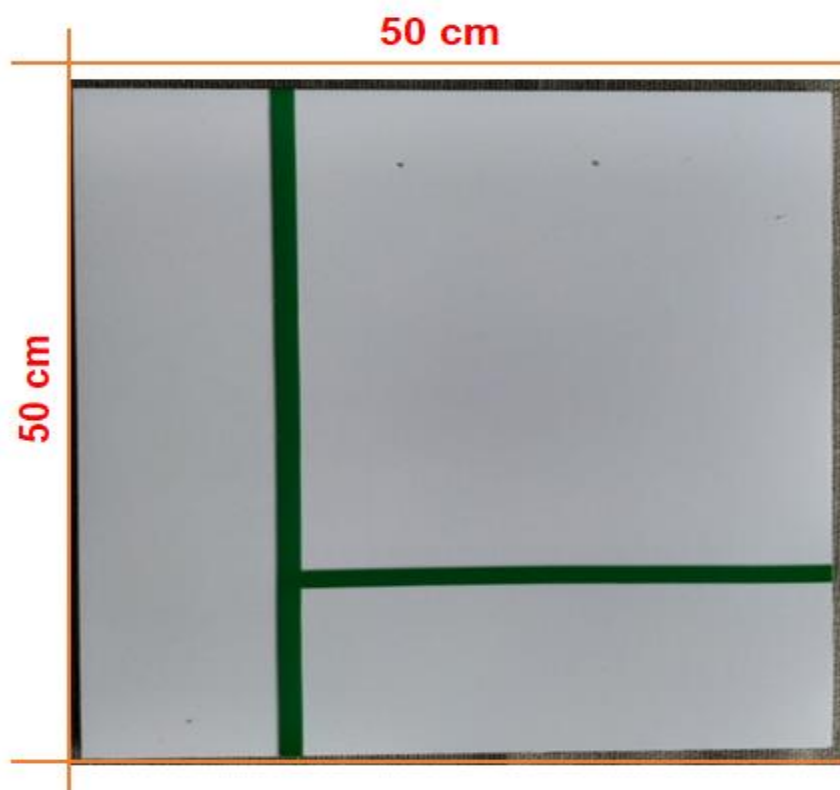


Figura 10: Base de madeira para fixação dos componentes. Fonte: Autor, 2021.

A base de madeira da figura 09, foi retirada de moveis em desuso sem qualquer custo ao projeto. Em seguida, a região de cada experimento foi cuidadosamente separada por meio de fita dupla face.

Na figura 11, descrevemos os componentes do primeiro experimento.



Figura 11: Principais componentes para a prática Experimento de Oersted. Fonte: Autor, 2021.

Os componentes acima, foram os primeiros a serem fixados. Além desses, foi necessário um segmento de fio elétrico de 40 cm de comprimento por 1,5 mm e adesivo para a fixação das peças. Desses componentes, apenas a bússola e as pilhas foram compradas no comércio local; os demais, foram retirados de peças ou materiais em desuso.

A próxima etapa implementada, foi o experimento que mais motivou a criação do projeto e foi chamada de “Freio Magnético” que será descrito logo adiante.

O disco, apresentado abaixo na figura 12, foi feito a partir de restos de utensílios domésticos de alumínio em desuso. O interruptor, é do tipo pulsador e foi reaproveitado de peças de uma campainha desativada. Já o motor que movimenta o disco, foi retirado de um computador inutilizado e a bateria de 9 V foi adquirida no mercado local e custou, aproximadamente, R\$ 15,00.

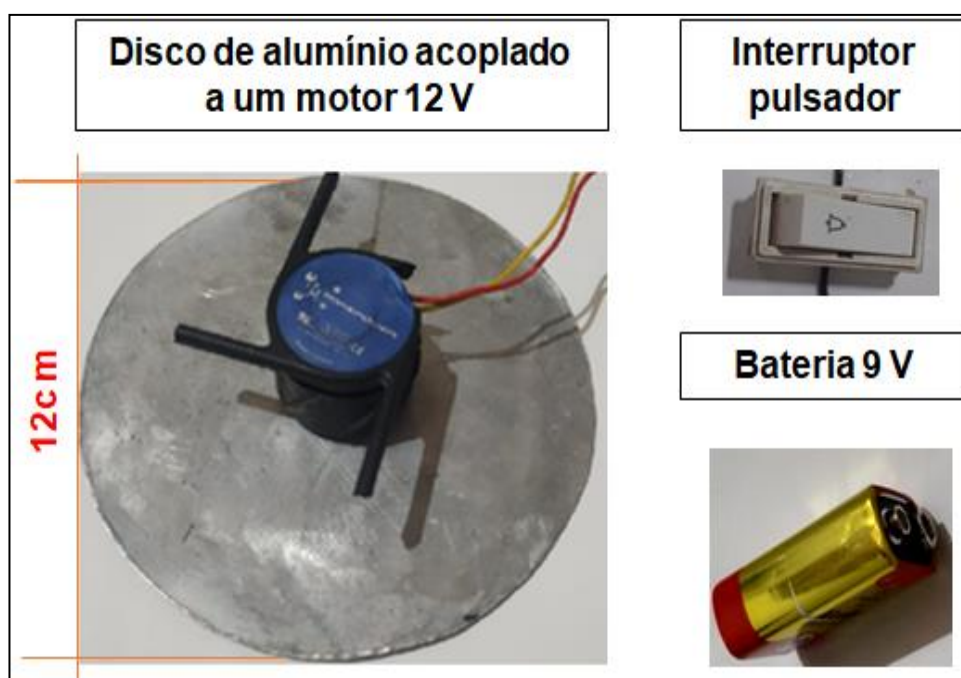


Figura 12: Componentes fixos da prática Freio Magnético. Fonte: Autor, 2021.

No restante do experimento, foram ainda necessários os componentes não fixos. São eles: 1 ímã de neodímio de 4mm de espessura; 1 objeto que simula um “ímã falso”, feito de resina *Epóxi* e com as mesmas dimensões do ímã citado anteriormente.

Temos ainda, duas hastes feitas de palitos de madeira, conforme figura 13 nas quais são fixados o ímã e o objeto de resina feito com as mesmas dimensões do ímã verdadeiro.



Figura 13: Hastes para interação magnética. Fonte: Autor. 2021.

O ímã que integra uma das hastes, foi adquirido em um conjunto de 20 peças e custou próximo de R\$20,00. A resina *Epóxi* custou R\$8,00 a unidade. Foram necessários 4 palitos de madeira para a confecção das hastes que foram adquiridos novos e sem custo.

A seguir, na figura 14, mostramos os componentes do experimento “Gerador Manual”.

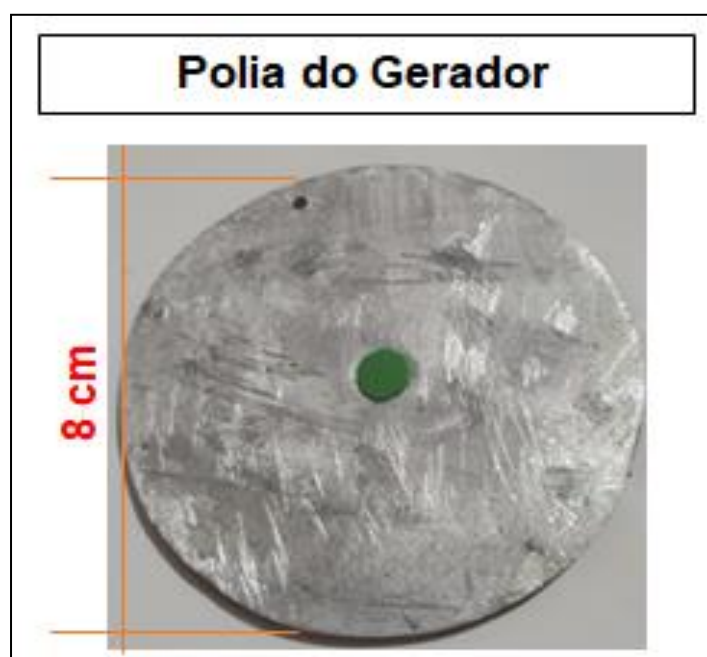


Figura 14: Polia da prática Gerador Manual. Fonte: Autor, 2021.

A produção do experimento “Gerador Manual” se deu a partir de sua polia de acionamento manual. Assim como o disco do experimento anterior, ela foi feita com pedaços de alumínio retirado de peças de utensílios domésticos. Após recortadas duas amostras iguais, de diâmetro conforme a figura 13, as peças foram planificadas, limpas e fixadas uma sobre a outra e separadas por um disco de papelão de diâmetro inferior ao do disco. O diâmetro do disco de papelão citado acima, depende da espessura da liga de borracha (correia) que será utilizada.

Após ser confeccionada, a polia foi perfurada tanto no centro de sua região circular, quanto na sua extremidade superficial a 4 mm do extremo máximo. Essa última perfuração foi usada para fixar um parafuso de 3cm para apoio da mão durante o acionamento do gerador.

A polia foi conectada, por meio do parafuso de 3 cm, a um suporte de madeira colocado sobre a base da figura 09. A fixação das peças sobre a base principal foi feita por meio de adesivo de uso geral extraforte.

A seguir, na figura 15, mostramos os componentes pré-montados e prontos para fixação.



Figura 15: Conjunto de componentes do Gerador Manual. Fonte: Autor, 2021.

Fornecidas as informações mais pertinentes sobre os componentes do kit de experimentos que será utilizado no produto educacional, ressaltamos que o produto pode e deve ser muito modificado com o tempo, e aqueles que desejarem utilizar esse produto em sua realidade escolar, terá, a partir dessas descrições, como reproduzir estrutura bastante sólida e eficaz naquilo que se propõe.

CAPÍTULO 5: A APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Nesta sessão será feita uma descrição detalhada da aplicação do produto sequência didática com o uso de um kit experimental para o ensino de indução eletromagnética na EJA, como ocorreu a organização dos trabalhos experimentais em sala mediante os roteiros de atividades. Traremos, também, uma síntese da percepção dos alunos frente às atividades experimentais dispostas na sequência didática aplicada.

5.1 Descrição do público-alvo

O CEJA Profa. Maria Joélia de Carvalho Silva é um dos 32 Centros de Educação de Jovens e Adultos da rede pública do Estado do Ceará, localizado na rua Tabelaio José Gama Filho, 350, no centro da cidade de Pacajus-CE. Fundado em 29 de outubro de 2001 esta unidade, com 20 anos de atuação, representa uma das quatro categorias de escolas que compõem a estrutura educacional da Secretaria de Educação do Estado (SEDUC) cuja a finalidade é a oferta de escolarização, em nível fundamental (anos finais) e médio para jovens e adultos que não concluíram a educação básica na idade própria e desejam continuar seus estudos (SEDUC, 2017).

As turmas da terceira série do ensino médio nessa modalidade são, obrigatoriamente, de alunos com idade a partir dos 18 anos; o que converge com um público de ingressos, em maioria, no mercado de trabalho formal ou informal. Desse modo, e considerando a pandemia da Covid-19 que ocasionou a paralização das aulas a partir de 2020, é sempre comum lidarmos com uma grande evasão e, principalmente, até outubro de 2021 em que tivemos frequência totalmente virtual, o que acarretou sérios desafios para a aplicação presencial do produto junto ao público acima descrito.

Tínhamos a intenção de aplicar esse produto, em condições normais de ensino, a 30 alunos da terceira série do ensino médio em, pelo menos, 4 encontros de 50 min cada. A realidade, porém, nos permitiu aplicar com um total de 7 alunos em dois encontros de 60min cada. Esse total de alunos, com idades variadas, todos residentes na própria cidade de Pacajus-CE onde localiza-se a escola em questão.

Esses estudantes foram escolhidos mediante convite virtual e adesão espontânea sem qualquer eventual prejuízo para os que recusaram participar. A prática reforçou o conteúdo já então fixado na grade curricular dos estudantes que, com a esperada regularização do calendário letivo para o próximo ano, deverá entrar na rotina de atividades de todos os estudantes da etapa final do ensino médio.

Foi prezado pela preferência de alunos parcial ou integralmente imunizadas contra a Covid-19 e foram tomadas as medidas cabíveis e possíveis durante a aplicação de todo o desenvolvimento das atividades nas dependências da escola.

5.2 Organização das atividades experimentais

A organização metodológica para a aplicação das atividades do produto – Sequência Didática para o Ensino de Indução eletromagnética na EJA com o Uso de um *Kit* Experimental – tem como finalidade fornecer uma estrutura de atividades experimentais para fortalecer o melhor aprendizado do conteúdo de Indução Eletromagnética voltado para os princípios fundamentais descritos na lei de Faraday e Lenz.

Vale ressaltar, que é pré-requisito básico para o melhor proveito da aplicação da sequência, que os discentes já tenham passado por uma experiência curricular acerca dos conteúdos básicos da Eletrodinâmica, como: grandezas Físicas da eletricidade, funcionamento de componentes básicos dos circuitos, fontes de energia elétrica e outros.

Nessa perspectiva, e traçado todos os objetivos da sequência, as atividades buscam promover o aprendizado do conteúdo citado mediante a uma sequência experimental que parte de entendimentos básicos que, muitas vezes, já se encontram inseridos no saber atual dos estudantes e que, por sua vez, podem estar equivocados ou vistos sem qualquer relação como o eletromagnetismo. Como, por exemplo, os que envolvem o funcionamento de motores elétrico, o acionamento de movimentos rotacionais em certos objetos e a geração de energia elétrica.

Dessa feita, através da análise problematizada dos fenômenos observados na prática, a sequência busca fornecer um entendimento mais claro e substancial acerca

dos conceitos científicos que, de fato, são aceitos para a explicação dos fenômenos relativos ao eletromagnetismo.

É imprescindível que o professor tenha como fazer sondagens prévias em tempos pedagógicos bem flexíveis e anteriores ao da aplicação da sequência, acerca do estado de conhecimento dos estudantes. Isso, indicamos, para melhor projetar a incidência das problematizações e discussões durante as atividades.

O professor deverá, além de testar previamente o funcionamento dos componentes, explicar a disposição dos experimentos e das peças móveis do *kit* experimental e lembrar procedimentos necessários ao se manipular pilhas, baterias e demais aparatos sensíveis como ímãs, bússola e outros.

Os estudantes devem ser divididos em grupos de trabalho de modo que possam reverter entre a execução dos experimentos e o registro das observações diante do fenômeno realizado. Indicamos que os registros sejam levados à discussão diante da turma para que os levantamentos particulares possam ser validados, modificados ou descartados. Outra proposta, é que, diante das discussões, o professor não se apresente como aquele que dá validade ou não às questões levantadas; mas, aquele que induz as proposições a um campo de validade cada vez mais próximo do adequado.

A atuação dos estudantes por meio do trabalho em grupo em interação conduzida pelo profissional do ensino, vai ao encontro da proposta sociointeracionista que nos predispomos seguir. Esta teoria defende que os conhecimentos formais podem surgir a partir de experiências interacionais através dos processos de ensino (VYGOTSKY, 1993).

Orientamos que, especificamente, as atividades da prática experimental em sala, respeitadas as orientações e procedimentos supracitados, sigam a seguinte ordem: procedimentos iniciais, com atividades de reconhecimento da turma e da estrutura básica da sequência didática, bem como do *kit* de experimentos, que conta com partes fixas e partes móveis independentes que são elas um mini motor elétrico, ímãs de neodímio e de ferrite, bússola, hastes de madeira e outros. Em seguida, a Prática I com o “*Experimento de Oersted*”, Prática II, com o “*Experimento Freio magnético*”, e o experimento “*Gerador Manual*”.

A avaliação finaliza os trabalhos da sequência, e precisa contemplar cada percurso e constitui-se de caráter tanto qualitativo quanto quantitativo. Porém, a maior intensão de todos os processos avaliativos da sequência, é de que o caráter qualitativo se sobressaia em relação ao quantitativo. Com base em Demo (1988, 2001), a avaliação qualitativa pode se sobressair em relação a avaliação quantitativa, mesmo coexistindo as duas. Desse modo, os processos têm maior importância que os produtos, não fazendo jus à realidade, à medida que se reduz a avaliação às manifestações empiricamente mensuráveis.

A seguir, descreveremos com alguns detalhes os momentos da aplicação do produto em sala de aula.

5.3 Aplicação em sala

As atividades que compreendem a execução dessa sequência didática iniciaram em janeiro de 2021, quando a escola estava ensaiando um retorno presencial, por meio da distribuição de pequenos questionários sobre uma proposta de análise prévia com os estudantes mediante a flexibilização das restrições impostas pela pandemia.

Porém, com a quebra dos processos de retomada das atividades presenciais, interrompemos os procedimentos de aplicação efetiva da sequência que só foram retomadas no segundo semestre. Assim, no dia 22 de novembro de 2021, de acordo com a conveniência prévia da escola e dos participantes, o primeiro encontro foi realizado no intervalo das 8h00 às 9h00 e o segundo, no intervalo das 14h00 às 15h00 do mesmo dia. A aplicação foi feita em uma sala auxiliar da escola, que costuma ser usada para projetos e reuniões pedagógicas.

Aula I - Reconhecimento da turma: Logo de início, apresentação do produto aos alunos presentes. Devido às circunstâncias relativas ao momento epidemiológico já relatadas na descrição do público alvo, contamos com a participação de 7 aluno para esta primeira aplicação amostral, que foram divididos em dois grupos de 4 e 3 alunos. Com o tempo reduzido em apenas dois momentos de 60min cada, tendemos a ser bastante objetivos e obedientes aos procedimentos metodológicos definidos.

Conforme figura 16, registramos os primeiros minutos nos quais esclarecemos alguns pontos importantes sobre os dados coletados a partir da aplicação do

“Questionário de Reconhecimento da Turma”. Dentre as 10 questões propostas nesse questionário, relatamos brevemente a seguir, algumas informações quantitativas coletadas sobre algumas questões desta lista.



Figura 16: Diálogos iniciais sobre com um dos grupos. Fonte: Autor, 2021.

O registro da figura acima mostra, também, as primeiras articulações sobre a estrutura do produto, a proposta metodológica a ser aplicada e sobre os relatos coletados em questionário.

Uma das questões indagava: *“Você concorda que uma maior interação entre colegas de estudos pode ajudá-lo a aprender mais e melhor?”*

Nessa questão, três alunos responderam que concordam plenamente, quatro responderam que concordam e nenhum optou por discordar sobre a questão levantada.

Em outra questão, perguntamos: *“Você já participou de atividades experimentais em que realizou a execução e análise dos fenômenos em grupo?”*

Para a última questão acima, dois disseram ter participado poucas vezes, três afirmaram nunca ter participado e dois disseram não se recordar.

Analisando mais uma questão, temos: *“Você considera que a energia elétrica que chega em nossas casas depende de propriedades eletromagnéticas?”*

Sobre a questão da produção de energia elétrica, dois afirmaram positivamente sobre a existência da dependência mencionada, quatro afirmaram negativamente e apenas um afirmou não saber responder e optou por marcar a opção “talvez”.

Relatamos com a turma, os resultados da primeira questão mostrada acima, destacando a relevância para a metodologia da sequência, o fato de que todos os sete alunos concordaram, mesmo em níveis diferentes, que a participação ativa da turma pode se reverter em melhoria do aprendizado.

Sobre a segunda questão destacada, cinco alunos afirmaram que ou participaram poucas vezes ou nunca participaram de atividades experimentais. Essa informação também mereceu destaque nas discussões da primeira aula, porque ela reforça a relevância para proposta de implementar aulas experimentais com participação ativa dos estudantes.

Finalizando esse momento de análise dos resultados com a última das três questões que foram trazidas aqui, constatamos que a maioria dos estudantes presentes, cinco deles, mostraram desconhecer a relação básica que existe entre a produção de energia elétrica, cada vez mais essencial para sociedade moderna, e as propriedades eletromagnéticas.

Dados os primeiros movimentos metodológicos que se julgou necessário para um reconhecimento do estado da turma, iniciamos a apresentação do *kit* de experimentos, conforme figura 17.

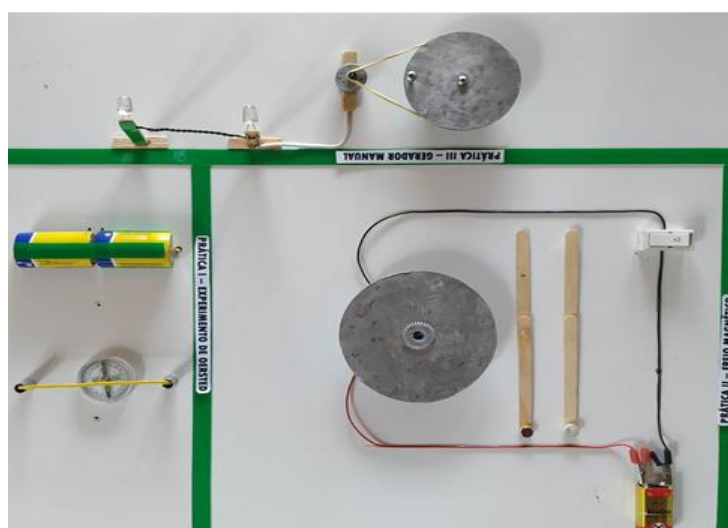


Figura 17: Demonstração em sala da estrutura completa do *kit* de experimentos. Fonte: Autor, 2021.

Fechamos o momento referente aula 1, apresentamos a turma a estrutura do *kit experimental* completo e a designação dos diversos componentes instalados.

Após o momento correspondente a aula 1, seguimos para a participação na primeira atividade experimental.

Aula II - Prática *Experimento de Oersted*: Iniciamos esta aula destacando a composição do experimento e os cuidados ao se manusear o circuito carregado. Relatamos os objetivos do experimento, a proposta metodológica de investigação problematizada e em seguida propomos os alguns problemas iniciais para a discussão em grupo:

Professor: “O que está determinando a orientação inicial da bússola”?

Professor: “Quando o circuito é ligado, qual a posição que os polos da bússola precisam estar em relação ao fio condutor que passa sobre ela para que ocorra movimento considerável na agulha? ”

Após os questionamentos direcionados pelo o professor, os alunos foram levados ao contato do primeiro experimento da sequência, como mostrado na figura 18 abaixo.

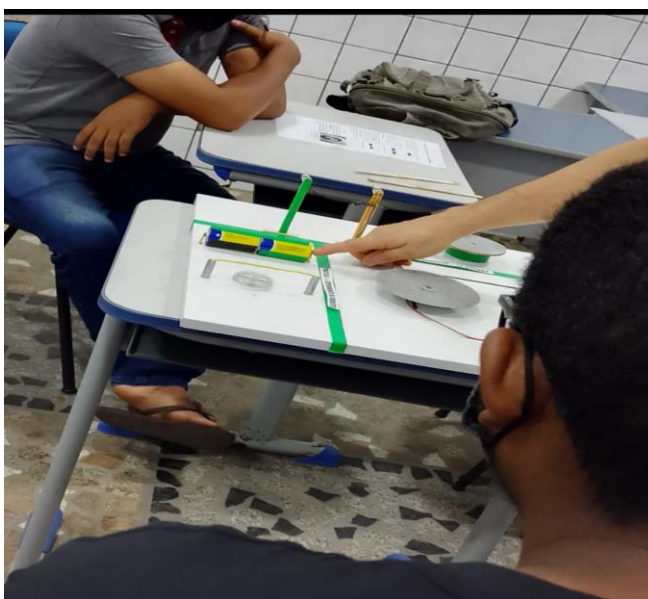


Figura 18: Alunos executando a prática Experimento de Oersted. Fonte: Autor, 2021.

Nesse momento, aproveitamos para relatar a importância histórica desse experimento e que um dos nossos objetivos ao realizá-lo, seria perceber como um fio condutor conectado a um circuito, pode interagir, magneticamente com uma bússola.

Diante dos problemas expostos, os alunos procuraram executar a prática, rotacionando a base de madeira onde estão os experimentos percebendo a orientação da bússola. Dentre as principais discussões, relatamos algumas abaixo:

Aluno A: “A bússola fica parada na direção do fio, se a gente não tirar ela do canto”.

Aluno B: “Mas a bússola é outro ímã, ela pode estar sendo mexida por esses ímãs aqui”.

Professor: “Precisamos recordar que a bússola possui uma agulha magnética, portanto, ela vai interagir com outros campos magnéticos. Quais são os campos magnéticos presentes aqui, que podem interagir com o campo da bússola?”

Esse primeiro diálogo que foi coletado é importante para a nossa percepção porque mostra a atuação do professor induzindo o aluno a acessar o que ele já sabe ou já teve acesso antes e fazer uma correlação com o que estava sendo observado na prática.

A discussão foi a base de preparação para que se chagássemos a interação da bússola com o campo induzido no fio e pudéssemos resolver outros problemas relativos ao que foi observado na prática.

A avaliação desta prática foi realizada por meio da participação ativa dos estudantes nas discussões e nas propostas de solução do problema inicial fornecido.

Aula II - Experimento *Freio Magnético*: inicia-se como o professor relatando sobre os componentes do experimento e o cuidado com o acionamento do interruptor que liga o circuito fazendo o disco condutor (Alumínio) girar.

O objetivo dessa prática será perceber a interação entre o campo induzido no disco em movimento variado e o campo indutor no ímã colocado sobre o disco.

Nesse sentido, foi apresentado a problematização da prática a seguir.

Professor: “Após registrarmos a interação entre as hastes, tanto a que possui o ímã quanto a que não possui, de que maneira se dar a interação entre o ímã na haste e o disco em movimento e qual a relação com o enunciado da lei de Faraday-Lenz”?

Com as questões postas, submetemos os estudantes, cada um por vez em cada grupo, a realização da prática fazendo os primeiros testes de aproximação das hastes em relação ao disco condutor em movimento, como podemos ver na figura 19 a seguir.

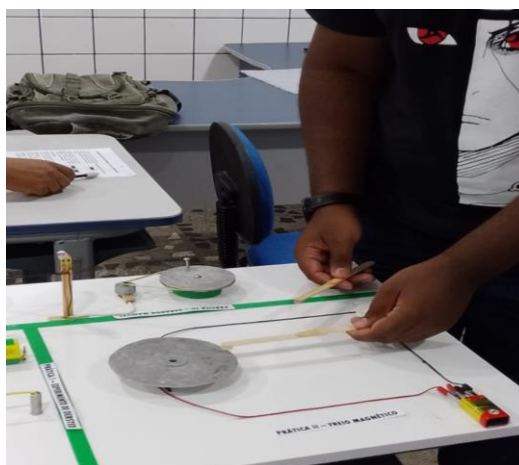


Figura 19: Aluno experimentando a interação entre as hastes e o disco de alumínio. Fonte: Autor, 2021.

Destacamos alguma das interações que ocorrem entre os estudantes:

Aluno X: “Com o disco parado, as duas hastes se comportam do mesmo jeito perto do disco, mas quando ganha velocidade, a haste que tem o ímã, é jogada para cima”

Aluno Y: “Eu testei com a outra haste e, mesmo com o disco em movimento, nada de parecido aconteceu. Tem que ter um ímã, então?”

Professor: “Muito interessante o que foi observado até aqui, vejam mais uma vez, no material disponível com vocês, o que diz o enunciado da Lei de Faraday-Lenz. ”

As discussões foram conduzidas de modo que as hipóteses que foram surgindo, converjam para a aceitação de que repulsão que surge com o disco em movimento ocorre porque o disco se transformou em uma espécie de ímã; mas, que, diferente dos

outros ímãs, neste só verificamos interação do tipo repulsão e condicionada ao movimento variado do disco.

Nesse experimento, foi apresentado, oportunamente, os conceitos referentes às correntes de Foucalt, também chamadas de correntes “fantasmas”, relatando o descobrimento desse fenômeno em 1855 por Leon Foucalt como mais uma descoberta possibilitada pelos trabalhos de Faraday sobre a Indução Eletromagnética. Explicamos, diante da prática, que a repulsão observada ao aproximarmos a haste magnetizada em relação ao disco condutor em movimento, é devida ao campo magnético induzido pelas as correntes de Foucalt que surgem residualmente sempre que uma superfície condutora e colocada em movimento diante de um fluxo magnético. Na prática realizada, a repulsão propiciada por este fenômeno ocasionou a frenagem do disco de alumínio à medida que o estudante segurava o ímã próximo ao disco a ponto de parar todo o movimento de giro.

Aula III - Experimento Gerador Manual: Como nas demais práticas, essa iniciou, as orientações devidas acerca do acionamento dos componentes para mantê-los em bom funcionamento.

O objetivo dessa prática é relacionar o princípio fundamental da indução eletromagnética ao funcionamento do gerador verificado por meio do ascendimento dos LED. Antes dos procedimentos com os alunos, e devido aos mecanismos de execução dessa prática, foi realizado um teste prévio de funcionamento diante da turma e conforme figura 20 a seguir.



Figura 20: Teste de funcionamento do Gerador Manual. Fonte: Autor, 2021.

Com o objetivo da prática delimitado, lançamos a problematização inicial:

Professor: “Qual a relação entre a maneira como produzimos movimento na polia do gerar e o acendimento dos LED”?

Professor: “O fenômeno observado no Gerador Manual, tem alguma relação com a produção da energia elétrica que chega até as nossas residências”?

Os alunos, nesse momento, passam a discutir a maneira ideal para movimentar o gerador e em que sentido isso deve ocorrer. Espera-se que as discussões, diante do fenômeno observado em tempo real, propiciem o surgimento da relação entre a maneira como eles variam o movimento na polia do gerador e como varia luminosidade dos LED.

Aluno Z: “Professor, não basta só girar, quanto mais rápido começar, mais acende. ”

Professor: “Muito bem observado. Vamos tomar em mãos a figura que traz a estrutura interna do gerador. O que estamos fazendo

girar, o condutor enrolado interno, ou o ímã em torno dele do condutor enrolado?”

Como sugestão dos estudantes, foi apagada a luz da sala, por alguns instantes, com o intuito de destacar o brilho dos LED durante o acionamento, conforme figura 20 logo abaixo.

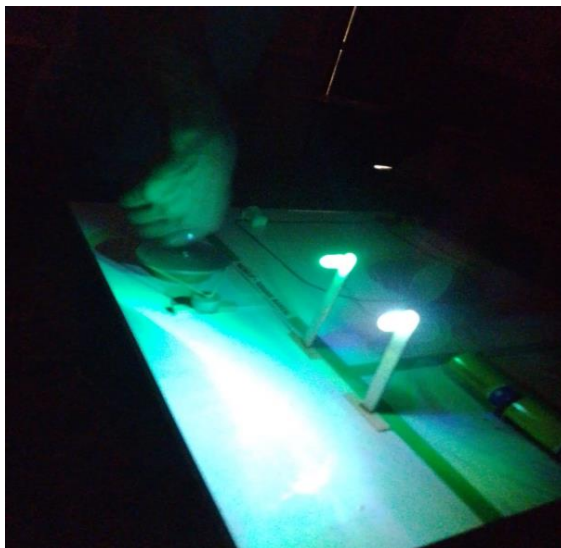


Figura 21: Realização da prática Gerador Manual. Fonte: Autor, 2011.

A participação dos estudantes nesse experimento, foi muito proveitosa. Os alunos se reversavam para realizar a prática interagindo de diversas formas. Na figura acima, um deles sugeriu apagar as luzes da sala no intuito de destacar a incidência da luz emitida nos LED. No decorrer das atividades, eles já debatiam uns com os outros para relatar o que achavam de interessante e até mesmo buscar resolver dúvidas.

Essa interação dos estudantes, que não podia ser inicialmente majoritariamente técnica, foi progredindo à medida que eles ficam mais à vontade com os conteúdos e a visualização dos fenômenos.

Ao final do último experimento, foi aplicado a avaliação complementar com o objetivo de finalizar o processo de avaliação com uma proposta de atividade mais técnica e com a exigência de conhecimentos mais específicos. Foi aplicado, portanto, um questionário com 10 questões com respostas objetivas que iriam desde verdadeiro ou falso até questões de múltipla escolha.

A média de notas da amostra dos 7 estudantes em relação a avaliação complementar ficou em 89% (8,9) de acerto. Com notas que variaram de 80% a 100% de acerto. A nota mais frequente, apesar de não tão ruim, correspondeu a 80% de

acerto o que desapontou um pouco em vista que foi observado nas avaliações qualitativas pontuais.

Mas, como ressaltado em todas as fases da sequência didática, a avaliação objetiva complementar, tratava-se de uma das fases da avaliação aplicada nesse trabalho e que, de modo geral, a participação dos estudantes, a disposição em contribuir com as discussões e a elaboração de propostas investigativas em grupo frente aos fenômenos observados, teria o maior peso avaliativo, pois o trabalho situava a sua metodologia no protagonismo dos estudantes e na construção de hipótese argumentativas para a resolução dos problemas propostos.

5.3.1 Reflexões sobre a participação dos estudantes

Como bem citado nos capítulos anteriores, os alunos que participaram da aplicação dessa sequência, possuem um histórico estudantil muito fragmentado, ou seja, já haviam estudado em diversas outras escolas e com intercalados períodos sem estudar. Além de que, o tempo de contraturno de trabalho para frequentar a escola.

Dito isto, imagina-se o sacrifício que a maioria desses estudantes dispensam para poderem continuar os estudos. Todavia, para a aplicação do produto, foram muito perceptíveis a receptividade e a expectativa que eles demonstraram desde quando concordaram em participar.

Relatos de que foi bastante motivador, principalmente, porque eles não estavam, meramente, imaginando os fenômenos, ou simplesmente observando através de demonstrações ou de vídeos; mas, que estavam realizando experimentos e constatando relações entre teoria e a prática e, vale destacar, com relativo protagonismo dos estudantes.

Para registrarmos a percepção dos nossos estudantes acerca dessa aplicação amostral do produto, aplicamos um questionário para a avaliação discente com o objetivo de colher as impressões que eles tiveram, ao participar das experiências, e fornecer-nos dados que apontem no sentido de nossas expectativas quanto ao uso do produto para o ensino de indução eletromagnética.

Um relato já esperado e bastante pertinente, foi expresso por um dos participantes mais ativos a partir da seguinte indagação:

Aluno A: “Professor, a gente sempre estuda essas coisas de física, mas, essas experiências, por que não acontecem mais vezes? ”

Em seguida, outro aluno já seguiu concordando e acrescentou:

Aluno B: “Quanto é para montar esse equipamento? E onde se compra esses ímãs mais fortes? ”

Respondendo à questão levantada pelo *aluno A* logo acima, acerca da realização de experimentos, foi esclarecido que existem questões determinantes para a realização de práticas experimentais que vão desde a infraestrutura do ambiente, da disponibilidade de materiais experimentais e a dedicação do professor responsável pela a disciplina. Aproveitamos, também, para reforçar que este trabalho tem como uma de suas motivações poder ampliar às possibilidades de realização de experimentos por meio de um material metodológico que dispõe de mobilidade e de um relativo baixo custo.

Sobre a questão dos custos para a produção do custo, esclarecemos que todo o *kit* teve um custo próximo de R\$ 80,00 e que a maioria dos componentes foram adquiridos de forma gratuita a partir da retirada de equipamentos em desuso.

Finalizando essa etapa, trazemos a seguir alguns dados quantitativos que foram coletados das respostas dos alunos em relação a avaliação discente que foi realizada ao final da prática III. Para cada pergunta, o aluno pôde optar entre concordar ou discordar plenamente e concordar ou discordar em parte.

A primeira pergunta apresentada pelo professor diante da avaliação discente foi se *“a estrutura do kit de experimentos permitiu, basicamente, a observação dos fenômenos descritos em teoria?”* Como resposta, quatro dos estudantes responderam que concordam plenamente, três disseram concordar em partes e nenhum dos estudantes afirmou que discordava plenamente ou em partes sobre o que se lançou na pergunta.

Uma outra questão, que merece destaque aqui, foi se *“os experimentos ajudaram a fazer uma melhor relação entre fenômenos eletromagnéticos e o funcionamento de certos objetos e situações do nosso dia a dia?”* E nessa questão,

cinco responderam que concordam plenamente e dois, disseram concordar apenas em partes.

Sobre a atuação do professor, foi perguntado se *“o aluno considera que o professor atuou promovendo as discussões indicando caminhos para resolver os problemas propostos e desenvolvidos?”* Nessa questão, novamente, cinco concordaram plenamente e o restante, dois estudantes, concordaram em parte.

A análise da percepção discente trouxe bastante otimismo sobre a execução do projeto e nos fez crer, ainda mais, ser bastante pertinente a implementação desse tipo de projeto em atividades experimentais na escola.

CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS

A história do nosso sistema de ensino nos mostra que o progresso em educação no Brasil, na maioria das vezes, não seguiu uma trajetória retilínea; mas, que passou por caminhos bastante complexos e diversos períodos de ruptura.

A Educação de Jovens e Adultos, retrata bem essa perspectiva e requer um olhar muito mais sensível do sistema de ensino, ainda nos dias de hoje. A democratização do acesso à educação básica, gratuita e de qualidade ainda está longe de ser alcançada por completo e a EJA, paradoxalmente, de certo modo é uma constatação disso, ao passo que é, também, uma forma de reparação aos brasileiros que não tiveram acesso à educação na idade própria.

A proposta desse trabalho dissertativo, buscou atuar sobre essa modalidade do ensino básico e oferecer uma ferramenta didática que pudesse amenizar as dificuldades encontradas para o ensino, especificamente, da disciplina de Física.

Diante da interação observada durante a aplicação do produto e da análise, posterior, dos relatos da turma concluímos que o produto desempenhou sua proposta de forma satisfatória, colhendo resultados agradáveis e projetando nos discentes da EJA, a perspectiva de que o ensino experimental está ao alcance deles também e que isso não depende de custos excessivos; mas, que está perfeitamente tangível.

A sequência didática bem como a estrutura do *kit* de experimentos desenvolvido para este produto educacional, já tem proposta de permanecer na estrutura curricular da escola que atende a, aproximadamente, 3 mil alunos matriculados do 6º ano do ensino fundamental até a última série do ensino médio, com faixas etárias que iniciam a partir de 15 anos de idade.

Certamente, a estrutura desse produto ainda receberá bastante implementações tanto na sua base didática, quanto na sua estrutura de instrumentos experimentais visando sempre a ampliação do alcance de conteúdos e adequação tecnológica para melhor contextualizar a vivência dos estudantes.

Ainda em 2021 foi iniciado um processo de desenvolvimento *web* para este produto. Tínhamos a intenção de aplicar uma sequência que contasse com um laboratório virtual de aprendizagem feito em *Java script* e outras linguagens. Em

virtude das dificuldades impostas pela pandemia, pelos custos calculados e pelo tempo necessário para desenvolver o que seria um objeto digital de aprendizagem do tipo simulador de ambiente, ficou um pouco, momentaneamente, fora de alcance; mas, ainda insistiremos nessa perspectiva futura de contarmos com o *kit* experimental embutido neste produto aplicado ao ensino de indução eletromagnética, também em versão digital e acessível gratuitamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de ensino de física**, v. 25, p. 176-194, 2003.

BAQUERO, R. Vygotsky e a aprendizagem escolar. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

BRASIL, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

CARVALHO, Vicente Vitoriano Marques. As imagens no “Método Paulo Freire” na experiência de Angicos (RN)–1963. **Revista Educação em Questão**, v. 21, n. 7, p. 98-115, 2004.

COLAVITTO, N.B e ARRUDA, A.L.M.M. Educação de Jovens e Adultos (EJA): A Importância da Alfabetização. **Revista Eletrônica Saberes da Educação** – v.5, nº 1, 2014.

CARVALHO, AMP et al. Compreendendo o papel das atividades no ensino de Ciências. Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico. SP: Scipione, p. 19-21, 2007.

CONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8, 2002, Lindóia. Atas...CD-ROM. SP: SBF, v. 1, 2002.

DE LIMA BATISTA, A. P; DE CARVALHO, H. W. P; RIBEIRO, Claudia Maria. Análise da construção do conhecimento na perspectiva das teorias de Vygotsky. Educação, v. 32, n. 2, p. 411-423, 2007.

DA CUNHA, Elisete Lopes; DICKMAN, Adriana Gomes. O estudo da Óptica na modalidade de Educação para Jovens e Adultos (EJA) por meio de uma sequência didática diversificada. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 262-289, 2018.

DA SILVA, André Luís Silva da; MOURA, Paulo Rogério Garcez de. Ensino Experimental de Ciências—uma Proposta: Atividade Experimental Problematicada (AEP). **Livraria da Física**. São Paulo/SP, 2018.

DA SILVA, André Luís Silva et al. Atividade experimental problematicada (AEP): revisão bibliográfica em descritores na área de ensino de ciências. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 9, n. 1, p. 459-471, 2019.

DAVID Halliday, ROBERT, Resnick e JEARL Walker, **Fundamentos de Física – v.3** (Eletromagnetismo), 4ª. Edição, Editora LTC, 1984.

DEMO, P. Educação e Qualidade. Papirus, São Paulo, 2001.

DEMO, P. **Ciencias sociales y calidad**. Narcea, Madrid, 1988.

DIAS, V. S; MARTINS, R. A. Michael Faraday: **O Caminho da Livraria à Descoberta da Indução Eletromagnética**. Ciência & Educação, v. 10, n. 3, p. 517-530, 2004.

FARADAY, M. **Experimental researches in electricity**. New York: Dover, v.3, 1965.

FARADAY, M. **Experimental researches in electricity**. London, v. 2, 1843.

FARIA, R. N.; LIMA, L. F. C. P. **Introdução ao magnetismo dos materiais**. São Paulo, S.P., Editora Livraria da Física, 2005.

FONTANA, F. Técnicas de pesquisa. In: MAZUCATO, T. (org.). **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**. Penápolis, SP: FUNEPE, p. 59-78, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 40 Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina. **Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky**. Investigações em ensino de ciências, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2016.

GERMANO, José Willington. As quarenta horas de Angicos. 1997.

GUIMARÃES, A. P. **Os 400 anos do De magnete**. Ciência hoje v. 28, nº 167, 2000.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. Física 3. LTC, 1984.

HERNANDES, C. L.; CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A. **Uma atividade experimental investigativa de roteiro aberto partindo de situações do cotidiano**. V.3, Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2002.

HODSON, D. **Experiments in science and science teaching**. **Educational Philosophy and Theory**, v. 20, p. 5366, 1988. Disponível em <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php>. Acesso em agosto de 2021.

HESSEL, Roberto; FRESCHI, Agnaldo A.; SANTOS, Francisco J. dos. Lei de indução de Faraday: Uma verificação experimental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, 2015.

FARADAY, M. In Great Books of the Western World. V. 45, **Encyclopædia Britannica Inc.**, Chicago, p. 257-866, 1952.

MARTINS, João Carlos. **Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula: reconhecer e desvendar o mundo**. Série Idéias, v. 28, p. 111-122, 1997.

MARTINS, R. A. Orsted e a descoberta do eletromagnetismo. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Campinas, v. 10, p. 89-114, 1986.

MARTIN, T. Faraday's diary: being the various philosophical notes of experimental investigation made by Michael Faraday, D. C. L., F. R. S. London: G. Bell and Sons, 1932-1936. v.7, 1820-1862.

NEVES, Rita de Araujo; DAMIANI, Magda Floriana. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. 2006.

OSTERMANN, F., & CAVALCANTI, C. J. H. Teorias de Aprendizagem. Porto Alegre: Evangraf, 2010. Disponível em <http://www.ufrgs.br/uab/informacoes/publicacoes>. Acesso em setembro de 2020.

PAIVA, José Maria de e PUENTES Roberto Valdés. **A proposta jesuítica de Educação**: uma leitura das Constituições Publicado em Comunicações (UNIMEP), ano 7, n.2, novembro 2012, p. 101-18 Piracicaba SP, 2012.

PALMA FILHO, João Cardoso. Pedagogia Cidadã. **Cadernos de Formação**. História da Educação. 3. ed. São Paulo: PROGRAD/UNESP- Santa Clara Editora– p.61-74, 2005.

PIMENTEL, Jorge Roberto; ZUMPANO, Vitor Hélio. Demonstre em aula: correntes de Foucault exploradas com um disco rígido de computador. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 160-167, 2008.

RIBEIRO, Daniel Tiago; ALMEIDA, Abílio Monteiro; CARVALHO, Paulo Simeão. Indução eletromagnética em laboratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, p. 1-15, 2012.

SALVADEGO, Wanda Naves Cocco; LABURÚ, Carlos Eduardo. A atividade experimental no ensino de química: uma relação com o saber profissional do professor do ensino médio. Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. Curitiba: UFPR, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/>. Acesso em nov. de 2021.

SANTOS, R.J e SASAKI, D. G.G. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.37 nº 3, set. 2015

SANTOS, Robson José dos; SASAKI, Daniel GG. Uma metodologia de aprendizagem ativa para o ensino de mecânica em educação de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, p. 3506-1-3506-9, 2015.

SEDUC, Secretaria de Educação do Estado do Ceará. Fortaleza, 2017.

SILVA, André Luís Silva da; MOURA, Paulo Rogério Garcez. Ensino Experimental de Ciências—uma proposta: **Atividade Experimental Problematicada (AEP)**. Livraria da Física. São Paulo/SP, 2018.

SILVA, R.T; CARVALHO, H.B. A indução eletromagnética: análise conceitual e fenomenológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2012.

SILVEIRA, Fernando Lang da; AXT, Rolando. Explicação qualitativa do "anel de THOMSON": como ocorre a "levitação magnética"? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, p. 81-85, 2003.

STRELHOW, T. B. Breve história sobre a educação de jovens e adultos no Brasil. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n.38, p. 49-59, jun.2010.

VIEIRA, M.C. **Fundamentos históricos, políticos e sociais da educação de jovens e adultos** – v.1, Aspectos Históricos da Educação de jovens e adultos no Brasil. Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

VYGOTSKY, L. S. et al. Pensamento e linguagem. São Paulo: Martins fontes, 2008.

VYGOTSKY, L. S. et al. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

ANEXO A:

O PRODUTO EDUCACIONAL

A seguir, dispomos o produto educacional com apresentação forma, justificativa, estrutura, orientações de uso e todos os modelos de materiais necessários e sugeridos pelos autores.



JONARC PAULA DE OLIVEIRA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA NA EJA COM USO DE UM KIT EXPERIMENTAL

Produto educacional de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Professor Dr. Marcelo Nunes Coelho

Mossoró-RN

2021

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Esquema da organização da sequência didática.....	68
Figura 02: Demonstração da estrutura completa do <i>kit</i> de experimentos.....	69
Figura 03: Materiais para a manipulação inicial orientada	70
Figura 04 Ilustração da interação entre as linhas de campo nos ímãs.....	71
Figura 05: Experimento de Oersted com a bússola perpendicular à direção da corrente.....	71
Figura 06: Agulha da bússola paralela à direção da corrente.....	72
Figura 07: Demonstração das direções da corrente e do campo B induzido.....	73
Figura 08: Experimento Freio Magnético	74
Figura 09: aproximação da haste e ímã sobre o disco de alumínio em movimento.....	76
Figura 10: Indicação da orientação do campo induzido no disco.....	77
Figura 11: Experimento Gerador manual	77
Figura 12: Demonstração da produção de energia elétrica em sala	79
Figura 13: Estrutura básica interna do gerador elétrico usado no experimento.....	79

SUMÁRIO

A1: APRESENTAÇÃO.....	65
A2: JUSTIFICATIVA	65
A3: AULA I - RECONHECIMENTO DA TURMA.....	67
A4: AULA II - PRÁTICA I.....	70
A5: AULA III - PRÁTICA II.....	74
A6: AULA IV - PRÁTICA III.....	77
A7: AVALIAÇÃO COMPLEMENTAR.....	80
A8. ORIENTAÇÕES PARA O USO DESTE PRODUTO.....	80
A9: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83

A1: APRESENTAÇÃO

Caríssimo (a) leitor (a),

Este material constitui-se de uma sequência didática que tem o objetivo de ensinar os conceitos fundamentais da Indução Eletromagnética, por meio de aulas práticas, com o uso de um *kit* experimental desenvolvido com materiais de fácil obtenção e com custo acessível. Este produto, portanto, destina-se ao uso, em sala de aula, mediante práticas experimentais problematizadas e mediadas pelo professor. Ele foi desenvolvido para o programa do Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), com a iniciativa da Sociedade Brasileira de Física (SBF), a qual possui um polo na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

Com a devida observação do que determina as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), que garantem autonomia às instituições e colaboram para o ensino participativo com ênfase na formação crítica e cidadã dos estudantes, sugerimos uma proposta de ensino problematizado que possa levar os alunos a interagirem ativamente na construção e no desenvolvimento do aprendizado a partir da análise de fenômenos observados em tempo real a respeito do conteúdo de eletromagnetismo da disciplina de Física no Ensino Médio (BRASIL, 2001).

A aplicação do produto será suficientemente instruída nas etapas seguintes, mas adiantamos que deverá contar com três fases didáticas, que podem ter, não necessariamente, de 4 a 5 encontros-aula no total, referentes ao reconhecimento da turma, às práticas experimentais e à avaliação final, respectivamente.

A2: JUSTIFICATIVA

A partir da experiência docente compartilhada e da investigação de dados coletados acerca do baixo rendimento dos estudantes, na área de Ciências da Natureza (468.04 pontos – ENEM 2018), da escola que fez parte do estudo e da aplicação amostral deste produto, bem como da necessidade pertinente a que está sujeito o exercício docente de busca constante por novas estratégias de ensino, este trabalho alicerçou-se na possibilidade de apresentar, de forma viável, uma proposta de

ensino que possibilitasse a rotinização de aulas experimentais em uma realidade escolar complexa.

A temática de ensino experimental na Educação de Jovens e Adultos também foi alvo de uma pesquisa bibliográfica na qual foram investigadas publicações, dos últimos dez anos, nos dois maiores periódicos especializados em divulgação científica acerca do ensino de Física no país. Sob critérios predefinidos, a pesquisa nos revelou verdadeira escassez de publicações que contemplem o tema, o que fomentou, assim, uma interessante justificativa para apresentarmos melhor o objeto-problema deste trabalho e acrescentarmos conteúdo bibliográfico sobre esse contexto de ensino.

Na escola em que esse trabalho foi desenvolvido, apesar de estarmos sempre discutindo novas metodologias, ao longo de 20 anos de atuação, nunca houve nenhuma estrutura laboratorial para o ensino experimental, o que é, na verdade, uma realidade compartilhada pela maioria das instituições que ofertam a Educação de Jovens e Adultos no estado do Ceará.

Este trabalho observa a proposta de aprendizagem sociointeracionista na perspectiva de Vygotsky, na qual se acredita que um dos aspectos essenciais para que ocorra o aprendizado é a existência da zona de desenvolvimento proximal (ZDP), que é de natureza social e que opera somente quando o indivíduo interage com os demais e com o ambiente (VYGOTSKY et. al., 1999).

A partir da interação e investigação conjunta na participação de práticas subsidiadas por discussões problematizadas, deseja-se auxiliar o estudante a transitar de sua base comum de conhecimento próprio (ZDR) para aquilo que se almeja aprender com o auxílio das discussões em grupo e da mediação do professor (ZDP) diante dos fenômenos observados em tempo real.

O produto educacional configura-se como um objeto de auxílio ao processo de ensino-aprendizagem desenvolvido com base em uma pesquisa científica voltada ao aperfeiçoamento do profissional da Educação Básica.

O Mestrado Profissional (MP), segundo Ostermann (2009), criado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), tem como objetivo desenvolver a pesquisa como meio de qualificar o profissional na sua respectiva área de atuação.

A3: AULA I - RECONHECIMENTO DA TURMA

Dependendo da conveniência e disposição da grade curricular da escola, orientamos que as atividades aqui propostas sejam realizadas em quatro encontros de 50 minutos cada e com até 20 alunos, de preferência.

De acordo com a proposta de trabalho, como pode ver o leitor na figura 01, que descreve a organização sequência didática, a fase inicial destina-se ao reconhecimento da turma e precisa ter um tempo pedagógico bem flexível e não necessariamente precisa ser feito totalmente de forma presencial. Essa fase pode iniciar bem antes da primeira aula, mas com culminância realizada no primeiro encontro, que será pautado, então, pela discussão dos resultados (não quantitativos) obtidos da aplicação dos questionários subjetivos (anexo I) e da disposição dos grupos frente à metodologia do produto.

A fase de reconhecimento da turma, portanto, contará com aplicação de questionário próprio, de caráter subjetivo, que visa a coletar informações, principalmente, da vida estudantil do discente acerca de como ele avalia seu protagonismo em sala de aula e sua participação em atividades experimentais em aulas de Física.

A composição desta etapa, de acordo com a aplicação proposta, fica como mostrado a seguir:

- a) Distribuição de questionários individuais para os estudantes (remotamente).
- b) Divisão dos grupos de trabalho (presencialmente).
- c) Apresentação do recurso experimental – *“kit de experimentos de indução eletromagnética”* (presencialmente).
- d) Apresentação dos trabalhos didáticos (presencialmente).

Toda a estrutura da sequência está descrita na figura 01 abaixo, na qual temos as principais subestruturas que compõem toda aplicação deste trabalho.

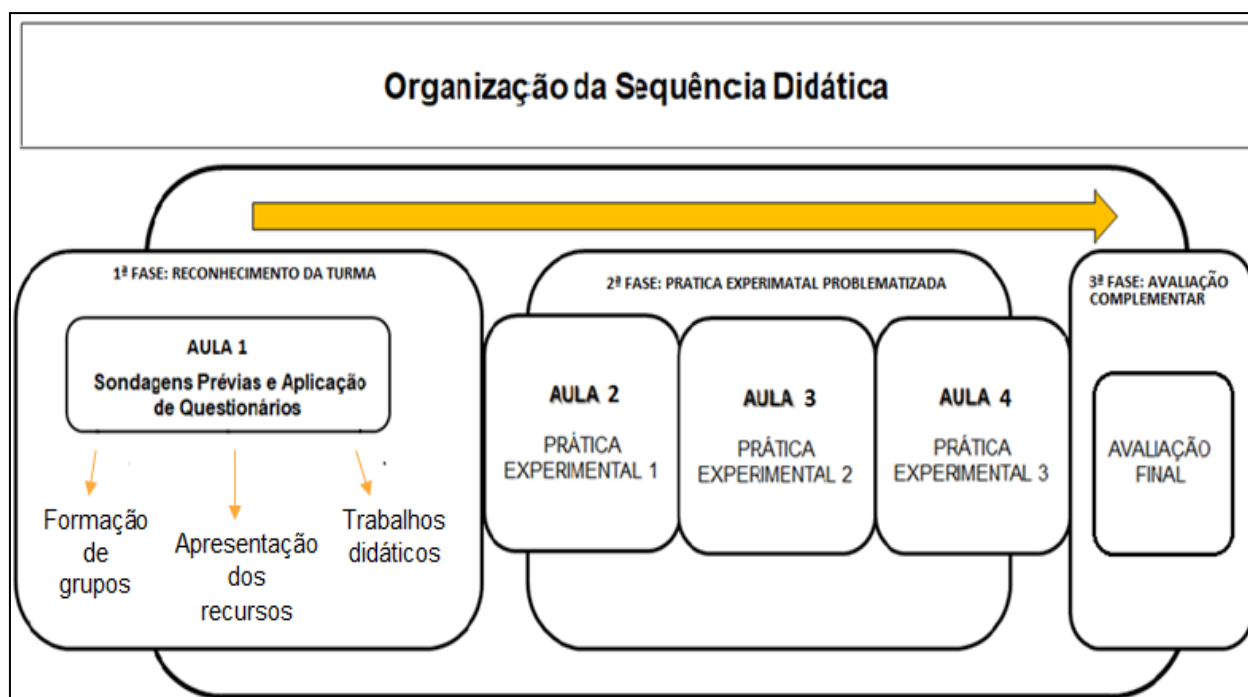


Figura 01: Esquema da organização da sequência didática. Fonte: Autor, 2021

A segunda fase, conforme sugeriremos, é composta por 3 aulas destinadas a atividades experimentais pautadas na problematização e participação ativa dos discentes. E a última fase, que não necessariamente ocorre em mais uma aula, será para a convergência do processo de avaliação por meio de uma avaliação complementar, conforme sugerimos no anexo III.

Cada aula da sequência didática deve contar com uma avaliação formativa que privilegie aspectos qualitativos sobre os quantitativos, ou seja, uma avaliação do período especificamente definido para aquela prática e que poderá ser feita em relação à participação subjetiva de cada aluno perante a sua participação individual e em grupo.

Sugerimos, também, que toda a dinâmica do produto seja claramente comentada nessa primeira fase. Portanto, como mostra a figura 02 a seguir, nesse primeiro encontro presencial, os alunos são apresentados, preliminarmente, ao *kit* de experimentos e à proposta de atividades problematizadas. Nesse sentido, é importante relatar aos estudantes que o *kit* é composto por três experimentos, que serão realizados de maneira sequencial, até chegar à prática, que nos fornece uma das

principais utilidades decorrentes da descoberta da indução eletromagnética feita por Michael Faraday em 1831: a geração de energia elétrica.

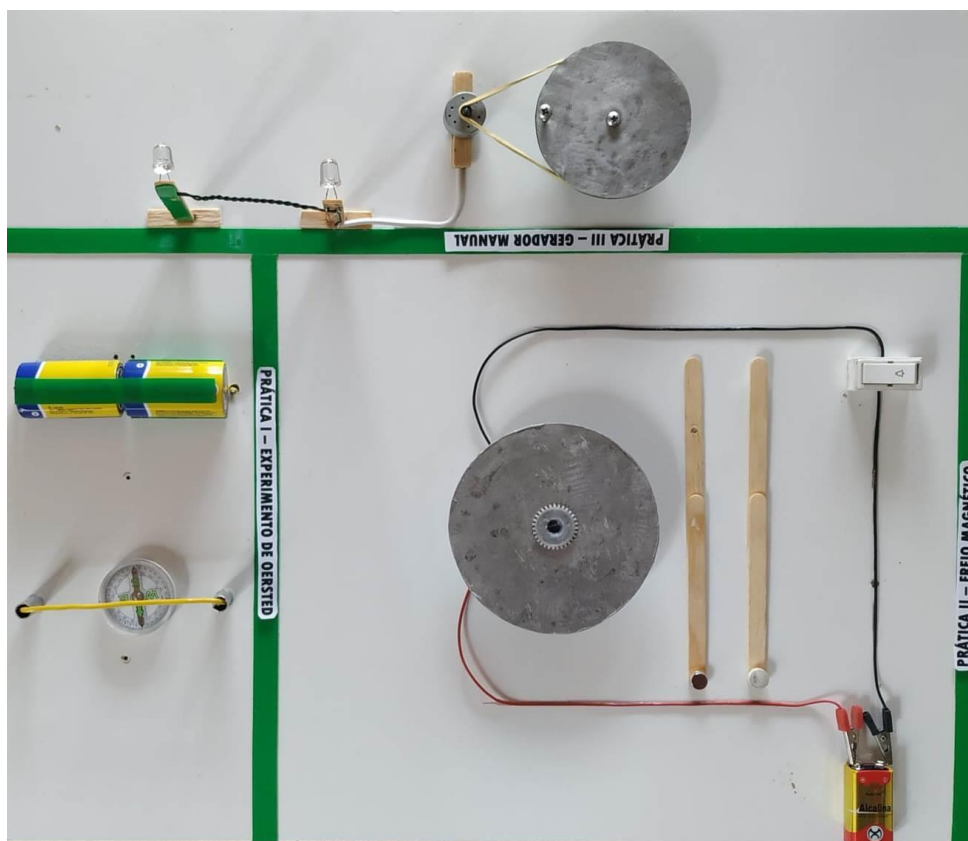


Figura 02: Demonstração da estrutura completa do *kit* de experimentos.
Fonte: Autor, 2021.

A proposta de avaliação dessa primeira fase é puramente qualitativa e subjetiva. Podem ser consideradas para este fim a disposição dos estudantes para interagir diante do que foi proposto e a resolução de alguma espécie de questionário subjetivo, que permita conhecer mais sobre o perfil da turma relativamente aos conteúdos propostos, conforme propomos no ANEXO B que acompanha esse material.

A4: AULA II - PRÁTICA I

A aula II será a primeira de efetiva prática experimental na qual será realizado a prática Experimento de Oersted. Sugerimos que o professor aplicador inicie esta prática com a exposição de materiais adicionais, que podem ser textos, imagens, vídeos, objetos digitais de aprendizagem, objetos físicos, além de outros, os quais possibilitam a observação de fenômenos eletromagnéticos.

Optamos por detalhar o início dessa prática a partir do uso de textos de apoio e da manipulação física de objetos que possibilitem averiguar propriedades magnéticas durante as práticas. São eles: um conjunto de ímãs de neodímio, um conjunto de ímãs de ferrite, um mini motor elétrico retirado de peças de computador em desuso, uma bússola, um par de hastes feitas com palito e uma bateria de 9V.

A maioria desses materiais descritos acima, estão postos na figura 03 abaixo.



Figura 03: Materiais para as manipulações iniciais orientadas. Fonte: Autor, 2021.

Após a apresentação de cada componente adicional disposto na figura 03, o professor deve coordenar a manipulação dos componentes para que os estudantes verifiquem fenômenos de atração e repulsão entre os materiais.

Espera-se que os alunos possam verificar as relações de polaridade nos ímãs bem como a existência de uma região de maior atuação dos fenômenos de atração e repulsão como demonstra a figura 04.

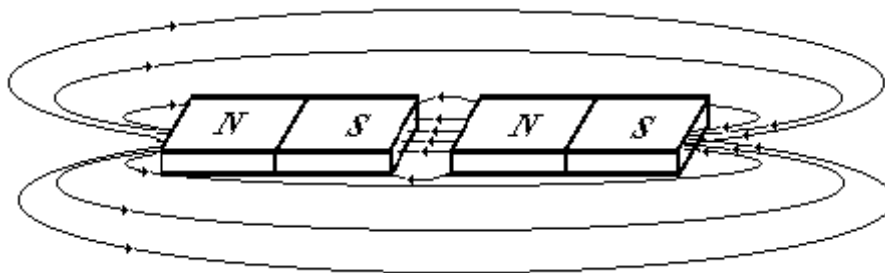


Figura 04: Ilustração da interação entre as linhas de campo nos ímãs. Fonte: <http://www2.fc.unesp.br/>. Acesso em julho de 2021.

A seguir, ainda na primeira aula da segunda fase, temos, de acordo com a figura 05, o primeiro dos três principais experimentos que compõem essa fase: a prática I – *Experimento de Oersted*.

Esse experimento é composto pelos seguintes materiais: um segmento de fio de cobre de aproximadamente 70cm de comprimento por 2,5mm², duas pilhas de 1,5V associadas em série, uma bússola simples, dois pedaços de tubo de antena de TV com 4cm tamanho cada.

A seguir, na figura 05, verificamos a estrutura do Experimento de Oersted pronta para a prática.



Figura 05: Experimento de Oersted e a bússola perpendicular à direção da corrente. Fonte: Autor, 2021.

Conforme a figura 06 abaixo, sob orientação do professor, os alunos devem encontrar a combinação adequada entre a posição da bússola e o fio condutor, sobre a bússola, para que, ao acionarem o circuito, ocorra o fenômeno de perturbação da agulha magnética.



Figura 06: Agulha da bússola paralela à direção da corrente. Fonte: Autor, 2021.

Deve-se iniciar essa prática destacando a composição do experimento e os cuidados ao se manusear o circuito carregado. As interações devem ser norteadas a partir da apresentação de problemas para a discussão em grupo, conforme lista a seguir:

- 1) *Tomando a bússola em repouso, em relação à mesa, o que pode causar movimento em sua agulha magnética?*
- 2) *Todo material que é atraído por um ímã também pode ser repellido por ele?*
- 3) *O que está determinando a orientação inicial da bússola?*
- 4) *Quando o circuito é ligado (fechado), qual a posição que os polos da bússola precisam estar, em relação ao fio condutor que passa sobre ela, para que ocorra movimento considerável na agulha?*
- 5) *O que deve ocorrer com o movimento da agulha da bússola, caso seja invertida a posição dos fios em relação à polaridade das pilhas?*

Sugerida a problematização, cada grupo, um de cada vez, deverá desenvolver sua investigação para produzir suas resoluções ou formular novas questões diante dos

problemas iniciais, o que promoverá as interações entre os diferentes materiais e o acionamento controlado do circuito com a intenção de verificar movimento na agulha da bússola.

Abaixo, oferecemos uma ilustração na figura 07 para as orientações da corrente e do campo induzido.

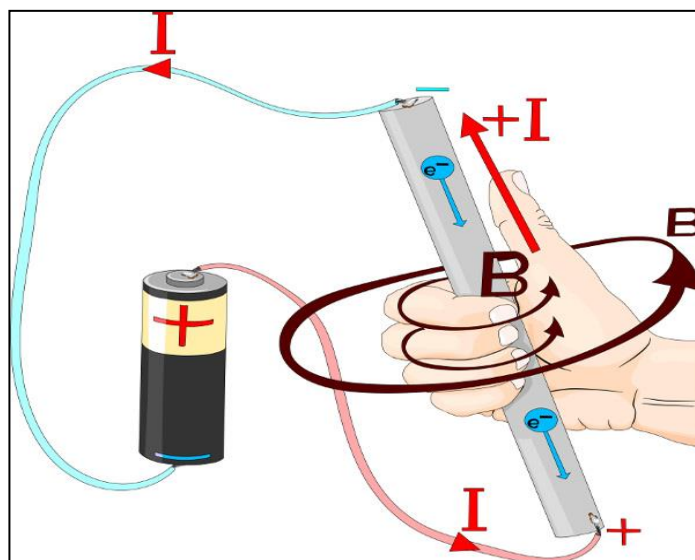


Figura 07: Demonstração das direções da corrente e do campo B induzido. Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica>. Acesso em julho de 2021.

Durante a atividade prática “Experimento de Oersted”, o professor deverá reforçar a importância histórico-científica desse experimento e explicar também que, obviamente, a intenção é simular o mesmo fenômeno observado por H. Oersted, porém com materiais muito diferentes, e observar as principais propriedades eletromagnéticas possíveis.

A sugestão de avaliação dessa aula consiste em analisar a participação nas discussões em grupo e o desenvolvimento dos problemas propostos para a discussão em grupo listados na estrutura da aula.

A5: AULA III - PRÁTICA II

A aula 3, que compreende a prática Freio Magnético, compreende a mais um encontro previsto na segunda fase dessa sequência didática e inicia-se com o professor discorrendo sobre os componentes do experimento e sobre o cuidado com o acionamento do interruptor que liga o circuito, o que faz o disco condutor (de alumínio) girar, conforme mostra a figura 08 abaixo.

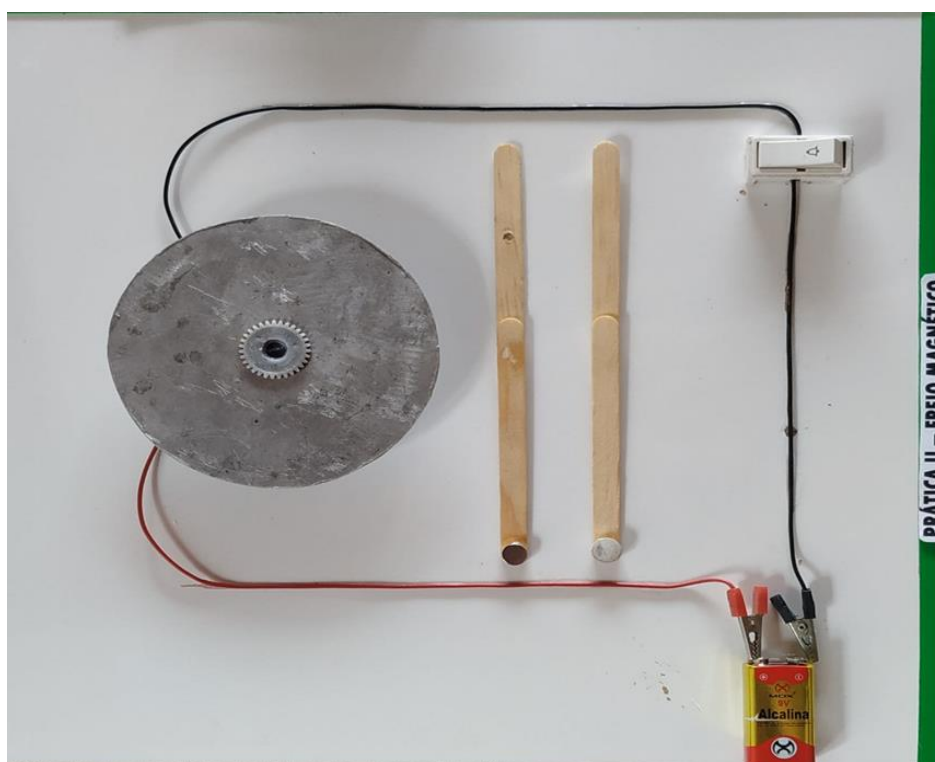


Figura 08: Experimento Freio Magnético. Fonte: Autor, 2021.

Em seguida, são apresentados os componentes do experimento da prática II conforme a seguir: uma bateria de 9 v, um interruptor do tipo pulsador, dois pedaços de fios com cores distintas, de aproximadamente 50 cm cada, dois conectores do tipo garra jacaré, um disco de alumínio de 12 cm de diâmetro, um mini motor retirado de peças de computador em desuso, duas hastes de madeira, um ímã de neodímio de 2 mm de espessura e uma peça feita de adesivo epóxi para simular um ímã falso.

Após a verificação do funcionamento de todos os componentes, as interações devem ser norteadas a partir da apresentação de problemas propostas para a discussão em grupo, conforme lista a seguir:

- 1) Existe alguma diferença da interação entre as duas hastes de madeira quando colocadas próximas ao disco em repouso?*
- 2) Quando o circuito é ligado e o disco é colocado em movimento de giro, qual a interação que ocorre ao aproximarmos a haste que contém o ímã falso?*
- 3) Quando o circuito é ligado e o disco é colocado em movimento de giro, qual a interação que ocorre ao aproximarmos a haste que contém o ímã de neodímio?*
- 4) Existe alguma posição possível de interação entre a haste que contém o ímã verdadeiro e o disco em movimento na qual ocorra uma interação de atração?*
- 5) Qual seria uma explicação possível para o fato de que a haste que contém o ímã só é repelida quando aproximada do disco em movimento?*
- 6) Em qual parte da prática você identificou uma melhor explicação para o que diz a Lei de Faraday-Lenz?*

Dessa forma, os alunos de cada grupo devem, orientados pelo professor, dividir-se nas atividades de acionar o interruptor, aproximar cada uma das duas hastes, separadamente, ao disco em movimento e anotar as principais observações acerca do surgimento de fenômenos eletromagnéticos.

No ápice dessa prática, os alunos devem perceber o que, de fato, causa a frenagem do disco em movimento e que isso só ocorre ao aproximarmos a haste que contém o ímã de neodímio, o que caracteriza o termo “freio magnético”. O disco precisa estar em um movimento variável ou o ímã precisa estar se aproximando ou se afastando do disco, como vemos na figura 09 a seguir.

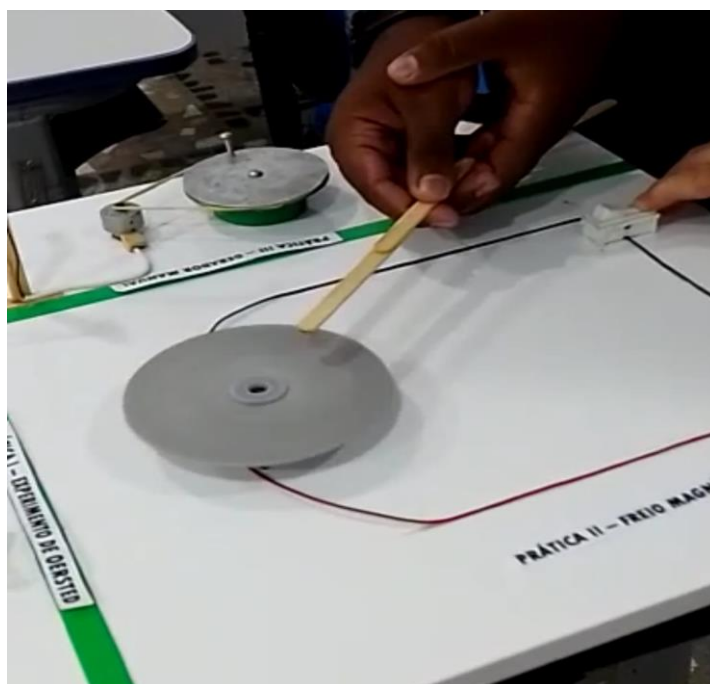


Figura 09: Aproximação da haste e ímã sobre o disco de alumínio em movimento. Fonte: Autor, 2021.

A figura 09 demonstra, também, a execução do experimento Freio Magnético e a percepção de um dos fenômenos mais expressivos da sequência. Espera-se que as discussões possam ser conduzidas de modo que as hipóteses levem à constatação de que só é possível o surgimento da repulsão caso o disco em movimento se transforme em uma espécie de ímã, mas, diferentemente dos outros ímãs, neste, só verificamos a interação do tipo repulsão e, portanto, ao forçarmos um contra o outro, simulamos uma espécie de “atrito magnético” dinâmico, o que resulta na frenagem do disco de alumínio.

Conforme a figura 10 a seguir, deve surgir, nas discussões diante do fenômeno, o entendimento de que, ao colocarmos o disco condutor em movimento, ocorre uma corrente residual, no sentido de rotação do disco, a qual produz um campo perpendicular a ela, que irá se opor à aproximação do campo do ímã que o aluno manuseia.

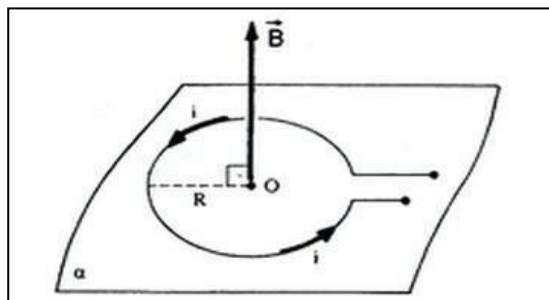


Figura 10: Indicação da orientação do campo induzido no disco.
 Fonte: <https://www.maisbolsas.com.br/enem/fisica>. Acesso em julho de 2021.

A sugestão de avaliação dessa aula consiste em analisar a participação nas discussões em grupo e o desenvolvimento dos problemas propostos para a discussão em grupo listados na estrutura da aula.

A6: AULA IV - PRÁTICA III

A prática III, que é chamada de Gerador Manual, é a última atividade experimental proposta na sequência didática e deve iniciar, assim como as demais, com os relatos sobre o acionamento dos componentes e sobre os cuidados que se deve manter para o funcionamento adequado dos equipamentos. O experimento está disposto na figura 11 a seguir:



Figura 11: Experimento Gerador manual. Fonte: Autor, 2021.

O experimento “*Gerador Manual*” é constituído pelos componentes a seguir: 2 hastes de madeira, 2 LED de 3,4 V fixas nas extremidades das hastes, 1 polia de 4 cm de diâmetro, 1 mini motor de 12 V, retirado de aparelhos audiovisuais em desuso, 1

liga de borracha, 1 pedaço de fio bipolar de aproximadamente 30cm de comprimento e 2 parafusos de 2,5 cm de comprimento.

Apresentados todos os componentes, cada grupo deve pautar suas discussões e experimentações a partir da apresentação dos problemas para a discussão em grupo, os quais são sugeridos a seguir:

- 1) Considerando que, ao colocarmos os fios internos do motor em movimento de rotação em torno de sua carcaça imantada, teremos o surgimento de uma corrente elétrica induzida por uma força eletromotriz (fem), de que maneira devemos realizar esse movimento?
- 2) Qual a relação entre a maneira como produzimos movimento na polia do gerador e o acendimento dos LED?
- 3) O fenômeno observado na prática tem alguma relação com a produção da energia elétrica que chega até as nossas residências?

Cada grupo deve discutir sobre a forma ideal para girar a manivela do gerador e sobre em que sentido isso deve ocorrer. Espera-se que as discussões, diante do fenômeno observado em tempo real, propiciem o surgimento da relação entre a maneira como os discentes variam o movimento na polia do gerador e como varia a luz dos LED.

O professor deverá, assim como durante toda a sequência, estimular as discussões e o levantamento de problemas ao passo que também deve conduzir a prática de modo que todos possam participar da execução direta ou indiretamente.

A figura 12 abaixo, demonstra o acendimento dos LED devido à produção de movimento variável (pulsos giratórios) na polia do gerador, o que ocasiona o acendimento com intensidades variáveis dos LED.

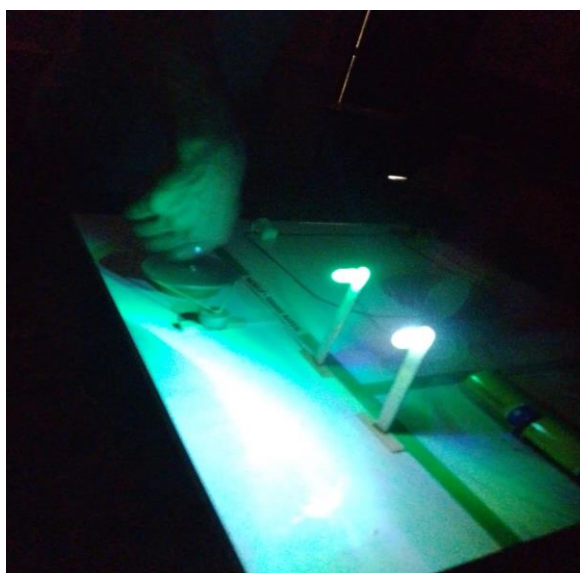


Figura 12: Demonstração da produção de energia elétrica em sala. Fonte: Autor, 2021.

Ao final da prática de geração de energia, além de haver um mini eletromotor para exposição, também analisamos a ilustração da figura 13 que traz um detalhamento dos componentes básicos do eletromotor disponível.

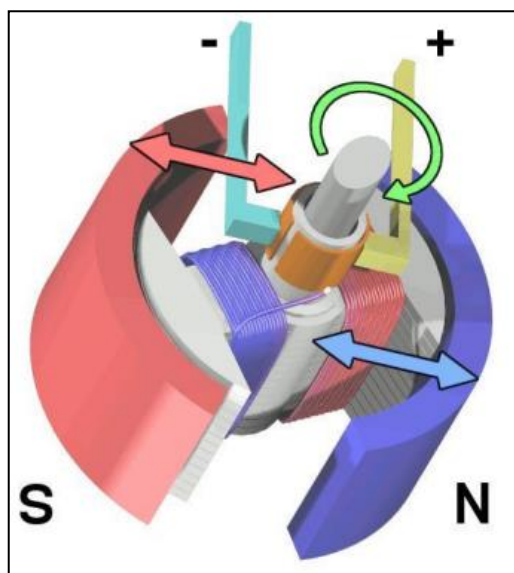


Figura 13: Estrutura interna básica de um gerador elétrico. Fonte: <https://www.unirv.edu.br>. Acesso em julho de 2021.

Ao final da prática III, espera-se que os estudantes, mediante análise da figura 13, melhorem sua percepção de como ocorre a corrente elétrica necessária para acender os LED bem como uma melhor ideia de como relacionar os fenômenos observados com o enunciado da Lei de Faraday-Lenz.

A sugestão de avaliação dessa aula consiste em analisar a participação nas discussões em grupo e o desenvolvimento dos problemas propostos para a discussão em grupo listados na estrutura da aula.

A7: AVALIAÇÃO COMPLEMENTAR

Nesta seção, trataremos da proposta de conclusão do processo de avaliação do aprendizado da turma, o que constitui a fase final da nossa sequência.

A avaliação proposta aqui não necessariamente precisa ser feita em outro encontro. Ela, preferencialmente, deve ser uma convergência do diagnóstico docente em relação ao aprendizado mostrado mediante as práticas e a interação entre os estudantes.

Nosso interesse sempre foi desenvolver uma sequência que promovesse a participação ativa dos estudantes. Nesse sentido, cada aula da sequência tem uma proposta com várias questões para problematização. Tais questões devem ser usadas como propostas de avaliação formativa e de caráter qualitativo na fase que envolve a realização de experimentos.

Segundo Luckesi (2012), a avaliação tende a ser sempre qualitativa conforme ela ocorra por meio do processo de atribuir qualidades mediante processos comparativos entre a realidade e o critério de avaliação.

O intuito da metodologia é que surjam diversas outras questões que possam ser debatidas pela turma e que este processo possa dirigir a turma para um melhor aprendizado potencial.

A proposta de avaliação dessa aula consiste na aplicação de um questionário de conhecimentos específicos com itens de caráter mais objetivo acerca de cada uma das três práticas conforme sugerimos no ANEXO B – QUESTIONÁRIO DE RECONHECIMENTO DA TURMA – que acompanha esse material.

A8: ORIENTAÇÕES PARA USO DESTE PRODUTO

Como se trata de um produto que envolve uma metodologia para ensinar um conteúdo específico – indução eletromagnética –, o critério básico para a aplicação

deste produto, do tipo sequência didática, seja no público da EJA seja em qualquer outra modalidade do ensino básico, é levar em consideração, ainda que minimamente, que a turma tenha estudado os conteúdos de eletrodinâmica, que não são, especificamente, objeto da aplicação deste produto.

O produto - *Sequência Didática para o Ensino de Indução Eletromagnética na EJA com o Uso de um Kit Experimental* - foi pensado para ser aplicado predominantemente na forma presencial, em quatro ou cinco aulas, para uma turma de até 20 alunos, que devem, necessariamente, ser divididos em grupos, preferencialmente, de cinco ou quatro pessoas.

Um dos grandes diferenciais da proposta deste produto é o de que ele pode figurar como uma ferramenta significativa no sentido de amenizar dificuldades sistêmicas referentes a custo de estrutura laboratorial e à mobilidade.

Objetivo geral: Desenvolver a estrutura de uma sequência didática, com base em atividades experimentais, por meio de um recurso viável, do ponto de vista da mobilidade e dos custos gerados, como forma de promover o aprendizado dos conceitos relativos à Indução Eletromagnética.

Objetivo específico I - Promover a interação dos estudantes a partir das práticas experimentais e a análise de fenômenos físicos observados em tempo real.

Objetivo específico II - Procurar desenvolver nos discentes o hábito de construir hipóteses e argumentos necessários para melhor compreender os fenômenos manipulados a partir da aplicação do produto.

A sequência possui logística de distribuição das atividades tanto em aulas como em fases. De acordo com a organização proposta na figura 01, no início da sequência, observa-se a dinâmica de cada uma das três fases bem como das aulas inseridas.

Observados todos esses conceitos estruturais, segue-se para as atividades:

Aula I: O professor fará a divisão dos grupos de trabalho, que seguirão até o fim da sequência, apresentará toda a estrutura do *kit* de experimentos e de toda a proposta interacionista e problematizada das atividades em geral. Por último, finalizará esta etapa com a aplicação do questionário de reconhecimento da turma (ANEXO I).

Aula II: O professor apresenta separadamente a prática “Experimento de Oersted” relatando os processos funcionais dos equipamentos elétricos para evitar danos decorrentes do mau uso dos componentes, descreve os componentes envolvidos e propõe a problematização para a discussão em grupo. É do professor a ação de coordenar a execução experimental e direcionar a proposta de avaliação qualitativa.

Aula 3: O professor apresenta separadamente a prática “Freio Magnético” relatando os processos funcionais dos equipamentos elétricos para evitar danos decorrentes do mau uso dos componentes. Ele descreve os componentes e, em seguida, propõe a problematização para a discussão em grupo. Logo após, o docente coordena a execução experimental. Na ocasião, aconselhamos que o professor direcione a proposta de avaliação qualitativa.

Aula 4: O professor apresenta a prática “Gerador Manual” relatando os processos funcionais básicos de um gerador elétrico desenvolvido a partir dos trabalhos de M. Faraday em 1831, descreve os componentes e propõe a problematização para a discussão em grupo. Em seguida, coordena a execução experimental procurando levar os estudantes ao cerne dessa sequência de práticas, que é a compreensão de que é a corrente induzida que provoca o acendimento dos LED e de que ela depende da variação do movimento da bobina do gerador em relação ao fluxo de um campo magnético fixo e vice-versa. E, por fim, direciona a proposta de avaliação qualitativa dessa última prática.

Avaliação final: Sugerimos que a avaliação final seja feita por meio de questões objetivas referentes a cada prática feita em sala e tenha a perspectiva de complementariedade em relação às avaliações feitas a cada aula de carácter formativo.

A9: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Parecer CNE/CP9/2001 - Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília: MEC, 2001.

CEVALLOS, Ivete. O Mestrado Profissional em Ensino de Matemática e o desenvolvimento profissional de professores: um desafio institucional. 2011. 242 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC/SP, São Paulo, 2011 LUCKESI, Cipriano Carlos. Educação, Avaliação Qualitativa e Inovação-I. Textos para discussão, n. 37, p. 33-33, 2012.

OSTERMANN, F.; REZENDE, F. Projetos de desenvolvimento e de pesquisa na área de ensino de Ciências e Matemática: uma reflexão sobre os mestrados profissionais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 26, n. 1, p.66-80, abr. 2009.

PIRES, L. L. de A.; SOUZA, M. J. F. S.; MORAIS, M. R. S. R.; ALMEIDA, M. S. CARVALHO, N. M.; DIOGO, R. C. **Projeto Pedagógico de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação para Ciências e Matemática**. 2011. Disponível em:

<http://www.jatai.ifg.edu.br/ppgecm/index.php/mdocmestrado>. Acesso em: 23 jul. 2020.

SILVA, M. G. L.; ARAÚJO, M. F. F.; NORONHA, C. A. O estado da arte do mestrado profissional em Ensino de Ciências e Matemática da UFRN a partir das dissertações e perfil dos egressos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, p. 1-19, 2013.

SOUZA, M. J. F. S., et al. Análise dos produtos de programas de mestrado profissional: um recorte envolvendo o Ensino de Matemática na Região Sul do Brasil. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, Aguas de Lindóia SP – 24^a 27 de Novembro de 2015.

VYGOTSKY, L. S. et. al. (Pensamento e linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 1999b.

ANEXO B:

QUESTIONÁRIO DE RECONHECIMENTO DA TURMA

Como já descrito nas páginas anteriores, a avaliação da primeira fase da aplicação do produto conta com uma sondagem de reconhecimento da turma com o intuito de levantar dados relevantes ao estado de conhecimento anterior à participação na aplicação do produto. Trata-se de uma lista com dez itens nos quais os estudantes podem optar por diferentes níveis de concordância e discordância, além da frequência, caso recordem, de suas participações em aulas com metodologias diversificadas que tenham tido foco no protagonismo dos estudantes.

QUESTIONÁRIO DE RECONHECIMENTO DA TURMA

1. Você se considera um aluno participativo?

☐ Muito participativo ☐ Pouco participativo ☐ O mínimo possível

2. Você concorda que uma maior interação entre colegas de estudos pode ajudá-lo a aprender mais e melhor?

☐ Concordo bastante ☐ Concordo

☐ Discordo totalmente ☐ Discordo

3. Você recorda se já participou de atividades experimentais na sua vida estudantil?

☐ Muitas vezes ☐ Poucas vezes ☐ Nunca ☐ Não recordo

4. Você já realizou atividades experimentos em que participou da montagem, execução e análise do fenômeno observado?

☐ Muitas vezes ☐ Poucas vezes ☐ Nunca ☐ Não recordo

5. Você conhece alguma (s) utilidade de objetos magnéticos no seu dia a dia? Escreva algumas se souber:

6. Quais tipos de fenômenos podem ocorrer quando aproximamos dois ímãs?

7. Das opções de tecnologias abaixo, marque as que você acredita que usam propriedades magnéticas dos ímãs na sua estrutura:

☐ Fones de ouvido ☐ HD de computador ☐ Aparelho celular (*Smartphone*)

☐ Ferro de passar ☐ Telefone fixo ☐ Relógio analógico

8. Qualquer material metálico pode ser atraído por um ímã?

9. O fenômeno de repulsão pode ocorrer entre um material ferroso e um ímã ou apenas entre dois ou mais ímãs?

10. Você considera que a energia elétrica que chega em nossas casas depende de propriedades eletromagnéticas?

☐ Com certeza ☐ talvez ☐ Acredito que não.

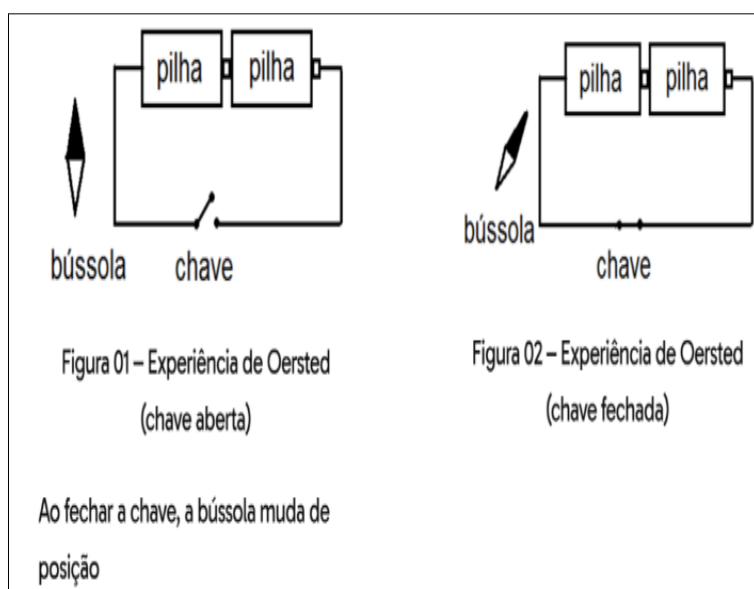
ANEXO C:
QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO COMPLEMENTAR

Como já descrito nas páginas anteriores, a avaliação complementar deve ser uma avaliação mais objetiva e associada aos experimentos de cada uma das três práticas contendo, preferencialmente, dez questões que podem ser de múltipla escolha, e aplicadas ao final da última aula prática.

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO COMPLEMENTAR

Questões sobre a prática I: Experimento de Oersted

- 1) Qual o principal e necessário fator que faz a agulha da bússola ser movida como visto no experimento?
 - a) O fato de que uma corrente elétrica é fornecida ao circuito pelas pilhas.
 - b) O tamanho da bússola.
 - c) A presença de um ímã de neodímio ao lado da bússola.
 - d) O fato de a bússola estar isolada em uma caixa de plástico.
- 2) Qual a importância desse experimento para o conhecimento sobre o eletromagnetismo?
 - a) Ele garantiu que bússolas pudessem ser usadas para gerar energia elétrica.
 - b) A experiência provou que eletricidade e magnetismo não possuem nenhuma relação em comum.
 - c) A experiência de Oersted abriu caminho para os estudos referentes às relações entre eletricidade e magnetismo.
 - d) A experiência provou que a Terra não possui um campo magnético.
- 3) A respeito da prática I, observe a imagem abaixo e marque a melhor explicação para o fenômeno demonstrado:



Fonte da imagem: <https://dex.descomplica.com.br/enem/fisica/>. Adaptado. Acesso em julho de 2021.

- a) A bússola mudou de posição porque foi influenciada pela temperatura do fio.
- b) Com a chave fechada, surge uma corrente que induz um campo magnético, o qual funciona como um ímã que irá perturbar a bússola.
- c) A bússola tem carga positiva e o fio tem carga negativa.
- d) Com a chave fechada, a tensão perturba a bússola.

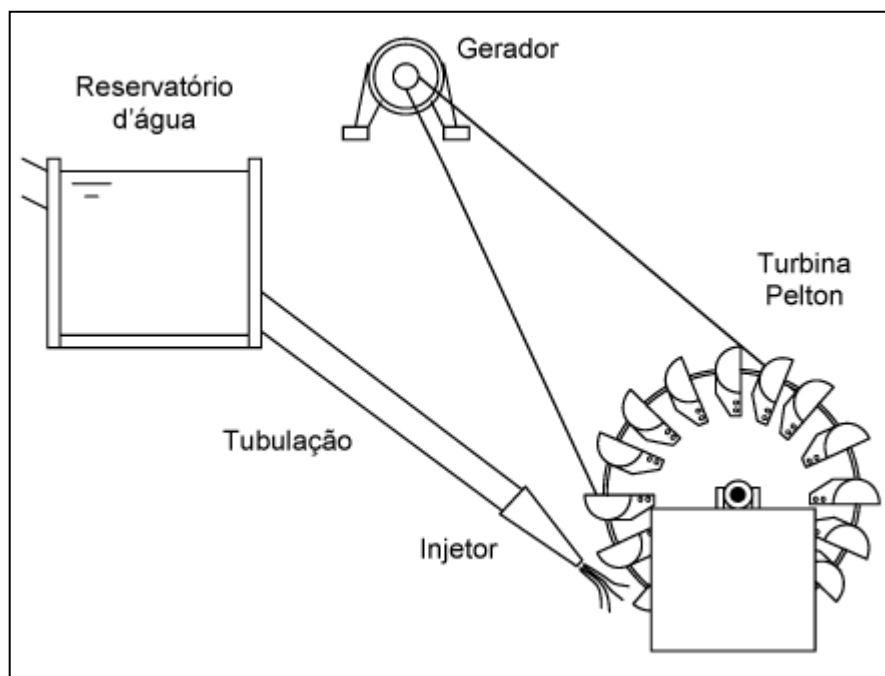
Questões sobre a prática II: Experimento Freio Magnético

Sobre o fenômeno da indução eletromagnética, assinale (F) ou (V) para falso ou verdadeiro nas alternativas abaixo:

- 4. () Quando um ímã é aproximado do disco condutor em movimento, um campo magnético nele induzido surge para opor-se à passagem do ímã.
- 5. () O surgimento do campo induzido no disco de alumínio, em a ver com as chamadas correntes residuais ou correntes de *Foucault*.
- 6. () O disco tende a ser freado por estar em movimento e na presença do ímã, pois ele não é freado quando aproximamos outro material que não possui campo magnético.
- 7. () O experimento “Freio Magnético” permite comprovar as leis de Faraday e Lenz, que afirmam que a força induzida no disco de alumínio é sempre contrária à do ímã que é aproximado dele.

Questões sobre a prática III: Gerador manual

De acordo com o que vimos no experimento III, compare com a figura a seguir, na qual temos um gerador hidráulico presente nas grandes usinas do Brasil, e coloque nas questões subsequentes (V) ou (F) para falso ou verdadeiro, respectivamente.



Fonte: <https://www.researchgate.net/>. Acesso em ago. 21

8. () Na figura acima, o trabalho fornecido pela queda d'água, por meio do injetor, corresponde ao trabalho fornecido pela mão de quem realiza a prática denominada de Gerador Manual.
9. () O princípio que faria o gerador da imagem ao lado produzir energia não é o mesmo que fez acender os LED no experimento Gerador Manual
10. () Assim como visto no experimento Gerador Manual, para gerar a energia que acende os LED, o gerador precisa ser acionado por uma bateria.

ANEXO D:

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DISCENTE

Como descrito anteriormente, após o término dos trabalhos de aplicação deste produto, deve ocorrer a aplicação da avaliação discente no intuito de levantar dados a respeito das percepções dos alunos e de como eles descrevem a importância de participar deste tipo trabalho. A seguir, temos um modelo proposto, com sete questões, no qual os alunos podem optar por um dos dois níveis apresentados, tanto no que diz respeito à concordância quanto à discordância.

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DISCENTE

- 1) A estrutura do *kit* de experimentos permitiu, basicamente, a observação dos fenômenos descritos na teoria?
- ☐ Discordo plenamente ☐ Concordo plenamente
- ☐ Discordo em parte ☐ Concordo em parte
- 2) Você concorda que as atividades deste produto deveriam ser inseridas no currículo da disciplina de Física na escola?
- ☐ Discordo bastante ☐ Concordo bastante
- ☐ Discordo em parte ☐ Concordo em parte
- 3) Você se sentiu motivado ao saber que iria participar de experiências práticas na escola?
- ☐ Discordo bastante ☐ Concordo bastante
- ☐ Discordo em partes ☐ Concordo em partes
- 4) A estrutura dos experimentos permitiu a vinculação com as questões problemas expostas na aula e na avaliação complementar?
- ☐ Discordo bastante ☐ Concordo bastante
- ☐ Discordo em partes ☐ Concordo em partes
- 5) Você considera que a avaliação objetiva fez uma boa relação com o que foi realizado nas práticas?
- ☐ Discordo bastante ☐ Concordo bastante
- ☐ Discordo em partes ☐ Concordo em partes
- 6) Você considera que o professor atuou promovendo as discussões e indicando caminhos para resolver os problemas propostos?
- ☐ Discordo bastante ☐ Concordo bastante
- ☐ Discordo em partes ☐ Concordo em partes
- 7) Os experimentos te ajudaram a fazer uma melhor relação entre fenômenos

eletromagnéticos e situações do seu dia a dia?

☐ Discordo bastante

☐ Concordo bastante

☐ Discordo em partes

☐ Concordo em partes

PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA NA EJA COM USO DE UM *KIT* EXPERIMENTAL

Autores:

Jonarc Paula de Oliveira

Dr. Marcelo Nunes Coelho

(Orientador)