

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CÂMPUS PELOTAS VISCONDE DA GRAÇA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

**ELETROMAGNETISMO EM MÁQUINAS ELÉTRICAS:
UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

CRISTIAN ROGÉRIO GUIDOTTI AGUIAR

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCOS ANDRÉ BETEMPS VAZ DA SILVA

COORIENTADOR: PROF. DR. CRISTIANO DA SILVA BUSS

Pelotas – RS

Setembro/2021

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CÂMPUS PELOTAS VISCONDE DA GRAÇA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

ELETROMAGNETISMO EM MÁQUINAS ELÉTRICAS: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Cristian Rogério Guidotti Aguiar

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação do *Câmpus* Pelotas Visconde da Graça do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências e Tecnologias na Educação, área de concentração: Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Marcos André Betemps Vaz da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Cristiano da Silva Buss

Pelotas – RS

Setembro/2021

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CÂMPUS PELOTAS VISCONDE DA GRAÇA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

ELETROMAGNETISMO EM MÁQUINAS ELÉTRICAS: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Cristian Rogério Guidotti Aguiar

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação do *Câmpus* Pelotas Visconde da Graça do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências e Tecnologias na Educação, área de concentração: Ensino de Física
Membros da Banca:

Prof. Marcos André Betemps Vaz da Silva –
CaVG/IFSul (Orientador)

Prof. Valmir Heckler – FURG

Prof. Nelson Luiz Reyes Marques – CaVG/IFSUL

Prof. Vinícius Carvalho Beck – CaVG/IFSUL

Pelotas – RS

Setembro/2021

RESUMO

À medida que a sociedade avança, surgem novas práticas e metodologias educacionais, as quais servem para atender o mundo contemporâneo, facilitando a vida das pessoas e contribuindo na melhoria da qualidade do ensino. Dessa forma, a inovação através de uma sequência didática como instrumento de intervenção pedagógica, ajuda a enriquecer o ambiente educacional proporcionando uma visão crítica de alunos e professores. Por isso, este trabalho teve como objetivo elaborar uma sequência didática a fim de contribuir com o ensino do Eletromagnetismo, através de atividades experimentais demonstrativas, fundamentadas na teoria socio-histórica-cultural de Vygotsky, na disciplina de Máquinas Elétricas, do curso Técnico Integrado em Automação Industrial no Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul) – Câmpus Camaquã. Apresentamos uma metodologia na perspectiva de contribuir de forma significativa no desenvolvimento do ensino e aprendizagem, por meio dos experimentos e da interação social. Os Três Momentos Pedagógicos, elaborados por Delizoicov e Angotti, servem como apoio pedagógico às atividades experimentais demonstrativas, assim como, para as demonstrações dos experimentos, Alberto Gaspar. A sequência didática está organizada em cinco encontros durante cinco semanas seguidas, sendo cada encontro de duas horas-aulas. Em março de 2020, foi decretado o fechamento dos Institutos Federais devido a pandemia, assim impossibilitou a aplicação do Produto Educacional. Nesse sentido, foi organizado uma *Live* para apresentação deste trabalho. Nesse contexto, verificamos que esta proposta promove a interação social, a sequência gradual do aprendizado, o contato com os fenômenos eletromagnéticos aplicados a casos reais, facilitando o entendimento possibilitando a aprendizagem. Esta proposta também pode ser aplicada em projetos e feira de Ciências. Compreendemos que o Produto Educacional pode ser utilizado para o ensino do Eletromagnetismo no Ensino Médio. Parte deste trabalho pode ser discutida em tópicos, por conseguinte, de forma pontual e superficial, podendo também ter aplicação aos anos finais do Ensino Fundamental. Por fim, que a sequência didática possa ajudar a integrar as disciplinas de Física e Máquinas Elétricas no IFSul, Câmpus Camaquã.

Palavras-chave: Ensino e Aprendizagem; Intervenção Pedagógica; Metodologia; Física; Eletromagnetismo.

ABSTRACT

As society advances, new education practices and methodologies emerge, which serve the contemporary world, facilitating the people's lives and contributing to the improvement of the quality of education. In this way, innovation through a didactic sequence, as an intervention instrument pedagogical, helps to enrich the educational environment, by providing a vision critique of students and teachers. Therefore, this work aimed to elaborate a didactic sequence in order to contribute to the teaching of Electromagnetism, through demonstrative experimental activities, based on the socio-historical-cultural theory of Vygotsky, in the discipline of Electric Machines, of the Integrated Technical Course in Industrial Automation at the Federal Institute of Rio Grande (IFSul) - Camaquã Campus. We present a methodology in the perspective of contributing significantly to the development of teaching and learning, through experiments and social interaction. The Three Pedagogical Moments, elaborated by Delizoicov and Angotti, serve as pedagogical support to the experimental demonstrative activities, as well as, for the demonstrations of the experiments, Alberto Gaspar. The didactic sequence is organized in five meetings during five weeks in a row, being each meeting of two hours-classes. In March 2020, the closure of the Federal Institutes due to the pandemic was decreed, thus making the application of the Educational Product impossible. In this sense, a Live was organized to present this work. In this context, we verified that this proposal promotes social interaction, the gradual sequence of learning, contact with electromagnetic phenomena applied to real cases, facilitating understanding enabling learning. This proposal can also be applied in projects and Science fair. We understand that the Educational Product can be used for the teaching of Electromagnetism in High School. Part of this work can be discussed in topics, therefore, in a punctual and superficial way, and can also be applied to the final years of Elementary School. Finally, that the didactic sequence can help integrate the disciplines of Physics and Electric Machines in IFSul, Camaquã Campus.

Keywords: Teaching and Learning; Pedagogical Intervention; Methodology; Physics; Electromagnetism.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem dos Materiais	60
Figura 2 – Esquema representação do experimento.....	62
Figura 3 – Experimento de Oersted.....	63
Figura 4 – Campo magnético de uma bobina.....	67
Figura 5 – Espira Circular ou Bobina Longa.....	67
Figura 6 – Kit Didático com Haste	71
Figura 7 – Kit Didático com Bobina	74
Figura 8 – Bobina e Galvanômetro.....	77
Figura 9 – Lata Flutuando em Água	80
Figura 10 – Tubo de Cobre e Ímã.....	83
Figura 11 – Montagem do Anel de Thomson	86
Figura 12 – Motor de Indução Monofásico	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Descritores e trabalhos selecionados no Google Acadêmico.....	14
Quadro 2.2 – Trabalhos selecionados na revisão da literatura	15
Quadro 4.1 – Sequência Didática.....	33
Quadro A.1 – Organização da Sequência Didática	58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DA LITERATURA	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO.....	19
3.1 Vygotsky e a Teoria Sócio-histórica-cultural.....	19
3.2 Vygotsky e as Atividades Experimentais Demonstrativas	22
3.3 Intervenção Pedagógica	25
3.4 Os Três Momentos Pedagógicos	27
4. PERCURSO METODOLÓGICO.....	31
4.1 O Espaço e o Contexto do Desenvolvimento do Produto Educacional	31
4.2 Organização da Sequência Didática	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
7. REFERÊNCIAS.....	52
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	55
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA	97

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, estamos presenciando uma revolução digital, pois a todo o momento surgem novas tecnologias que são utilizadas nas mais variadas áreas do conhecimento. Em especial, nas escolas, servem como instrumento no processo de ensino e de aprendizagem. Tais tecnologias podem levar, a mudança de paradigmas no ensino, influenciando assim, o surgimento de novas metodologias na área educacional (TIBURCIO, 2008). Seria interessante que os alunos da Educação Profissional percebessem a natureza da Ciência e Tecnologia. Desta forma, por meio de novas práticas docentes estimuladas pelo avanço da tecnologia, ajudariam os discentes a desenvolver sua cidadania de maneira geral. Algumas vezes, as tecnologias digitais projetam novos dispositivos técnicos, porém o docente segue com as mesmas práticas pedagógicas. Normalmente, o professor aprende a utilizar novas ferramentas tecnológicas, todavia não as adota na forma de inovação em sua metodologia de ensino e aprendizagem, pois falta-lhe condições de trabalho adequadas.

Muitas formas de ensinar hoje não se justificam mais. Perdemos tempo demais, aprendemos muito pouco, desmotivamo-nos continuamente. Tanto professores como alunos temos a clara sensação de que muitas aulas convencionais estão ultrapassadas. Mas para onde mudar? Como ensinar e aprender em uma sociedade mais interconectada (MORAN et al, 2000, p. 11).

Apesar da constante evolução da sociedade, os conteúdos ministrados ainda são, em sua maioria, apresentados de maneira expositiva. Entendemos que todo o sistema educacional está organizado ao longo de muitos anos para tal prática, em que os alunos assistem passivamente enquanto os docentes argumentam suas ideias, contribuindo com a falta de interesse e baixa aprendizagem dos discentes. A forma como são feitas as avaliações pode ratificar a metodologia utilizada pelos docentes, podendo contribuir para a não participação ativa dos discentes e, conseqüentemente, a não construção do seu conhecimento e limitação da sua criatividade. Salientamos que, nos ambientes em que as condições para a atividade docente são precárias e, somando-se a isso, a inexistência de formação pedagógica continuada, podem corroborar para que muitos docentes utilizem apenas o método expositivo.

Para que haja melhora significativa no aprendizado, um dos caminhos é procurar a motivação dos alunos através de novas práticas pedagógicas, incentivando a investigação na busca do conhecimento. O professor deve orientar o conhecimento atuando como investigador e tendo uma postura reflexiva, sendo capaz de avaliar a própria prática, fazendo, assim, os ajustes e melhorias necessárias na metodologia aplicada em sala de aula.

Na contemporaneidade, são bem-vindas a utilização de novas metodologias que auxiliem a prática pedagógica, podendo facilitar o ensino e a aprendizagem, possibilitando de forma mais efetiva a construção do conhecimento. Através de materiais, ideias e informações novas, apresentadas numa estrutura lógica, interagindo com conceitos relevantes e inclusivos, disponíveis na estrutura cognitiva, é que o conhecimento pode ser entendido.

Tais metodologias, como as atividades em grupo, tradicionais em laboratório, orientadas pelo docente, bem como, as atividades experimentais de demonstração em ambiente escolar, apresentam dificuldades comuns para sua abordagem. Essas vão da ausência de equipamentos até a metodologia de ensino inadequada, contudo alguns fatores contribuem para a demonstração experimental, tais como: a inexistência de laboratório específico aplicado a máquinas elétricas, bem como, a falta de equipamentos e materiais disponíveis para cada aluno (GASPAR, 2005).

A disciplina de Máquinas Elétricas, da qual sou docente titular, e para a qual foi desenvolvido o produto educacional, é ofertada no segundo ano do curso Técnico em Automação Industrial, do Instituto Federal Sul-rio-grandense – IFSul, no Câmpus da cidade de Camaquã. No primeiro ano do curso, o aluno tem contato com disciplina de Física I, trabalhando com unidades de medida, eletrostática, eletrodinâmica e noções de eletromagnetismo. Portanto, encontramos dificuldades em abordar os conteúdos Máquinas Elétricas, pois os conceitos básicos de Eletromagnetismo foram discutidos de forma superficial com os estudantes. Isso ocorre nas turmas de Ensino Médio Integrado. Entretanto, no curso Subsequente, onde se espera que os estudantes tenham os conceitos do Eletromagnetismo bem fundamentados, a mesma situação é apresentada. Diante disso, ocorre o questionamento: o emprego de uma sequência didática apoiada na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, como uma nova prática em sala de aula, que contemple o Eletromagnetismo, pode ser capaz de

propiciar uma aprendizagem mais efetiva da disciplina de Máquinas Elétricas? Por conseguinte, além dos obstáculos no entendimento dos conceitos eletromagnéticos, a cada dia está mais complexo fazer o discente engajar-se e encantar-se com a disciplina de Física. Nesse sentido, notamos questionamentos ao docente, tais como: “Para que serve isso?”, “Onde eu aplico?”, “Que diferença vai fazer na minha vida?”, entre outras.

Portanto, as dificuldades encontradas pelos alunos do curso Técnico Integrado em Automação Industrial, no processo de ensino e de aprendizagem, da disciplina de Máquinas Elétricas, devido ao baixo nível de conhecimento em Eletromagnetismo, possibilitam a utilização de uma prática pedagógica diferente, pois a cada início do período letivo a mesma problemática é observada. Desta forma, este trabalho de intervenção pedagógica, apresenta uma proposta de sequência didática como forma de viabilizar o entendimento dos conceitos de Eletromagnetismo. Ao identificarmos os problemas no processo ensino e aprendizagem da referida disciplina, propomos a construção de experimentos demonstrativos, referenciada na teoria sócio-histórica-cultural de Vygotsky com o apoio dos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti, na expectativa de uma melhor compreensão das Máquinas Elétricas.

A sequência didática foi estruturada utilizando como recurso atividades experimentais demonstrativas. Nesse sentido, os conteúdos do Eletromagnetismo foram distribuídos em seis encontros, durante seis semanas seguidas. Sendo cada encontro compreendido de duas horas-aulas, portanto totalizando doze horas-aulas.

Todavia, após a organização das atividades propostas, encontramos um problema fundamental, quando em março de 2020, foi decretado o fechamento dos Institutos Federais devido a pandemia causada pelo coronavírus. Assim, impossibilitando a aplicação do Produto Educacional. Nesse sentido, o Produto Educacional está estruturado com cinco encontros. No mesmo mês, houve a qualificação deste trabalho, de forma remota. Já para validação e melhorias do Produto Educacional, foi realizado uma *Live* em dezembro de 2020 com a participação de docentes do IFSul – câmpus Pelotas e Camaquã.

A presente dissertação, após a introdução, apresenta no capítulo dois a revisão da literatura, sendo relacionados estudos já publicados sobre o tema pesquisado neste trabalho. Com os descritores utilizados, no momento da pesquisa, foram

encontrados cento e cinquenta e sete estudos sendo selecionados apenas oito. Após, no capítulo três, é abordado o referencial teórico metodológico por meio da teoria sócio-histórica-cultural de Lev Semenovitch Vygotsky, o qual deu sustentabilidade científica ao Produto Educacional. Magda Floriana Damiani foi citada para fundamentar à pesquisa do tipo intervenção pedagógica. Já as atividades experimentais demonstrativas foram embasadas em Alberto Gaspar.

No capítulo quatro, é exibido o percurso metodológico trazendo à luz o espaço e o contexto de pesquisa e uma breve descrição na organização da sequência didática. Desta forma, neste capítulo a organização da sequência didática está composta por seis encontros de duas horas-aulas e tinha a intenção de ser aplicada no IFSul – Câmpus Camaquã. Com enfoque na turma do segundo ano do Curso Técnico Integrado em Automação Industrial, da disciplina de Máquinas Elétricas, composta por trinta alunos.

O capítulo cinco, apresenta os resultados e discussões mediante a análise das respostas do formulário de pesquisa referente ao Produto Educacional, bem como, identifica aspectos positivos por meio de uma metodologia complementar às aulas expositivas e pontos a serem melhorados e aperfeiçoados.

Já no capítulo seis, é abordado as considerações finais sobre a presente dissertação informando a visão docente do titular da disciplina de Máquinas Elétricas. Também informa que, esta proposta pode ser utilizada para o ensino do Eletromagnetismo no Ensino Médio, assim como, de forma superficial aos anos finais do Ensino Fundamental. Por fim, o texto é concluído com as referências utilizadas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo será dissertado sobre as pesquisas realizadas referentes ao tema sequência didática para o ensino do Eletromagnetismo, direcionadas às Máquinas Elétricas. Podemos denominar esta etapa do trabalho de revisão da literatura, elencando estudos já realizados, sobre o assunto em questão, dentro de uma gama de trabalhos que se assimilam a mesma temática. Desta forma, o leitor poderá perceber referências a temática de pesquisa e terá uma ideia da amplitude do assunto pesquisado.

Tendo em vista que as publicações estão disponíveis em meio digital, foi utilizada a ferramenta de pesquisa *Google Scholar*, conhecido também como *Google Acadêmico*, lançado em novembro de 2004. Ela faz uso dos arquivos já implementados em sua plataforma perscrutando em artigos, dissertações, teses, entre outras produções. A partir desse banco de dados a plataforma faz uso dos trabalhos mais citados, ratificando, assim, uma relevância maior no momento da pesquisa, ou seja, a quantidade de vezes que um trabalho é citado confere-o reconhecimento maior no assunto aparecendo primeiro nas buscas.

Para fazer a busca e relacionar os trabalhos, a ferramenta *Google Acadêmico*, possibilita que algumas palavras sejam digitadas em sua área de busca, permitindo, assim, que o programa encontre esses descritores em palavras-chave, títulos e resumos dos trabalhos mais relevantes relacionados com o tema em questão. Os descritores utilizados nessa revisão de literatura foram: ‘sequência didática eletromagnetismo’, ‘sequência didática em máquinas elétricas’, ‘ensino do eletromagnetismo’ e ‘ensino de máquinas elétricas’. Os resultados da busca estão informados, conforme o quadro abaixo relacionado.

Quadro 2.1 – Descritores e trabalhos selecionados no Google Acadêmico

DESCRITORES	N.º DE TRABALHOS ENCONTRADOS
sequência didática eletromagnetismo	5
sequência didática em máquinas elétricas	0
ensino do eletromagnetismo	126
ensino de máquinas elétricas	26

Fonte: Autor

Tendo em vista o resultado da busca, através da ferramenta *Google Acadêmico*, para cada um dos descritores foi realizado um estudo dos trabalhos

selecionados. Cabe salientar que todos os artigos, dissertações e teses, referenciadas ao Ensino Fundamental ou Superior, foram desconsideradas. Também, podemos ressaltar que os trabalhos, os quais abordavam assuntos fora de consonância ao tema de pesquisa, não foram apreciados. Inferindo-se o Quadro 2.1, verificamos que no descritor 'sequência didática em máquinas elétricas' não houve trabalhos selecionados. De forma parecida, no descritor 'sequência didática eletromagnetismo', que vai ao encontro do tema pesquisado, poucos resultados foram obtidos. É relevante ressaltar que a revisão da literatura é um capítulo da dissertação de caráter pessoal e de forma alguma definitiva e fechada. Por consequência, outras abordagens de filtragem e diferentes descritores poderiam ser utilizadas. Após análise criteriosa dos trabalhos encontrados, foi selecionado um total de oito, no primeiro momento por meio da leitura do resumo e após a leitura completa. Esses serão comentados posteriormente, sendo os mesmos organizados conforme Quadro 2.2, abaixo relacionado.

Quadro 2.2 – Trabalhos selecionados na revisão da literatura

TÍTULO DO TRABALHO SELECIONADO	AUTOR(ES)	NATUREZA	ANO
Atividades experimentais e informatizadas: contribuições para o ensino de eletromagnetismo	Alfredo Müllen da Paz	Tese	2007
Fenômenos eletromagnéticos e sua visualização: um obstáculo de aprendizagem	Jeferson André Pereira	Dissertação	2011
Ensino de ciências por investigação: uma sequência didática para o ensino de eletromagnetismo	Marcel da Silva Lessa de Oliveira; Viviane Briccia do Nascimento	Artigo	2013
Uma proposta de sequência didática para tópicos de magnetismo e eletromagnetismo	Artur José dos Santos Pires	Dissertação	2016
Uma proposta de ensino da indução eletromagnética para o ensino médio	Antonio Augusto Martins dos Santos	Dissertação	2016
Sequência didática através da experimentação para o estudo do eletromagnetismo	Walter Prado de Carvalho Neto	Dissertação	2017
Ensino híbrido no ensino de eletromagnetismo	Renato Pereira de Moura	Dissertação	2018
Uma sequência didática para o ensino de indução eletromagnética	Antonio Reginaldo Agassi	Dissertação	2018

Fonte: Autor

Três trabalhos separados através da ferramenta de busca, Paz (2007), Pereira (2011) e Carvalho Neto (2017) utilizaram como base uma transposição didática através da elaboração e aplicação de uma sequência didática, para o ensino do

Eletromagnetismo, pautado em atividades experimentais e complementado por visualizações geradas mediante simulações computacionais. As propostas de Paz (2007) e Pereira (2011) seguiram ao seguinte delineamento: geração de campo magnético a partir de uma corrente elétrica, ação de um campo magnético sobre uma corrente elétrica e, por fim, geração de uma corrente elétrica induzida a partir de um campo magnético variável. Esses fenômenos permitiram aos autores a elaboração de três atividades experimentais correspondentes, denotando uma visão geral da teoria eletromagnética. Já Carvalho Neto (2017) delineou seu trabalho em oito aulas, sendo duas para aplicação de um pré e pós teste, em que encontrou indícios da eficácia do material, e duas para mediar conceitos necessários a construção do conhecimento, iniciando pela história do magnetismo. Nesses trabalhos foi observado um aumento no interesse e participação dos alunos através dos debates em sala de aula. Nesse sentido, os modelos propostos possibilitaram a superação dos obstáculos de aprendizagem referentes aos conceitos eletromagnéticos, bem como, um melhor entendimento das interações e comportamento das variáveis no campo tridimensional por meio dos experimentos e, no campo bidimensional, mediante a planificação das simulações virtuais.

O artigo de Oliveira e Nascimento (2013), é um trabalho que foi desenvolvido no transcorrer da realização de uma disciplina (Pesquisa em Ensino de Física) do curso de licenciatura em Física da Universidade Estadual de Santa Cruz na Bahia. Nele traz uma sequência didática utilizando como referencial teórico o Ensino de Ciências por Investigação (ENCI), abordando parte do conteúdo do Eletromagnetismo, buscando posicionar o docente como orientador dos discentes. Nesse sentido, para que a utilização do ENCI não se torne ineficiente, três fatores são julgados equivocados: o ensino por investigação pressupõe o uso de atividades experimentais; todas as atividades investigativas têm de ser abertas, deixando que os estudantes proponham questões, escolham procedimentos e decidam como analisar resultados; e todos os conteúdos científicos deveriam ser ensinados por investigação. A análise do ENCI identificou características relevantes que foram inseridas ao processo de ensino e aprendizagem, através da sequência didática, referente ao tema versado. Por conseguinte, foi elaborada uma proposta diferenciada para o ensino do Eletromagnetismo, visando superar problemas pertinentes ao ensino de

Ciências/Física, por exemplo, a falta de comprometimento e o desinteresse em estudar os conteúdos apresentados.

Pires (2016) e Agassi (2018) compuseram e empregaram sequências didáticas, para o ensino do Eletromagnetismo, norteadas em atividades experimentais, entretanto, utilizaram uma abordagem investigativa, ao passo que, Paz (2007) e Pereira (2011) complementaram seus experimentos com simulações computacionais. A utilização da pesquisa de caráter exploratória, abordada por Pires (2016), se deve ao fato de os dados de análise terem sido coletados empiricamente durante as atividades propostas numa observação direta. Contudo, Agassi (2018) empregou uma pesquisa qualitativa, uma vez que, o pesquisador está envolvido no direcionamento das interações entre os sujeitos participantes e o enfoque qualitativo mais adequado. A aplicação dos produtos educacionais proporcionou aulas dinâmicas, utilizando diferentes estratégias didáticas permitindo que os discentes se aproximassem da construção do próprio conhecimento, através das trocas de conhecimento, e melhorando a socialização. Assim, os resultados mostraram um avanço no conhecimento do Eletromagnetismo, indicando uma mudança significativa nos discentes, tanto na participação das atividades propostas como no melhor entendimento dos fundamentos científicos.

Outro trabalho selecionado foi o de Santos (2016), que faz referência à implementação de um roteiro de atividades experimentais, no que tange ao Eletromagnetismo, todavia privilegiando uma interação do sujeito com o meio escolar e a discussão dialógica. Essa abordagem está embasa nos Três Momentos Pedagógicos, sistematizados por Delizoicov e Angotti, os quais são: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Num primeiro momento deve-se reconhecer o ambiente em que o discente vive, na segunda etapa compreende a análise e escolha de situações que personificam as contradições da vida e por último compõem-se pelos diálogos descodificadores, os quais são elaborados os Temas Geradores. Nessa perspectiva, o trabalho apresentado, como instrumento metodológico sequencial, depreendeu uma aprendizagem mais eficaz proporcionada pela aproximação da manipulação dos experimentos a ação intelectual. Em suma, o processo ensino e aprendizagem mostrou-se fortalecido através das ações diárias dos alunos com as diferentes etapas de explicações científicas.

Por fim, temos a intervenção pedagógica de Moura (2018) que desenvolveu uma sequência didática para estudar o Eletromagnetismo, através da utilização de metodologias ativas com a proposta de ensino híbrido – rotações por estações e sala de aula invertida – envolvendo atividades presenciais e não presenciais. Essa abordagem converge basicamente em dois modelos de aprendizagem: o presencial, com processo ocorrendo em sala de aula; e a distância (*online*) que utiliza tecnologias digitais para oportunizar o ensino. O desenvolvimento metodológico da pesquisa foi de natureza qualitativa, a qual se preocupa com a compreensão e interpretação dos fenômenos impondo ao pesquisador uma abordagem hermenêutica. Segundo o autor, o ensino híbrido corrobora para maior interação entre os pares aluno/aluno e aluno/professor, proporcionando ao aluno uma aprendizagem significativa dos conteúdos mediados em sala de aula e permitindo uma reflexão dos conceitos científicos. Em suma, os resultados apresentados pelo emprego da sequência didática, por meio do ensino híbrido, são satisfatórios ao passo que o docente reflita sobre sua prática em sala de aula modificando seu fazer pedagógico, proporcionando aos discentes momentos de aprendizagem efetiva e significativa.

Considerando os trabalhos apreciados, a investigação do assunto relacionado ao Eletromagnetismo por meio de uma sequência didática aplicada a Máquinas Elétricas, para a metodologia assumida na busca no *Google Acadêmico*, não fora encontrada em registros científicos, no período pesquisado. Desta forma, o enfoque das pesquisas foi referenciado, em sua maioria, no ensino do Eletromagnetismo. É relevante informar que, os fenômenos eletromagnéticos são a base para o entendimento do funcionamento das Máquinas Elétricas. Nesse sentido, destacamos, mesmo que não haja uma aplicação direta às Máquinas Elétricas, que os registros científicos no que tange o ensino do Eletromagnetismo balizaram este trabalho.

3. REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO

Nesta seção vamos apresentar os referenciais adotados com a finalidade de dar sustentação a proposta de elaboração, desenvolvimento e avaliação da sequência didática aqui discutida. Nesse sentido, a teoria de aprendizagem socio-histórica-cultural de Lev Semenovitch Vygotsky dará sustentabilidade ao produto educacional, o qual é resultado da intervenção pedagógica. Desta forma, Magda Floriana Damiani dará embasamento à pesquisa do tipo intervenção pedagógica. Já as atividades experimentais demonstrativas estarão fundamentadas em Alberto Gaspar.

3.1 Vygotsky e a Teoria Sócio-histórica-cultural

Dentro da área pedagógica, o processo ensino e aprendizagem deve-se mostrar atualizado às inovações tecnológicas, tanto o método quanto a metodologia, e essas servindo como instrumentos mediadores de ensino. Conforme Libâneo (1985), a pedagogia é um campo de conhecimentos sobre a problemática educativa na sua totalidade e historicidade e, ao mesmo tempo, uma diretriz orientadora da ação educativa.

A teoria sócio-histórica-cultural de Vygotsky define que o desenvolvimento cognitivo do indivíduo não pode ser entendido sem uma abordagem do contexto histórico, social e cultural, no qual ele está inserido, sendo que os processos mentais superiores se originam em processos sociais (OLIVEIRA, 2010). Nessa perspectiva, podemos elencar as três premissas centrais do pensamento de Vygotsky:

As funções psicológicas têm um suporte biológico, pois são produtos da atividade cerebral. O funcionamento psicológico fundamenta-se nas relações sociais entre o indivíduo e o mundo exterior, as quais se desenvolvem num processo histórico. A relação homem/mundo é uma relação mediada por sistemas simbólicos (OLIVEIRA, 2010, p. 24).

Conforme Oliveira (2010), o entendimento central para as ideias de Vygotsky, tendo em vista os mecanismos psicológicos, estão ancoradas na mediação. A mediação, superficialmente conceituada, é uma metodologia de interferência de um elemento medial de uma relação, a qual deixa de ser direta para ser mediada. Nesse sentido, Vygotsky trabalha com a relação do homem com o mundo não sendo direta, mas sim, na forma de relacionamento mediado por instrumentos e signos.

Para Vygotsky (2001), a mediação pode ocorrer por meio de um instrumento, ferramenta material ou um signo, ferramenta psicológica. Os instrumentos estão ligados à regulamentação das ações sobre os objetos, ou seja, elementos externos ao indivíduo, enquanto os signos¹, também chamados de “instrumentos psicológicos”, sobre o psiquismo das pessoas. Os signos, segundo ele, são divididos em: “indicadores (exemplo: fumaça indica fogo)”, “icônicos (imagens e desenhos com significados)” e “simbólicos (tem uma relação abstrata com o que significam)”. A função dos instrumentos é promover alterações nos objetos, controlando processos da natureza. Por sua vez, os signos, estão relacionados ao controle de ações psicológicas do indivíduo ou outras pessoas, auxiliando em procedimentos psicológicos e atitudes tangíveis, conforme podemos perceber na citação a seguir:

A invenção e o uso de signos como meios auxiliares para solucionar um dado problema psicológico (lembrar, comparar coisas, relatar, escolher, etc.), é análoga à intervenção e uso de instrumentos, só que agora no campo psicológico. O signo age como um instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho (VYGOTSKY, 1984, p. 59-60).

Desta forma, de acordo com Oliveira (2010), a teoria sócio-histórica-cultural *vygotskyana* reflete a ideia de que o desenvolvimento do indivíduo está diretamente ligado às interações entre o homem e a sociedade, cultura e sua história de vida; fatores os quais a aprendizagem, oportunidades e influências externas ao ser humano estão incluídas. O homem é um sujeito total quanto da mente e do corpo, organismo biológico e social, integralizado ao processo histórico.

O sistema simbólico tem função mediadora na praxe humana, sendo os instrumentos de trabalho aplicados na modificação e controle da natureza, ao passo que, os signos, servindo como recursos auxiliares da atividade psicológica. Os símbolos externos se transformam em processos internos de mediação, sendo esse mecanismo nomeado, por Vygotsky, de processo de internalização. Desta forma, as

¹ Signos podem ser definidos como elementos que representam ou expressam outros objetos, eventos, situações. A palavra mesa, por exemplo, é um signo que representa o objeto mesa; o símbolo 3 é um signo para quantidade três; o desenho de uma cartola na porta de um sanitário é um signo que indica “aqui é o sanitário masculino”.

representações mentais substituem os objetos reais, sendo internalizados como objetos, eventos, situações (OLIVEIRA, 2010).

A proposição desenvolvimento e aprendizado, por Vygotsky (1987, p. 101), infere-se que aprender de forma adequada, ou seja, organizadamente, reflete em desenvolvimento mental eficaz, conduzindo a processos de crescimento imensuráveis, sendo impossíveis de outra forma. O indivíduo aprenderá conhecimentos externos conforme interage com o meio ao qual está inserido. Essa interação se dará à medida que os signos e sistemas simbólicos estão internalizados pela pessoa, assim contribuindo para o desenvolvimento mental.

O primeiro nível de desenvolvimento, segundo Vygotsky (1987), está relacionado com a capacidade que o sujeito tem de realizar uma determinada atividade sozinho, sem a presença de um parceiro mais capaz para ajudá-lo. Ou seja, seu desempenho está associado ao conhecimento já aprendido. Todavia, o nível de desenvolvimento potencial está vinculado as atividades que o indivíduo é capaz de realizar com o auxílio de outra pessoa mais capaz. Nesse sentido, Vygotsky define que a distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial chamado de zona de desenvolvimento proximal é:

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através de solução de problemas sob orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1984, p. 97).

Nesse sentido, Oliveira (2010) explica que a zona de desenvolvimento proximal é a trajetória que o indivíduo percorrerá no processo de aprimoramento de suas funções, ou seja, no amadurecimento dele, as quais se tornarão consolidadas em nível de desenvolvimento real. É como se o caminho do desenvolvimento avançasse mais devagar que o caminho do aprendizado, em suma, o conhecimento aprendido transforma-se em funções psicológicas afirmadas do sujeito. Assim, a zona de desenvolvimento proximal:

define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário. Essas funções poderiam ser

chamadas de “brotos” ou “flores” do desenvolvimento, ao invés de frutos do desenvolvimento (VYGOTSKY, 1984, p. 97).

Ainda segundo Vygotsky (1998), em sua teoria sobre as zonas de desenvolvimento proximal, ele explica que quando o conhecimento é aprimorado e, à medida que surgem obstáculos ou desafios à atividade que está sendo proposta, estimula-se que o indivíduo busque novas soluções para o desenvolvimento da tarefa e, assim, prevendo o resultado a ser obtido. Dessa forma, quando o indivíduo atinge um nível mais elevado de conhecimento, esse se torna capaz de aprender conceitos e habilidades mais complexas.

3.2 Vygotsky e as Atividades Experimentais Demonstrativas

A década de 1970 foi marcada pelo surgimento de museus e centros de Ciências ao redor do mundo, onde as atividades experimentais demonstrativas se destacam e vislumbram seus visitantes (GASPAR, 1998). Em função disso, foi resgatado o processo de práticas experimentais em ciências na sala de aula. O autor relata que, do ponto de vista pedagógico, são consideradas ineficientes ante as teorias centradas na atividade do aluno de construção do conhecimento, entretanto no que tange a parte cognitiva como a aprendizagem de conceitos, essas apontam validade pedagógica e significativa no ensino em sala de aula (GASPAR, 2005).

Segundo Gaspar (2005), as atividades experimentais demonstrativas em sala de aula, assim como as atividades realizadas em laboratório pelos alunos com a mediação do docente, pelo método tradicional, evidenciam obstáculos comuns à sua prática, seja pela ausência de equipamentos ou pela deficiência na mediação pedagógica correta. Contudo, existem elementos que contribuem a realizar atividades experimentais demonstrativas: executar a prática com apenas um equipamento para todos os discentes – sem uma sala de laboratório exclusiva – a viabilidade de utilização do experimento em meio a argumentação teórica, e, o aspecto de maior relevância, o fator motivacional ou de encanto que provoca no discente propiciando a aprendizagem.

Na escola, o termo “atividade de demonstração”, faz referência a qualquer material que não está relacionado ao quadro-negro, tais como: a exposição de um filme ou a projeção de um slide, desde que seja uma atividade pedagógica válida.

Todavia, será utilizado “atividade de demonstração” ou “atividade experimental de demonstração”, para dar significação a fenômenos e conceitos físicos. Nesse sentido, essas não se limitam ao ambiente escolar, mas também a outros ambientes de peculiaridades diferenciadas (GASPAR, 2005). Desse modo, podemos elencar:

- a) Atividades de demonstração em conferências ou palestras: são realizadas com dispositivos ou equipamentos experimentais específicos vinculados à explicação de temas apresentados durante uma palestra.
- b) Atividades de demonstração em museus e centros de ciências: são experimentos expostos para apresentação aos visitantes ou para que eles próprios os manipulem. A alfabetização em ciências, assim como o seu ensino e divulgação são o principal objetivo dessas instituições. Enquanto em uma *lecture demonstration* o centro das atenções é o conferencista, nos museus ou centros de ciências o destaque está voltado ao ambiente, muitas vezes grandioso e repleto de estímulos. A presença de monitores para o a apresentação das demonstrações é comum, mas eles atuam de forma restrita a alguns setores ou equipamentos.
- c) Atividades de demonstração em sala de aula: recebem muitas vezes a denominação de “experiência cátedra” (GASPAR, 2005, p. 228-229).

Howe (1996, apud GASPAR, 2005) salienta que, de acordo com a teoria enunciada por Vygotsky, todo o saber formal referente às ciências sociais, línguas, matemática, ciências físicas e naturais, é conceituado como científico. Esses são coordenados e categorizados, já o conhecimento espontâneo é desorganizado, não-sistematizado e embasado em circunstâncias do cotidiano.

A diferença entre os dois conhecimentos é a existência ou inexistência de um método ou procedimento. Vygotsky (2001) categoriza como científico todos os conceitos provenientes do aprendizado formal e espontâneos todo aprendizado informal, sublinhando a unidade cognitiva no processamento de aprendizagem desses conceitos. Dessa forma:

O desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos – cabe pressupor – são processos intimamente interligados, que exercem influências um sobre o outro. [...] independentemente de falarmos do desenvolvimento dos conceitos espontâneos ou científicos, trata-se do desenvolvimento de um processo único de formação de conceitos, que se realiza sob diferentes condições internas e externas, mas continua indiviso por sua natureza e não se constitui da luta, do conflito e do antagonismo de duas formas de pensamento que desde o início se excluem (VYGOTSKY, 2001, p. 261).

Nesse sentido, conforme Gaspar (2005), estudos empíricos conduziram Vygotsky a ratificar sua hipótese de que a criança primeiramente vale-se dos conceitos espontâneos antes de entendê-los de forma consciente, ou seja, antes de dar significação e utilizá-los à vontade. Vygotsky expressa suas alegações fazendo um comparativo da lei de Arquimedes como o conceito de irmão. Sendo:

O desenvolvimento do conceito de irmão não começou pela explicação do professor nem pela formulação científica do conceito. Em compensação, esse conceito é saturado de uma rica experiência pessoal da criança. Ele já transcorreu uma parcela considerável do seu caminho de desenvolvimento e, em certo sentido, já esgotou o conteúdo fatural e empírico nele contido. Mas é precisamente estas últimas palavras que não podem ser ditas sobre o conceito lei de Arquimedes. (VYGOTSKY, 2001, p. 264).

As atividades experimentais demonstrativas realizadas em sala de aula, principalmente quando referenciadas aos conteúdos de Física, têm por particularidade explicar o mundo real, mesmo sendo dotadas de teorias formais e abstratas. Assim, possibilitando simular no ambiente escolar a realidade informal, vivida no cotidiano da criança, a qual faz parte de suas concepções espontâneas (GASPAR, 2005).

A definição de interação social tem sido estudada por pesquisadores que abordam a teoria de Vygotsky. Esses trabalham não somente para compreender melhor essa teoria, mas também apreender sua função no processo de ensino e aprendizagem. Apesar de existirem antagonismos no que tange sua teorização, apresenta unanimidade em referência ao seu caráter assimétrico, premissa fundamental, de acordo com os pesquisadores (IVIC, 1989). Só é possível haver interação social, em relação a aprendizagem de um trabalho, se no grupo de indivíduos exista alguém que consiga realizá-la. Vygotsky ratifica essa abordagem quando relaciona a colaboração à imitação, ao enfatizar que:

[...] o desenvolvimento decorre da colaboração via imitação, o desenvolvimento decorrente da aprendizagem é o fato fundamental. [...] porque na escola a criança não aprende o que sabe fazer sozinha, mas o que ainda não sabe fazer e lhe vem a ser acessível em colaboração como o professor e sob sua orientação (VYGOTSKY, 2001, p. 331).

Tendo em vista que, a interação social requer colaboração para que haja o desenvolvimento através da imitação, é imprescindível a existência de um parceiro mais capaz, ou seja, aquele que conserva o conhecimento e possa ser imitado. É essencial destacar que a interação social é um requisito imperioso para que haja aprendizado, todavia não o bastante (GASPAR, 2005). Conforme Vygotsky (2001, p. 331), “O que a criança é capaz de fazer hoje em colaboração conseguirá fazer amanhã sozinha”.

Por fim, através das demonstrações experimentais em sala de aula, há a efetivação das interações sociais. Se elas realmente acontecem e têm categorizações descritas pela teoria de Vygotsky, podemos depreender que pode existir aprendizagem (GASPAR, 2005).

3.3 Intervenção Pedagógica

Tendo em vista que o objetivo deste trabalho foi elaborar uma intervenção pedagógica, do tipo sequência didática, e que a utilização do termo intervenção tem causado receio a pesquisas que o relacionam, esse capítulo trará a luz o significado deste tipo de pesquisa.

Segundo Damiani (2013), a utilização do termo intervenção pedagógica como metodologia de trabalho, requer reflexões devido a problemas relacionados a esse tipo de pesquisa. Primeiramente o termo intervenção ocasiona certo desconforto com o uso da terminologia, principalmente quando utilizado na área da Educação, pois denota autoritarismo, conquanto vários trabalhos sejam denominados interventivos. Num segundo momento, a autora, relata uma dificuldade em deferir *status* de pesquisa às intervenções, uma vez que são atribuídos, erroneamente, a projetos de pesquisa. Todavia, o uso do termo intervenção, utilizado na área da Educação, é um conjunto de mudanças e inovações que proporcionam melhorias nos processos de ensino e aprendizagem, dos indivíduos que estão inseridos ao processo, de caráter aplicado. Já o terceiro refere-se ao processo de elaboração dos relatórios das pesquisas interventivas (teses, dissertações e artigos), os quais são redigidos sem a preocupação de enfatizar a descrição do método, dividindo-os em dois segmentos: a intervenção propriamente dita e a avaliação dessa intervenção.

Conforme Damiani (2013), a pesquisa do tipo intervenção pedagógica aborda o planejamento e o emprego de interferências (mudanças, inovações pedagógicas)

que buscam produzir efeitos positivos (avanços, melhorias) nos processos de aprendizagem dos indivíduos participantes e, num segundo momento, avaliar os resultados dessas intercessões.

A própria autora relata que, o termo intervenção é empregado por diversas áreas do conhecimento, tais como: Psicologia, Medicina e Administração. Todavia, quando referenciada a área educacional, sua utilização é avaliada como um complicador. O termo em questão é associado a autoritarismo ou cerceamento, remetendo a um determinado momento da história brasileira marcada pela falta de liberdade e pela obrigação, uma nítida referência ao regime militar. Outra interpretação ao sentido depreciativo conferido a palavra, poderia ser a possível ligação a definição comportamentalista da Psicologia, denotando uma condição interventiva autoritária ao indivíduo.

A argumentação para legitimar, as intervenções pedagógicas, caracterizando-as como pesquisas, deve-se ao seu caráter aplicado. Nessa perspectiva, essas têm como objetivo colaborar para a resolução de situações práticas (GIL, 2010). A relevância das pesquisas aplicadas é referenciada por Robson (1995), uma vez que são elaboradas sobre e com pessoas, intitulado-as como pesquisas reais, as quais são realizadas fora do ambiente de um laboratório. O autor salienta a capacidade das pesquisas aplicadas, visto que trazem subsídios às mudanças educacionais, melhorias aos planos de ensino vigentes, ou possíveis modificações. Por conseguinte, os estudos na academia podem refletir resultados práticos.

A categorização das intervenções como pesquisas está embasada na parecença com a pesquisa-ação – processo metodológico já estabelecido e conceituado, sendo largamente empregado à área educacional (DAMIANI, 2013). Desta forma, de acordo com o autor, as semelhanças entre as duas pesquisas estão apoiadas nas ideias de Tripp (2005) e Thiollent (2009), sendo suas similaridades: o intuito de produzir mudanças, a tentativa de resolução de um problema, o caráter aplicado, a necessidade de diálogo com um referencial teórico e a possibilidade de produzir conhecimento. Thiollent (2009, p. 16) relata que adeptos da pesquisa-ação a referem “a uma orientação de ação emancipatória e a grupos sociais que pertencem às classes populares ou dominadas”, todavia isso não está presente na pesquisa do tipo intervenção. Esta, ainda que pretenda realizar melhorias educacionais, não

aborda, como ideia central, propósitos de emancipação ou de cunho político-social, sendo o pesquisador a constatar as dificuldades e sugerir interferências, promovendo avanços. Já na pesquisa-ação, o planejamento e a implementação de interferências, teria a participação de todos os indivíduos.

Nessa perspectiva Damiani (2013), apresenta o método da pesquisa do tipo intervenção pedagógica em dois segmentos: o método da intervenção e o método da avaliação da intervenção. O método da intervenção deve ser caracterizado minuciosamente, esclarecendo sua abordagem teórica. Uma vez que a intervenção seja em sala de aula, a categorização deve versar sobre o método de ensino aplicado, ratificando a utilização de diferentes práticas idealizadas e empregadas. Já o método de avaliação da intervenção deve versar sobre as metodologias de coleta e análise de dados empregados para justificar os impactos da intervenção.

Em suma, a pesquisa do tipo intervenção pedagógica abrange o planejamento e aplicação de interferências, bem como a avaliação de seus resultados, tendo como objetivo promover avanços no que tange o ensino e aprendizagem em sala de aula.

3.4 Os Três Momentos Pedagógicos

Freire (1987), contempla a abordagem da temática dos Três Momentos Pedagógicos elaborada por Delizoicov; Angotti (1994). No transcorrer de um projeto para o ensino de ciências em Guiné-Bissau, eles conceberam uma metodologia de ensino, através de proposições anteriormente determinadas, denominada “Três Momentos Pedagógicos”, a qual está sistematizada por:

- problematização inicial;
- organização do conhecimento;
- aplicação do conhecimento.

A dinâmica da *problematização inicial*, estruturada por Delizoicov (1991, 2008) e por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), infere-se na apresentação de situações da realidade dos alunos, ou seja, situações reais de sua vivência. Conforme Freire (1987), esse é o momento em que os discentes são instigados a manifestar os seus entendimentos sobre situações significativas que são exteriorizações de contradições que os cercam.

Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), problematizar é a:

“[...] escolha e formulação adequada de problemas [...] que devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação do conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado [...]”. Além de ser um processo em que o educador, concomitantemente “[...] levanta os conhecimentos prévios dos alunos, promove a sua discussão em sala de aula, com a finalidade de localizar as possíveis contradições e limitações dos conhecimentos que vão sendo explicitados pelos estudantes” (DELIZOICOV, ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, P. 130).

O objetivo da *problematização inicial* é oportunizar ao aluno um distanciamento crítico confrontando-se com as concepções das situações levantadas para discussão, assim reconhecendo a indispensabilidade na busca de novos conhecimentos, os quais possa entender as situações elencadas pelo docente (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002). Ou seja:

“[...] deseja-se aguçar explicações contraditórias e localizar as possíveis limitações do conhecimento que vem sendo expressado, quando este é cotejado com o *conhecimento científico que já foi selecionado para ser abordado*” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p. 201).

Na segunda parte dos momentos pedagógicos, nominada *organização do conhecimento*, os conceitos científicos são estudados e sistematizados sob orientação do docente, os quais já foram abordados na *problematização inicial*. Cabe salientar que, durante as atividades pedagógicas, os conceitos científicos envolvidos são os pontos em que se quer atingir, isto é, ponto de chegada. Em outras palavras:

A abordagem dos conceitos científicos é o ponto de chegada, quer da estruturação do conteúdo programático quer da aprendizagem dos alunos, ficando o ponto de partida com os temas e as situações significativas que originam, de um lado, a seleção e organização do rol de conteúdos, ao serem articulados com a estrutura do conhecimento científico, e, de outro, o início do processo dialógico e problematizador (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p. 194).

O segundo momento é a etapa em que os conhecimentos científicos passam a ser agregados às discussões, por conseguinte os discentes passam a ter entendimento da *problematização inicial*. Todavia, para que isso ocorra, as atividades,

previamente elaboradas, devem ser analisadas e exercícios propostos (ALBUQUERQUE, SANTOS e FERREIRA, 2015). Ou seja:

Os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento, sob a orientação do professor [...] de modo que o professor possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para a compreensão científica das situações problematizadas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 201).

Nesse sentido, Delizoicov e Angotti (1990) enaltecem a relevância na diversificação das atividades sugeridas, as quais o docente mediará o trabalho, assim proporcionando a organização da aprendizagem. Propõem questionamentos (exercícios de fixação), textos e experimentos, assim como, a utilização das mídias tecnológicas (aplicativos de celulares, simuladores, programas tecnológicos, entre outros), desta forma auxiliando na sistematização dos conceitos.

A terceira etapa dos momentos pedagógicos é chamada de *aplicação do conhecimento*, em que os conceitos científicos são empregados, tendo em vista que os discentes já estão familiarizados com as situações elencadas na *problematização inicial* e demais contextos que sejam capazes de serem apreendidos pelos alunos (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002). Nessa perspectiva, o terceiro momento pedagógico visa:

[...] abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. [...] a meta pretendida com este momento é muito mais a de capacitar os alunos ao emprego dos conhecimentos, no intuito de formá-los para que articulem, constante e rotineiramente, a conceituação científica com situações reais, do que simplesmente encontrar uma solução, ao empregar algoritmos matemáticos que relacionam grandezas ou resolver qualquer outro problema típico dos livros-textos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 202).

Portanto, na *aplicação do conhecimento*, infere-se que o discente deve analisar não somente as situações iniciais dos conceitos abordados na *problematização inicial*,

mas também devem ser exploradas circunstâncias diferentes, que ultrapassam a rotina do aluno, desde que essas tenham correlação de conhecimento.

4. PERCURSO METODOLÓGICO

Este capítulo debate a proposta de desenvolvimento, implementação, avaliação e ajustes da sequência didática que se apresenta como foco deste trabalho. O entrelaçamento entre os referenciais teóricos e metodológicos debatidos aqui, tinha a intenção de ser executado a partir da proposição de cada atividade e cada encontro que contempla o Produto Educacional, conforme o Apêndice A.

4.1 O Espaço e o Contexto do Desenvolvimento do Produto Educacional

A intervenção pedagógica abordada neste trabalho tinha a intenção de ser aplicada de forma presencial, no Instituto Federal Sul-rio-grandense – IFSul, no Câmpus da cidade de Camaquã, para a turma do segundo ano do Curso Técnico Integrado em Automação Industrial, da disciplina de Máquinas Elétricas, sendo aquela formada por trinta alunos.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, faz parte da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica, estabelecido através do CEFET-RS, a partir da Lei n.º 11.892, de 29 de dezembro de 2008. A sede administrativa localiza-se na cidade de Pelotas/RS e atualmente é formado por quatorze câmpus, os quais são: Pelotas, Pelotas-Visconde da Graça, Sapucaia do Sul, Charqueadas, Passo Fundo, Bagé, Camaquã, Venâncio Aires, Santana do Livramento, Sapiranga, Lajeado, Gravataí, Jaguarão e Novo Hamburgo. O Instituto Federal tem por prerrogativa a verticalização do ensino, ofertando educação profissional e tecnológica em diferentes níveis e modalidades, proporcionando a formação integral do indivíduo.

O Câmpus Camaquã foi criado no ano de 2010 considerando os aspectos físicos, econômicos, políticos e socioculturais da região, sendo que no diurno oferece os cursos integrados de Automação Industrial, Controle Ambiental e Informática. Já no noturno são ofertados o Curso Técnico Subsequente em Eletrotécnica, o Curso Superior em Análise e Desenvolvidos de Sistemas e uma Pós-Graduação em nível de Especialização em Práticas de Ensino – Educar pela Pesquisa.

O Câmpus disponibiliza aos discentes uma estrutura física composta por salas de aulas dotadas de projetores e condicionadores de ar, laboratórios de informática, biblioteca, auditório e miniauditório, espaço para convivência e uma rede de internet

via wireless que abrange toda sua área física. Mais especificamente, para a aplicação do produto de pesquisa, o Câmpus oferece laboratórios de Máquinas Elétricas, Instalações Elétricas, bem como, um laboratório para atividades experimentais abordando o Eletromagnetismo.

4.2 Organização da Sequência Didática

A sequência didática foi elaborada para ser aplicada para os discentes do segundo ano do Curso Técnico Integrado em Automação Industrial, na disciplina de Máquinas Elétricas. Nesse sentido, quando da elaboração do Projeto Político Pedagógico, do referido curso, foi estabelecido que os conteúdos de Física, no que tange o Eletromagnetismo, ficariam distribuídos ao longo do primeiro ano, uma vez que esses conceitos são a base para o funcionamento de todas as Máquinas Elétricas.

A proposição da intervenção pedagógica foi estruturada na forma de uma sequência didática utilizando como recursos atividades experimentais demonstrativas, vídeos e simulação computacional. Nessa perspectiva, para abordar os conteúdos do Eletromagnetismo, foram elencados seis encontros durante seis semanas seguidas. Tendo em vista o fechamento dos Institutos Federais devido a pandemia, o Produto Educacional foi elaborado com cinco encontros, todavia inicialmente teria seis encontros, sendo o último aplicação do instrumento de avaliação. Nesse contexto, cada encontro é compreendido de duas horas-aulas, sendo essas de uma hora e trinta minutos, totalizando ao final dez horas-aulas.

Os encontros serão nominados por letras, conforme segue:

- A – primeiro encontro;
- B – segundo encontro;
- C – terceiro encontro;
- D – quarto encontro;
- E – quinto encontro;

Os encontros, também serão identificados por cores, conforme segue:

- Verde – primeiro encontro;
- Azul – segundo encontro;
- Amarelo – terceiro encontro;
- Vermelho – quarto encontro;

- Roxo – quinto encontro.

A quantidade de experimentos por encontro será identificada por números juntamente a nominação dos encontros, como segue:

- A1, A2 e A3 – primeiro, segundo e terceiro experimentos do primeiro encontro;
- B1 e B2 – primeiro e segundo experimentos do segundo encontro;
- C1, C2, C3 e C4 – primeiro, segundo, terceiro e quarto experimentos do terceiro encontro;
- D1 – primeiro experimento do quarto encontro;
- E1 – primeiro experimento do quinto encontro.

Nesse sentido, a organização da sequência didática, através do Quadro 4.1, destaca a didática de ensino e os conteúdos que foram planejados para o trabalho em cada encontro durante as seis semanas, todavia o Produto Educacional é composto por cinco encontros. Cabe salientar que o detalhamento de cada um dos encontros está apresentado no APÊNDICE A deste trabalho.

Quadro 4.1 – Sequência Didática

ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA		
Encontros	Conteúdos	Experimentos Demonstrativos
Primeiro	<ul style="list-style-type: none"> - Corrente elétrica - Campo magnético gerado por corrente elétrica - Campo magnético - Circuitos magnéticos 	<ul style="list-style-type: none"> - Atividade experimental de Oersted - Demonstração do campo magnético criado por uma espira circular ou uma bobina longa - Experimento de campo magnético de um ímã permanente
Segundo	<ul style="list-style-type: none"> - Força magnética - Torque eletromagnético 	<ul style="list-style-type: none"> - Experimento do balanço eletromagnético - Demonstrativo do motor de corrente contínua
Terceiro	<ul style="list-style-type: none"> - Lei de Faraday 	<ul style="list-style-type: none"> - Força eletromotriz induzida numa bobina com uso de ímã e miliamperímetro - Indução eletromagnética em lata sobre a água https://youtu.be/gAqll3bjxyk - Indução eletromagnética em cano de cobre https://youtu.be/_Vxqrys0QLw - Indução eletromagnética no anel de Thomson https://youtu.be/S5GvCbWg4vY
Quarto	<ul style="list-style-type: none"> - Princípio do motor de indução 	<ul style="list-style-type: none"> - Construção do motor de indução monofásico http://nelsonreyes.com.br/Motor%20eletrico%20CBEF.pdf
Quinto	<ul style="list-style-type: none"> - Princípio do motor de corrente contínua 	<ul style="list-style-type: none"> - Construção do motor elementar de corrente contínua https://youtu.be/-ME21F7n7mo

Sexto	- Todos os conteúdos abordados nos encontros anteriores	- Instrumento de avaliação analisando o funcionamento dos motores construídos

Fonte: Autor

Foi previsto para aplicação das atividades experimentais demonstrativas, dois momentos: a) antes do encontro: através da seleção dos materiais necessários a cada experimento e simuladores e b) durante o encontro: mediante a construção do experimento relacionado a cada área do conhecimento. A metodologia que foi abordada em cada aula, para realização dos experimentos, está apoiada nos Três Momentos Pedagógicos com a seguinte sequência: 1º) problematização inicial por meio de perguntas, 2º) organização do conhecimento que será o desenvolvimento dos conteúdos relacionados e/ou por meio de questionamentos e, em algumas situações, complementando com simulações, buscando entender o conceitos espontâneos dos alunos e 3º) aplicação do conhecimento que se dá pela retomada das questões abordadas na problematização inicial e a proposta de novas situações, não familiares, através da mediação com os experimentos.

Tendo em vista que a turma previamente selecionada era composta por trinta alunos e os materiais disponíveis para realização das atividades experimentais são em número reduzidos, os discentes não serão separados em grupos. Sendo assim, os experimentos abordados em cada encontro serão demonstrados somente pelos docentes. Todavia, no quarto e quinto encontros, será permitido ao aluno edificar o seu conhecimento mediante a construção dos motores. Nesse contexto, de acordo com Gaspar (2005), existem elementos que contribuem a realização dos experimentos demonstrativos mesmo que os discentes não o façam individualmente. São eles: efetuar a prática com apenas um equipamento, não é necessário a existência de um laboratório exclusivo, utilizar a atividade prática em meio a argumentação teórica, e, por último, de suma importância, o encanto provocado no aluno propiciando a aprendizagem.

A estruturação da sequência didática foi realizada pensando nos conceitos de Vygotsky, pois entendemos que ao demonstrarmos o experimento do campo magnético de um ímã permanente, tendo em vista a aprendizagem, haverá interação social, pois no grupo de indivíduos existe alguém que possa realizá-la, nesse caso o docente. Também há o fator motivacional, proporcionado pela visualização da

representação das linhas de indução magnética, nesse sentido o discente vale-se dos conceitos espontâneos antes de entendê-los para num segundo momento dar significação e utilizá-los, mediante os conceitos formais. Da mesma forma, a atividade demonstrativa do campo magnético criado por uma espira circular ou bobina longa, abordará o processo de interação social e o fator motivacional, aquele sendo requisito primordial ao aprendizado.

Já na experiência de Oersted é possível relacionar Eletricidade e Magnetismo por meio da variação na agulha da bússola, assim verificando-se a existência de campo eletromagnético. Desse modo, podemos unir o conhecimento espontâneo ao formal, desenvolvendo um processo único de formação dos conceitos, pois o discente sabe sobre a interferência em equipamentos eletrônicos, todavia não imagina o porquê. Por meio da demonstração e argumentação teórica, explicamos que o campo eletromagnético interfere nos equipamentos eletrônicos.

Embora toda esta estruturação das atividades propostas, encontramos um problema fundamental que, de certa forma, impediu o desenvolvimento da proposta em sua plenitude. Em março de 2020, foi decretado o fechamento dos Institutos Federais devido a pandemia causada pelo coronavírus. A COVID-19 é uma doença altamente contagiosa variando de infecções assintomáticas a quadros graves. Isso, impossibilitou as aulas na forma presencial e, conseqüentemente, a aplicação do produto educacional que é resultado da intervenção pedagógica, estruturado por meio de uma sequência didática no formato de atividades experimentais demonstrativas. Nesse sentido, o Produto Educacional está elaborado com cinco encontros. No mesmo mês, foi realizado a qualificação deste trabalho, de forma remota, ou seja, totalmente digital, e mantinha-se a perspectiva de retorno presencial em três meses, assim, possibilitando a aplicação do produto educacional em sala de aula, e, por conseguinte, sua validação.

Com o passar dos meses o número de contaminações aumentou sensivelmente e foi necessário manter o afastamento social, por conseqüência o retorno presencial não se confirmou. Tendo em vista que nessa época o ensino remoto era uma possibilidade distante, uma vez que existiam barreiras tecnológicas a serem transpostas (acesso a computadores, materiais didáticos e internet), tanto no que tange a parte docente quanto discente, surgiu a ideia de realização de uma *Live*, para

apresentação da proposta deste trabalho. A partir dessa mudança estratégica, decidimos propor um formulário de pesquisa para que se pudesse ter registrada a opinião dos participantes da *Live* em relação ao Produto Educacional demonstrado. Tanto a apresentação quanto o formulário de pesquisa foram elaborados utilizando as ferramentas disponíveis no Google (*Meet e Formulários*), a fim de validar o produto educacional.

Para divulgação desta apresentação, foram enviados convites configurados por meio da agenda *Google* com data prevista para o dia 21/12/2020, às 18h.

Tendo em vista, a participação da *Live* de apresentação deste produto, foram convidados professores do IFSul – Câmpus Pelotas e Camaquã. Os docentes do câmpus Pelotas, que assistiram a apresentação, eram das áreas do Eletromagnetismo e Máquinas Elétricas. Já, os do câmpus Camaquã, pertenciam às áreas do Eletromagnetismo, Máquinas Elétricas e Física. Também, acompanharam a *Live*, docentes da área pedagógica.

Ao todo, participaram desta apresentação, onze pessoas. Ao final, foi aberto um espaço para comentários e análise da sequência didática. Os docentes mostraram-se favoráveis ao produto educacional fazendo ponderações e, desta forma, sugerindo ajustes. O apresentador solicitou que os participantes respondessem um formulário de pesquisa com perguntas elaboradas no sentido de analisar o produto educacional. O formulário foi composto de cinco perguntas de múltipla escolha e três dissertativas. As perguntas de múltipla escolha foram respondidas por todos os participantes. Apenas quatro participantes deixaram de fazer sugestões sobre a última pergunta dissertativa. Quanto os demais questionamentos dissertativos, todos fizeram sugestões. A análise das respostas permitiu a melhoria do produto educacional, bem como, sua validação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção apresentamos o resultado da pesquisa do produto educacional, por meio da análise das respostas do formulário de pesquisa, bem como, as ponderações sobre a metodologia exposta na forma de sequência didática das atividades experimentais demonstrativas e suas discussões.

Com a pesquisa, sobre a proposta de sequência didática, procuramos identificar aspectos positivos através de uma abordagem complementar às aulas expositivas, bem como, pontos que possam ser melhorados e aperfeiçoados.

Entendemos que o desenvolvimento desta análise não é tão abrangente quanto se o produto educacional pudesse ser implementado. Nesse sentido, seria mais efetiva a vinculação dos resultados com as fundamentações teóricas apresentadas, pois poderíamos descrever cada encontro, e realizar análises a partir da percepção dos alunos, dos resultados de compreensão dos conceitos desenvolvidos, das atividades experimentais apresentadas. Entretanto, vamos dialogar a partir das falas dos participantes da *Live* que serão exibidas no decorrer do texto.

Para uma melhor apresentação dos resultados serão utilizados dois tipos de nomenclaturas: P1, P2, P3, assim, sucessivamente, para as perguntas que estavam presentes no formulário já referido. De forma semelhante, para os respondentes adotaremos as siglas R1, R2, R3... A nomenclatura adotada para os respondentes servirá, também, para manter o sigilo dos participantes da pesquisa.

As perguntas e as respostas mais relevantes, referentes ao formulário de pesquisa, serão apresentadas na forma de quadros.

- 1) Na sua opinião, a proposta de sequência didática apresentada é uma boa opção para o Ensino e Aprendizagem do Eletromagnetismo em Máquinas Elétricas?
- a) Sim, pois traz um método que facilita o ensino e aprendizagem.
 - b) Sim, mas é um método de difícil aplicação.
 - c) Não, pois é perigoso e difícil de replicar.
 - d) Não, pois pode confundir os alunos.
 - e) Outro: _____

Resposta mais relevante referente a pergunta P1:

“Sim, pois traz um método que facilita o ensino e aprendizagem”.

A pergunta P1 aborda a relevância da sequência didática para o ensino e aprendizagem do Eletromagnetismo na disciplina de Máquinas Elétricas. Com exceção do respondente R6, o qual informa que a proposta apresentada é uma boa opção para ensino do Eletromagnetismo, todavia, é de difícil aplicação, os demais responderam que o método facilita o ensino e aprendizagem. Nesse sentido, as respostas ratificam os objetivos deste trabalho, no que tange a compreensão e facilitação do ensino do Eletromagnetismo. Desta forma, fica evidenciado que a sequência didática, por meio das atividades experimentais demonstrativas, pode-se constituir um instrumento de mediação ligado à regulamentação das ações dos discentes, conforme interagem com o meio ao qual estão inseridos. Em suma, sendo as atividades experimentais demonstrativas uma das mais variadas estratégias pedagógicas da teoria de Vygotsky, podemos depreender que os conteúdos de Eletromagnetismo podem ser aprendidos e ensinados.

Como apoio as atividades experimentais demonstrativas, foi utilizada a metodologia de ensino dos Três Momentos Pedagógicos. Podemos verificar, por exemplo, no experimento de Oersted, a problematização inicial por meio do questionamento: “A corrente elétrica pode causar interferência numa bússola?”. No segundo momento a organização do conhecimento, salientando os efeitos magnéticos referentes às propriedades dos ímãs e demonstrando o experimento. E, no terceiro momento, aplicação do conhecimento pela retomada das questões abordadas na problematização inicial, propondo novas situações, não familiares, por meio do seguinte questionamento: “Nesse sentido, por que a agulha magnética da bússola, na presença de corrente elétrica, não se orienta de acordo com o campo magnético terrestre?”. Desta forma, podemos depreender que o método pode facilitar o ensino e aprendizagem.

2) Na sua opinião, a presente proposta metodológica poderia ser útil para a ampliação das opções pedagógicas dos professores?

a) Sim, pois não se trabalha com esse enfoque no Ensino Médio.

b) Sim, mas dificilmente seria utilizado.

- c) Não, pois é um assunto muito comum.
- d) Não, pois tem equipamentos melhores no laboratório das escolas.
- e) Outro: _____

Respostas mais relevantes abordadas na pergunta P2:

“Sim, pois não se trabalha com esse enfoque no Ensino Médio”;

“Sim, pois traz um enfoque diferente para o Eletromagnetismo”.

Já o questionamento P2, pondera se a referida proposta metodológica pode ser útil na ampliação das opções pedagógicas para os docentes. Com exceção do respondente R8 que utilizou o espaço em branco (Outro) para sugerir, o qual confirma que a proposta é útil para a ampliação das práticas pedagógicas trazendo um enfoque diferente para o Eletromagnetismo, os demais ratificaram sua utilidade, visto que essa metodologia não é abordada no Ensino Médio.

Nesse sentido, docentes do Ensino Médio, podem utilizar a sequência didática para debater tópicos do Eletromagnetismo, uma vez que as atividades experimentais demonstrativas são tratadas de forma independentes. Desta forma, existem elementos que contribuem à realização das atividades, pois com apenas um equipamento para os discentes – sem uma sala de laboratório exclusiva – e a viabilidade de utilização do experimento em meio a argumentação teórica, facilitam a aprendizagem proporcionando a efetivação das interações sociais.

Podemos inferir também que, por meio das atividades experimentais, as quais são uma das mais variadas estratégias pedagógicas da teoria de Vygotsky, os conteúdos de Eletromagnetismo podem ser ensinados e aprendidos. Por conseguinte, deve haver estímulo as interações sociais e contar com a colaboração de alguém que domine e oriente essas atividades em todas as etapas, neste caso, o docente. Assim, as atividades experimentais demonstrativas proporcionam essa interação social ratificando sua utilização como proposta metodológica a ampliação das práticas pedagógicas.

3) A proposta trazida na sequência didática, utilizando atividades experimentais demonstrativas, usada pelo professor como uma forma de aula prática serve de apoio para o ensino e aprendizagem?

a) Sim, é a melhor opção de uso para a presente proposta.

d) Sim, pois dificilmente teria equipamentos para toda a turma.

b) Sim, mas não traria um bom aproveitamento na aprendizagem dos alunos.

c) Não, pois o ideal é que professor e alunos se envolvam na montagem das atividades experimentais.

e) Outro: _____

Respostas mais relevantes abordadas na pergunta P3:

“Sim, é a melhor opção de uso para a presente proposta”;

“Sim, pois dificilmente teria equipamentos para toda a turma”.

Tendo em vista a questão P3, a qual procura elucidar se a proposta da sequência didática, por meio das atividades experimentais demonstrativas utilizada pelo docente como forma de aula prática, serve de apoio para o ensino e aprendizagem do Eletromagnetismo. De acordo com as opções da questão P3, os respondentes R3 – R4 – R5 – R8 – R10, demonstram que as atividades experimentais contribuem de apoio, tanto para ensino quanto para aprendizagem, pois dificilmente haveria equipamentos para toda a classe. Da mesma forma, os demais respondentes validam a utilização das aulas práticas como uma forma de apoio para o ensino e aprendizagem do Eletromagnetismo, porém sendo a melhor opção de uso para presente proposta. Podemos inferir uma divisão quase igualitária nas respostas dos participantes, entretanto ambas ratificam o teor do questionamento indo ao encontro dos objetivos desse trabalho no que tange a utilização das aulas práticas por meio das atividades experimentais demonstrativas, servindo de apoio para o ensino e aprendizagem.

Nesse contexto, de acordo com Vygotsky (2001, apud GASPAR, 2014), as atividades experimentais realizadas em sala de aula, especialmente quando referenciadas aos conteúdos de Física, têm por especificidade explicar o mundo real possibilitando simular no ambiente escolar a realidade informal vivida no cotidiano do

discente, o qual faz parte de suas concepções por meio dos conhecimentos espontâneos. Nesse sentido, executar a prática dessas atividades com apenas um equipamento por meio das demonstrações dos experimentos – sem um laboratório específico – e viabilizar a utilização dessas em meio a argumentação teórica dos conteúdos, confirmam sua utilização.

Outro fator relevante é o motivacional, uma vez que provoca encantamento no aluno favorecendo a aprendizagem por meio da interação social. Conforme Gaspar (2014), o processo ensino e aprendizagem desenvolvido por Vygotsky, está embasado em duas premissas básicas: a aprendizagem determina o desenvolvimento cognitivo e a motivação, mediante as interações por meio das atividades experimentais demonstrativas, relaciona o pensamento. Assim, se o pensamento é gerado pela motivação e que para aprender é preciso pensar, podemos inferir que há interiorização da linguagem, por conseguinte há aprendizagem (GASPAR, 2014).

Com o apoio do processo metodológico dos Três Momentos Pedagógicos, a atividade experimental do campo magnético de um ímã permanente, traz a luz a seguinte problematização inicial: “Um material ferromagnético pode ser atraído por um ímã?”. Na organização do conhecimento destaca-se as principais características do campo magnético, evidenciando que essas estão vinculadas a cargas elétricas em movimento e, a partir dos debates estabelecido em sala de aula, demonstra-se o experimento. No terceiro momento, aplicação do conhecimento pela retomada das questões abordadas na problematização inicial, por meio do seguinte questionamento: “Quais são as características das linhas de campo magnético?”.

Nesse contexto, podemos inferir que a proposta trazida na sequência didática, utilizando atividades experimentais demonstrativas, usada pelo professor como uma forma de aula prática, serve de apoio para o ensino e aprendizagem.

- 4) Na condição de professor e com a utilização da sequência didática, você se sentiria apto a reproduzir os experimentos em sala de aula?
- a) Sim, a sequência possui todas as informações necessárias.
 - b) Sim, são experimentos de fácil entendimento.
 - c) Não, a sequência não possui todas as informações necessárias.
 - d) Não, são experimentos complexos.
 - e) Outro: _____

Respostas mais relevantes abordadas na pergunta P4:

“Sim, são experimentos de fácil entendimento”;

“Sim, a sequência possui todas as informações necessárias”.

A questão P4 procura esclarecer se na condição de docente e com a utilização da sequência didática, os participantes sentir-se-iam aptos a reproduzir os experimentos em sala de aula. Como podemos observar, os respondentes R2 – R4 – R8 – R11, reconhecem que estão aptos a reproduzirem os experimentos em sala de aula, uma vez que a sequência didática dispõe de todas as informações necessárias. Os respondentes R3 – R5 – R6 – R7 – R9, também confirmam que estão aptos a reproduzirem as atividades experimentais, todavia alegam que são experimentos de fácil entendimento. Nesse sentido, podemos verificar que os respondentes em questão, embora com opiniões diferentes, sentem-se capazes de realizar as atividades demonstrativas. Assim, havendo em sala de aula um indivíduo que consiga realizá-las, haverá interação social em relação a aprendizagem de um trabalho, sendo um requisito imprescindível para que haja aprendizado.

O respondente R1 relata que, em função de sua área de formação, não se sente capaz para tal realização. Já o respondente R10, também em função de sua área de formação, informa a necessidade de um maior aprofundamento nos conhecimentos específicos para estar apto a realização dos experimentos. Cabe salientar que, por se tratar de uma sequência didática, os conceitos necessários para o desenvolvimento das atividades não são apresentados, cabendo ao docente desenvolver a partir do material que utiliza em sala de aula. Sendo assim, a sequência didática é um conjunto de experimentos que proporcionam a visualização dos fenômenos eletromagnéticos e não a explicação de conceitos físicos teóricos. Desta forma, os conceitos teóricos devem ser elaborados conforme a conveniência do docente para que possam ser abordados de acordo com a atividade experimental demonstrativa em questão.

Tendo em vista a organização da sequência didática em tópicos e como apoio as atividades experimentais a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos, na organização do conhecimento estão todas as informações

necessárias a realização de cada experimento. Assim, ratificando sua utilização de acordo com as respostas mais relevantes dos participantes.

- 5) Na sua opinião, em qual das situações abaixo a sequência didática melhor se aplica?
- a) Para que cada aluno construa seu experimento, sem o auxílio do professor.
 - b) Para que cada aluno construa seu experimento, com o auxílio do professor.
 - c) Para que em grupos os alunos construam experimentos, sem o auxílio do professor.
 - d) Para que em grupos os alunos construam experimentos, com o auxílio do professor.
 - e) Outro: _____

Respostas mais relevantes abordadas na pergunta P5:

“Para que em grupos os alunos construam experimentos, com auxílio do professor”;
“Para que cada aluno construa seu experimento, com auxílio do professor”.

A indagação P5 procura elucidar o melhor cenário à aplicabilidade da sequência didática. Podemos verificar que, entre as cinco possíveis respostas, os participantes se dividiram em quatro opções, assim havendo uma fragmentação em sua forma de aplicação. O respondente R10 sugere que cada aluno ou grupo de alunos construam seus experimentos, com ao auxílio do professor, assim indo de encontro a um dos objetivos deste trabalho. Para que essa aplicação seja possível, cada escola deverá disponibilizar os materiais a cada aluno, assim dificultando o emprego das atividades experimentais como forma de apoio à metodologia utilizada em sala de aula pelo docente.

Já os respondentes R2 e R5 entendem que a melhor aplicação à sequência didática, é que, em grupos, os discentes construam os experimentos sem auxílio do professor, entretanto os respondentes R4 – R6 – R11 acreditam que o melhor emprego seja a construção dos experimentos individualmente, com o auxílio do professor. Os demais respondentes, R1 – R3 – R7 – R8 – R9, julgam que a melhor forma de aplicabilidade à sequência didática é que em grupos os alunos construam os experimentos, com o auxílio do docente. Essa metodologia facilita a construção

dos experimentos, uma vez que menos materiais são necessários a elaboração das atividades experimentais. Todavia, a sequência didática aborda atividades experimentais demonstrativas para que haja um melhor aproveitamento do tempo, podendo ser aplicada em ambientes escolares sem laboratórios específicos e com materiais de fácil acesso. Nessa perspectiva, o ambiente que se forma é de interação social, de maneira que os conhecimentos formais, que são categorizados e coordenados, provêm da existência de um método ou procedimento, estando em consonância com a sequência didática. Já os conhecimentos espontâneos são desorganizados, não-sistematizados e apoiados em circunstâncias do cotidiano. Todavia, de acordo com Vygotsky (2001), os considera como científicos também, pois advém do aprendizado informal.

Nesse sentido, podemos inferir, conforme a teoria vygotskyana, que o discente no primeiro momento se vale dos conceitos espontâneos antes de entendê-los de forma consciente, ou seja, antes de dar significação e utilizá-los de acordo com suas necessidades. Assim, as atividades experimentais demonstrativas realizadas no ambiente escolar por meio das interações sociais, têm por especificidade explicar a realidade do mundo mesmo dotadas de teorias complexas e abstratas. Dessa forma, simulando em sala de aula a realidade informal vivida pelo discente em sua vida cotidiana, possibilitando a significação dos conhecimentos espontâneos por meio dos conhecimentos formais.

6) Descreva possíveis vantagens e desvantagens do uso desta proposta de sequência didática por parte dos professores.

Respostas mais relevantes sugeridas na questão P6:

“Vejo como principal vantagem a interação dos alunos entre si, usando um colega mais capaz, liberando o professor para fazer seu papel de orientador, mediador e facilitador da aquisição dos conhecimentos”;

“A vantagem que vejo é a sequência gradual do aprendizado”;

“Vantagens: simulação do fenômeno com possibilidade aplicação para casos reais, desenvolvimento de habilidades científicas atitudinais e não apenas conceituais e factuais; Desvantagem: talvez o custo dos equipamentos e a segurança necessária para manipular o circuito possam ser barreiras para replicação dos experimentos”.

A questão P6 sugere, por meio da descrição dos participantes, possíveis vantagens e desvantagens ao uso desta proposta de sequência didática, pelos docentes, apresentado aspectos positivos e negativos. Os participantes destacaram as seguintes vantagens: a interação social, a sequência gradual do aprendizado e a interação dos discentes com os fenômenos eletromagnéticos por meio de um colega mais capaz sendo o papel do professor de orientador, mediador e facilitador dos conhecimentos. Também foram destacados positivamente: a simulação dos fenômenos eletromagnéticos com a aplicação em casos reais, o desenvolvimento de habilidades científicas atitudinais, a metodologia, as demonstrações envolvidas que facilitam a compreensão dos conteúdos promovendo a colaboração entre colegas e a não exigência de materiais para todos os envolvidos.

Em relação as desvantagens, foram citadas: o custo dos equipamentos, a segurança para operar os circuitos experimentais havendo barreiras a sua replicação, a crença do docente na proposta, a vontade de inovar, a promoção da autonomia nos discentes, a dificuldade de obter todos os materiais necessários à aplicação da referida proposta e na organização do tempo em sala de aula. Entendemos que, excetuando-se o experimento do balanço magnético, todos os materiais são de fácil acesso. Quanto ao tempo, a sequência didática está dividida em encontros independentes, cabendo ao docente escolher a melhor maneira de utilizá-la.

De maneira geral, podemos inferir nas respostas referente a questão P6, que o produto educacional resultado desta proposta traz vantagens aos docentes que fizerem uso desta metodologia, pois promove a interação social, a sequência gradual do aprendizado, o contato com os fenômenos eletromagnéticos aplicados a casos reais, não exigindo materiais a todos os envolvidos, e facilita o entendimento possibilitando a aprendizagem. Nesse contexto, segundo Gaspar (2014), a aprendizagem é resultado da cooperação, ensino e imitação, podendo o discente aprender com a colaboração do docente ou parceiro mais capaz, ensinando-o e deixando-se imitar. Conforme Vygotsky (2001, p. 332), “A aprendizagem é possível onde a imitação é possível”. Nesse sentido, a sequência didática por meio das atividades de demonstração promove a imitação e a interiorização da linguagem (conteúdos), sendo um método categorizado como científico, pois é proveniente do aprendizado formal. Entretanto, o conhecimento espontâneo proveniente das interações sociais, também é categorizado como científico. Assim, a junção do método

científico por meio das atividades experimentais demonstrativas, possibilitando a interação social, podemos depreender que pode haver aprendizagem.

Podemos destacar também que, por meio da metodologia abordando os Três Momentos Pedagógicos, a organização da sequência didática está disposta na aprendizagem gradual dos conhecimentos, conforme os encontros acontecem.

7) Na sua opinião, o enfoque e as sugestões trazidas na sequência didática poderiam ser utilizados também para projetos e feiras de Ciências? Comente sua resposta.

Respostas mais relevantes sugeridas na questão P7:

“Sim, não há impedimento para que os experimentos apresentados sejam realizados em feiras de ciências, apenas deve-se observar os cuidados necessários para a segurança de quem apresenta e acompanha”;

“Sim. Sendo os alunos que estão apresentando os fenômenos de eletromagnetismo às comunidades (interna e externa) pode despertar o interesse pelo assunto”;

“Acredito que de uma forma geral sim, usando especificamente a relação dos trabalhos com as experiências relativas ao eletromagnetismo, tangenciando somente a relação com máquinas elétricas não entrando nos detalhes construtivos ou de funcionamento de motores”;

“Acredito que sim. Dependendo do acesso aos materiais necessários, do número de alunos, da carga horária da disciplina, da disponibilidade de tempo para aplicar a proposta, podem existir dificuldades em implementar a sequência didática na sala de aula. Transformar a sequência em projeto/feira de ciência pode ser uma solução viável”;

“Sim. Seria uma ótima forma de se usar no processo de construção de projetos para eventos científicos, justamente por estimular a autonomia e a descoberta”.

Considerando-se o enfoque e as sugestões referidas na sequência didática, o questionamento P7 busca elucidar se a proposta também poderia ser utilizada para projetos e feiras de Ciências. Podemos depreender, por meio das respostas, as seguintes inferências positivas: a proposta pode ser empregada em projetos e feiras de Ciências, a apresentação dos fenômenos de Eletromagnetismo pode despertar o

interesse das comunidades (interna e externa), o enfoque dos projetos deve se dar especificamente em trabalhos sobre o Eletromagnetismo, a estimulação da autonomia e da descoberta pelos discentes.

De acordo com o respondente R7, informa que podem existir dificuldades em implementar a sequência didática, uma vez que depende do acesso aos materiais, número de alunos, da carga horária da disciplina e da disponibilidade de tempo para aplicação. Entendemos que, conforme discutido anteriormente, todos os materiais são de fácil acesso, com exceção da atividade experimental do balanço magnético. No que tange o número de alunos, a carga horária da disciplina e a disponibilidade do tempo para aplicação da proposta, compreendemos que o produto educacional é ratificado pela aplicação das atividades experimentais de forma demonstrativas. Nesse contexto, não há necessidade da existência de materiais para todos os discentes. Em relação a disponibilidade de tempo, cabe ao professor decidir a melhor forma de aplicação.

Podemos perceber que sua aplicabilidade em projetos e feiras de Ciências é válido, facilitando o ensino e a aprendizagem sendo capaz de aumentar o interesse dos alunos. Nesse contexto, percebemos que uma das premissas da teoria de Vygotsky que se destaca é a interação social, sendo que o desenvolvimento cognitivo do indivíduo não pode ser entendido sem considerar as relações entre o ser humano e o mundo. Essas relações não são diretas e ocorrem por um processo de intervenção mediante um elemento intermediário, o qual chamamos de mediação. Logo, a sequência didática é o elemento intermediário de mediação entre o aluno e os conceitos do Eletromagnetismo, aplicada de forma prática em projetos ou feiras de ciências.

08) Utilize este espaço para comentários que considere importante para a melhoria e aperfeiçoamento dessa proposta de sequência didática.

Respostas mais relevantes sugeridas na questão P8:

“Indicar cuidados de segurança, tendo em vista que são utilizados equipamentos elétricos”;

“Penso que seria interessante roteiros detalhados para cada encontro, cada momento, cada atividade, expressando as questões envolvidas e o tempo aproximado para resolvê-las”;

“Eu indicaria uma organização dos estudantes em pequenos grupos para que possam acessar/interagir com as atividades (isto poderia ser sugerido no produto)”;

“A sequência didática foi abordada de forma simples e com riqueza de detalhes o que facilitaria sua aplicação dentro dos espaços escolares. Acredito que, de acordo com a BNCC, poderia ser desenvolvida até mesmo nas séries finais do ensino fundamental”;

“Nada de novidade. É preciso colocar em prática. É preciso testar. É preciso observar (não somente quem aplica, mas também quem possa analisar "de fora"). É preciso coletar a avaliação de estudantes. Com estes feedbacks, certamente haverá a qualificação da proposta”.

No que tange o enfoque do questionamento P8, solicita a utilização do espaço para que os participantes possam fazer comentários que consideram importantes para a melhoria e aperfeiçoamento da sequência didática. Os respondentes R1 – R5 parabenizaram os envolvidos pelo trabalho desenvolvido, resultando no produto educacional. Já os respondentes R2 – R4 – R6 – R11, não sugeriram nenhuma melhoria ou aperfeiçoamento, ou seja, não utilizaram o espaço para comentários. Indicar cuidados de segurança, haja vista os equipamentos envolvidos nas atividades experimentais, é a sugestão do respondente R3. Todavia, com exceção da atividade experimental do motor de indução e do anel de Thomson, os quais são energizados em corrente alternada, as demais atividades não oferecem riscos a segurança de quem as realizam.

Tendo em vista que, a apresentação do produto educacional foi em tópicos devido ao grande número de experimentos, o responde R7 recomenda que a sequência didática tenha roteiros detalhados em cada atividade. Todavia, a sequência didática já contempla essa recomendação. O respondente R8 indica uma organização dos discentes em pequenos grupos para que possam acessar/interagir com as atividades. Os conteúdos do Eletromagnetismo são base para o entendimento do funcionamento das Máquinas Elétricas, por conseguinte seria necessária uma maior quantidade de horas-aulas para cada atividade experimental. Nesse sentido, a

sequência didática foi desenvolvida com atividades experimentais demonstrativas, assim otimizando o tempo. De acordo com o respondente R9, reconhece que a sequência didática foi abordada de forma simples, porém detalhada, facilitando sua utilização dentro dos espaços escolares. Informa ainda que, conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), poderia ser desenvolvida nos anos finais do ensino fundamental. Nesse contexto, tendo em vista que as atividades experimentais relacionadas a corrente elétrica e campo magnético são de fácil entendimento, a sequência didática teria aplicação no oitavo ano do ensino fundamental, em Ciências dentro da temática Matéria e Energia, tendo como objetos de conhecimento: fontes e tipos de energia, transformação de energia, cálculo de consumo de energia elétrica. circuitos elétricos e uso consciente de energia elétrica.

Por fim, o respondente R10, sugere que a sequência didática seja colocada em prática, testando-a para que possa ser observada, não somente por quem aplica, mas também por quem esteja de fora do processo. Desta forma, coletando dados por meio de sua aplicabilidade, certamente haverá qualificação da proposta. Tendo em vista o fechamento dos Institutos Federais, a sugestão do respondente R10 era um dos objetivos desse trabalho, o qual ficou comprometido devido a pandemia.

A utilização de novas metodologias proporciona, não somente maior interação em sala de aula, mas também formação integral do discente. À medida que, as atividades experimentais demonstrativas são realizadas, surgem obstáculos ou desafios, estimulando o aluno a buscar novas soluções. Com a utilização do produto educacional, esperamos um aumento na motivação e interesse dos discentes na disciplina de Máquinas Elétricas, bem como uma melhor compreensão dos princípios físicos, no que tange o Eletromagnetismo, aplicados ao funcionamento das Máquinas Elétricas. Também pretendemos, com este trabalho, uma mudança na forma de abordagem dos conteúdos, uma vez que, os princípios físicos que envolvem as Máquinas Elétricas são de difícil compreensão, em virtude do nível de abstração que eles requerem.

Em suma, esperamos que os alunos passem a ser agentes na aprendizagem do próprio conhecimento, passando de passivos para ativos viabilizando sua autonomia, por conseguinte quebrando o paradigma de uma aula somente expositiva.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da minha experiência como professor da disciplina de Máquinas Elétricas, tenho percebido muitas dificuldades dos estudantes em compreender os conceitos envolvidos no assunto de eletromagnetismo. Na lógica de encontrar caminhos para investigar este problema, propomos uma intervenção pedagógica na forma de uma sequência didática, utilizando a experimentação como uma estratégia pedagógica para compreensão destes conceitos, tendo em vista sua natureza abstrata quando trata-se de Eletromagnetismo.

Nesse sentido, a proposta inicial foi estruturada em seis encontros durante seis semanas seguidas, todavia devido à suspensão das atividades presenciais nos Institutos Federais, o produto educacional foi reestruturado com cinco encontros. Cada encontro de duas horas-aulas, sendo essas de uma hora e trinta minutos, perfazendo um total de dez horas-aulas. Como suporte para a proposição das atividades experimentais demonstrativas, os Três Momentos Pedagógicos, elaborados por Delizoicov e Angotti, são utilizados como fundamento para conceber a proposta dos encontros, previstos inicialmente como presenciais. Nesse contexto, cada experimento é constituído por objetivos, pergunta norteadora da problematização inicial, organização do conhecimento e pergunta final constituindo a aplicação do conhecimento.

Do ponto de vista pedagógico, destacamos como diferencial da sequência didática, a disposição gradual na organização dos conceitos, no que tange o Eletromagnetismo. Salientamos ainda que, a interação social entre os alunos e a interação dos discentes com os fenômenos eletromagnéticos, também podem ser considerados como diferenciais do produto educacional.

Compreendemos que esta proposta também pode ser utilizada para o ensino de Eletromagnetismo no Ensino Médio, caso o docente queira debater os tópicos do Eletromagnetismo aplicados a Máquinas Elétricas. Parte deste trabalho poderá ser discutida por meio de tópicos, uma vez que as atividades são tratadas de forma independentes, cabendo ao docente fazer as ponderações e adaptações necessárias. Por conseguinte, de forma pontual e superficial, também poderá ter aplicação aos anos finais do ensino fundamental.

Entendemos que, tendo em vista a impossibilidade de aplicação desta proposta de forma presencial, fica em aberto para estudos futuros o seguinte questionamento: “Qual a receptividade dos discentes na aplicação desta metodologia por meio de atividades experimentais demonstrativas e não individuais?”. Também pode ser objeto de estudo, a elaboração de um instrumento de avaliação analisando funcionamento dos motores elétricos construídos.

Por fim, ainda pensamos que o Produto Educacional aqui elaborado possa ajudar a integrar as disciplinas de Física e Máquinas Elétricas do curso Técnico Integrado em Automação Industrial no IFSul, Câmpus Camaquã.

De qualquer forma, entendemos que a proposta de uma sequência didática, com atividades experimentais, abordando a temática Eletromagnetismo, pode auxiliar na compreensão de fenômenos que descrevem o funcionamento de Máquinas Elétricas. Isto implica que estamos atuando numa perspectiva de formar profissionais cada vez mais qualificados em nossa Instituição e auxiliando no desenvolvimento de estudantes em outros contextos e outros cursos, contribuindo assim para a melhoria da Educação Brasileira.

7. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Kleber Briz; DOS SANTOS, Paulo José Sena; FERREIRA, Gabriela Kaiana. Os Três Momentos Pedagógicos como metodologia para o ensino de Óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 461-482, 2015.
- AGASSI, Antonio Reginaldo et al. **Uma sequência didática para o ensino de indução eletromagnética**. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- CARVALHO NETO, Walter Prado de. **Sequência Didática através da Experimentação para o Estudo do Eletromagnetismo**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Sergipe, 2017.
- DAMIANI, Magda Floriana et al. **Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica**. Cadernos de educação, n. 45, p. 57-67, 2013.
- DELIZOICOV, Demétrio. **Conhecimento, tensões e transições**. 1991. 214 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.
- DELIZOICOV, Demétrio. La educación en ciencias y la perspectiva de Paulo Freire. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 1, n. 2, p. 37-62, 2008.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Metodologia do Ensino de Ciências**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 1994.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GASPAR, Alberto. **Experiências de Ciências para o 1º Grau**. 6 ed. São Paulo: Ática, 1998.
- GASPAR, Alberto. **Atividades Experimentais no Ensino de Física**. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.
- GASPAR, Alberto; DE CASTRO 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, 2005.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas. p. 184, 2010.

IVIC, I. (1989). **Social Interation: Social or interpersonal relationship**. Trabalho apresentado à Conferência Anual da Associação Psicologia Italiana – Trieste- 27 a 30 de setembro de 1989.

LIBÂNEO, José Carlos. **Democratização da Escola Pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos**. São Paulo: Loyola, 1985.

MORAN, José Manoel et tal. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 6 ed. Campinas: Papiro, 2000.

MOURA, Renato Pereira de et al. **Ensino híbrido no ensino de eletromagnetismo**. 2018.

OLIVEIRA, Marcel da Silva Lessa de; NASCIMENTO, Viviane Briccia do. **Ensino de ciências por investigação: uma sequência didática para o ensino de eletromagnetismo**. 2013.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. **Vygotsky – Aprendizado e Desenvolvimento: um processo sócio-histórico**. 5 ed. São Paulo: Scipione, 2010.

PAZ, Alfredo Müllen da. **Atividades experimentais e informatizadas: contribuições para o ensino de eletromagnetismo**. 2007. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

PEREIRA, Jeferson André. **Fenômenos Eletromagnéticos e sua visualização: um obstáculo de aprendizagem**. 2011. 164 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

PIRES, Artur José dos Santos. **Uma proposta de sequência didática para tópicos de magnetismo e eletromagnetismo**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ROBSON, Colin. **Real World Resesrch**. Oxford: Blackwell, 1995.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 17 ed. São Paulo: Cortez. p. 132, 2009.

TIBURCIO, Tulio Márcio de Salles. **The impact of high-tech learning environments on pupils' interactions**. 2007. PhD.Thesis. The University of Reading. UK, 2007.

TRIPP, David. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica**. Educação e pesquisa, v. 31, p. 443-466, 2005.

SANTOS, Antonio Augusto Martins dos. **Uma proposta de ensino da indução eletromagnética para o ensino médio**. 2016. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2016.

VIGOTSKY, Lev Semenovitch. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VIGOTSKY, Lev Semenovitch. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. **Pensamento e Linguagem**. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1998.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

**ELETROMAGNETISMO EM MÁQUINAS ELÉTRICAS:
UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Cristian Rogério Guidotti Aguiar
Marcos André Betemps Vaz da Silva
Cristiano da Silva Buss

Pelotas/RS
Setembro, 2021

Caríssimo(a) professor(a),

Este Produto Educacional é resultado da proposição de dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias em Educação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – Câmpus CaVG, intitulada Eletromagnetismo em Máquinas Elétricas: Uma Proposta de Sequência Didática.

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de sequência didática amparada numa metodologia que contribua com ensino do Eletromagnetismo, através de atividades experimentais demonstrativas, fundamentadas na teoria socio-histórica-cultural de Vygotsky, para a disciplina de Máquinas Elétricas, do Curso Técnico Integrado em Automação Industrial no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – Câmpus Camaquã. Entendemos que esta proposta também pode ser utilizada para o ensino de Eletromagnetismo no Ensino Médio, caso se tenha a intenção de debater os tópicos de Eletromagnetismo aplicados em Máquinas Elétricas. Também pode-se utilizar parte desta proposta, para discutir especificamente um tópico, pois as atividades são tratadas de forma independentes, mas com conceitos prévios necessários para o seu desenvolvimento, que cabe ao professor que for utilizar fazer os ajustes e adaptações necessárias.

Por se tratar de uma proposta de sequência didática, não são apresentados os conceitos necessários para o desenvolvimento das atividades, pois esta ação cabe ao professor desenvolver a partir do material que utiliza em suas aulas.

Como apoio as atividades experimentais demonstrativas, serão utilizados os Três Momentos Pedagógicos elaborados por Delizoicov e Angotti, auxiliando o docente na interpretação dos saberes prévios dos discentes, com a finalidade de mediar e orientar as argumentações provenientes dos experimentos.

Nessa perspectiva, a sequência didática será dividida por encontros, sendo esses, divididos em experimentos. Cada experimento será constituído por: objetivos, pergunta norteadora da problematização inicial, emprego do conteúdo, ou seja, a organização do conhecimento e pergunta final consistindo na aplicação do conhecimento.

Sabendo que os conceitos abordados no Eletromagnetismo são abstratos e de difícil compreensão, esse produto educacional propõe um processo metodológico alternativo, criando possibilidades no sentido de tentar reduzir as dificuldades dos discentes e, ao mesmo tempo, aumentando o interesse na disciplina em questão.

A seguir apresentamos a organização geral desta sequência, com os tópicos abordados em cada um dos encontros propostos. Para facilitar a visualização e organização do documento, cada encontro terá um tempo previsto de duas horas-aulas. Os encontros serão nominados por letras e cores. Já as atividades experimentais de cada aula, serão numeradas. Esses estão descritos conforme abaixo, relacionados.

Os encontros serão nominados por letras, conforme segue:

- A – primeiro encontro;
- B – segundo encontro;
- C – terceiro encontro;
- D – quarto encontro;
- E – quinto encontro;

Os encontros, também serão identificados por cores, conforme segue:

- Verde – primeiro encontro;
- Azul – segundo encontro;
- Amarelo – terceiro encontro;
- Vermelho – quarto encontro;
- Roxo – quinto encontro.

A quantidade de experimentos por encontro será identificada por números juntamente a nomenclatura dos encontros, como segue:

- A1, A2 e A3 – primeiro, segundo e terceiro experimentos do primeiro encontro;
- B1 e B2 – primeiro e segundo experimentos do segundo encontro;
- C1, C2, C3 e C4 – primeiro, segundo, terceiro e quarto experimentos do terceiro encontro;
- D1 – primeiro experimento do quarto encontro;
- E1 – primeiro experimento do quinto encontro.

Assim, o Quadro A.1 apresenta a organização da sequência didática.

Quadro A.1 – Organização da Sequência Didática

Encontros	Tempo Previsto / Experimento(s)	Objetivo(s)
Primeiro (A)	2 aulas (A1, A2 e A3)	<p>Identificar a existência de campo magnético, de um ímã permanente, por meio da representação das suas linhas de indução magnética.</p> <p>Identificar a existência do campo eletromagnético toda vez que um condutor é percorrido por corrente elétrica.</p> <p>Verificar a capacidade que uma bobina longa tem de concentrar as linhas de campo magnético.</p>
Segundo (B)	2 aulas (B1 e B2)	<p>Verificar a interação entre o campo magnético de um ímã permanente e o campo eletromagnético gerado por cargas em movimento.</p> <p>Verificar a torção sofrida por uma bobina, imersa num campo magnético, fixada a um eixo de rotação.</p>
Terceiro (C)	2 aulas (C1, C2, C3 e C4)	<p>Verificar o fenômeno da indução eletromagnética numa bobina pela variação do fluxo magnético, bem como, o efeito numa lata sobre a água.</p> <p>Identificar o fenômeno da indução eletromagnética num tubo de cobre, assim como, num anel de alumínio por meio da levitação.</p>
Quarto (D)	2 aulas (D1)	Demonstrar a construção e observar o princípio de funcionamento do motor de indução.
Quinto (E)	2 aulas (E1)	Demonstrar a construção e observar o princípio de funcionamento do motor de corrente contínua.

Fonte: Autor

PRIMEIRO ENCONTRO

A.1 Atividade Experimental Demonstrativa I – Campo Magnético de um Ímã Permanente

A.1.1 Objetivo

Identificar a existência de campo magnético, de um ímã permanente, por meio da representação das suas linhas de indução magnética.

A.1.2 Problematização

Um material ferromagnético pode ser atraído por um ímã?

A.1.3 Organização do Conhecimento

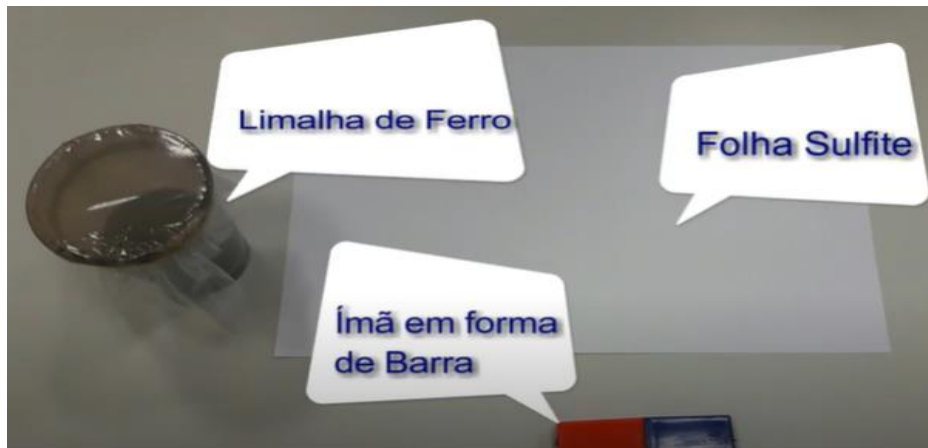
Neste encontro, pensamos ser importante salientar as principais características do campo magnético, identificando suas propriedades e principalmente evidenciando que as características magnéticas estão totalmente vinculadas às cargas elétricas em movimento. É fundamental estabelecer a compreensão das linhas de indução do campo magnético e evidenciar as características do campo magnético da Terra, salientando o funcionamento da bússola.

A partir dos debates estabelecidos em aula, o docente pode demonstrar o experimento do Campo Magnético de um Ímã Permanente.

Atividade Experimental Demonstrativa I – Campo Magnético de um Ímã Permanente

O procedimento experimental em questão permite identificar a existência do campo magnético pela visualização de suas linhas de indução magnética.

Figura 1 – Imagem dos Materiais



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=yjal4-g56m0>

Materiais Utilizados

- 01 ímã em forma de barra ou de HD de computador
- 01 ímã de alto-falante (circular)
- 01 folha de papel manteiga ou ofício
- 50 gramas de limalha de ferro

Tempo de Duração

- 0,5 hora/aula

Montagem do Experimento

- 1º Coloque o ímã sobre uma superfície (mesa).
- 2º Pegue a folha de papel e coloque sobre o ímã.
- 3º Espalhe, sobre a folha de papel, a limalha de ferro.

Estratégia Experimental Demonstrativa

Passo 1 – Após a montagem do experimento, movimente suavemente a folha de papel para esquerda e para direita, com a finalidade de posicionar a limalha de ferro, conforme as linhas de campo magnético.

Passo 2 – Descanse a folha de papel sobre o ímã, novamente.

Passo 3 – Peça aos alunos para que observem a representação visual das linhas de campo magnético.

Passo 4 – Informe as características das linhas de campo magnético.

Passo 5 – Repita o experimento, agora, com o ímã de alto-falante.

Nessa perspectiva, o campo magnético é verificado pela ação da força magnética que atrai a limalha de ferro ao redor dos polos do ímã.

Conclusão

Campo magnético é uma região ao redor do ímã permanente que podemos observar um efeito magnético.

A.1.4 Aplicação do Conhecimento

Por que os materiais ferromagnéticos são atraídos por um ímã permanente?

Quais são as características das linhas de campo magnético?

A.2 Atividade Experimental Demonstrativa II – Experiência de Oersted

A.2.1 Objetivo

Identificar a existência do campo eletromagnético toda vez que um condutor é percorrido por corrente elétrica, ou seja, a relação entre eletricidade e magnetismo. Apresentar a Regra de Ampère – Regra da Mão Direita para Condutores.

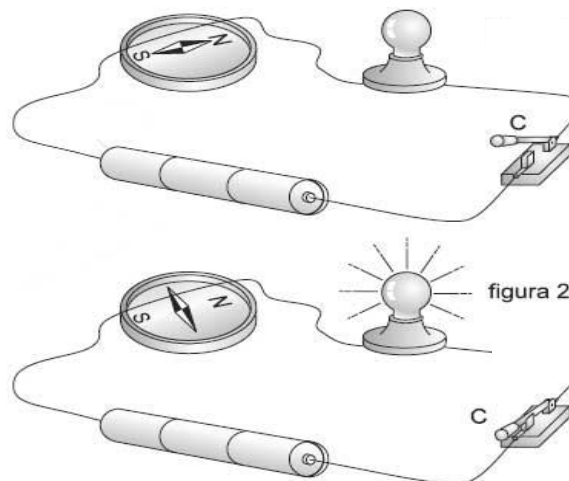
A.2.2 Problematização Inicial

A corrente elétrica pode causar interferência numa bússola?

A.2.3 Organização do Conhecimento

Nesta atividade é fundamental reforçar a ideia de corrente elétrica produzindo campo magnético. O professor deve salientar novamente que os efeitos magnéticos estão totalmente vinculados às propriedades elétricas, resgatando a questão dos ímãs elementares em ímãs permanentes. O experimento pode ser analisado como apresentamos na figura 2.

Figura 2 – Esquema representação do experimento.



Esse procedimento permite analisar a existência de uma interação entre eletricidade e o magnetismo, evidenciando a presença de campo magnético produzido por corrente elétrica.

Na demonstração do experimento de Oersted, o circuito, inicialmente, deverá estar desenergizado. O circuito deve ser ligado e desligado, três (03) a cinco vezes (05), para que os discentes observem a variação na orientação da agulha da bússola.

Atividade Experimental Demonstrativa II – Experiência de Oersted

Acreditava-se, no início do século XIX, que não havia relação entre os fenômenos elétricos e magnéticos. Todavia, o físico dinamarquês Hans Christian Oersted, o qual também era professor, verificou que um condutor percorrido por corrente elétrica alterava a posição da agulha magnética de uma bússola.

Figura 3 – Experimento de Oersted



Fonte: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3091>

Materiais Utilizados

- 01 bússola
- 01 bateria de 12 Volts
- 01 chave liga/desliga
- 01 lâmpada de 12 Volts CC
- 01 suporte para lâmpada
- 01 metro de fio de cobre

Tempo de Duração

- 1 hora/aula

Montagem do Experimento

- 1º Corte o fio de cobre em três partes iguais.
- 2º Conecte o primeiro fio de cobre a um dos lados do suporte da lâmpada e a um dos lados da chave liga/desliga.
- 3º Conecte o segundo fio de cobre ao outro lado da chave liga/desliga e a um dos lados da bateria de 12 V.
- 4º Conecte o terceiro fio de cobre ao outro lado da bateria de 12 V e ao lado que falta do suporte da lâmpada.
- 5º Com a chave na posição desligado enrosque a lâmpada no suporte.

Estratégia Experimental Demonstrativa

Etapa 1 - Com experimento montado e a chave aberta (desligada), posicione a bússola sobre o fio de cobre de forma que a agulha magnética esteja paralela ao condutor.

Etapa 2 – Energize o circuito fechando (ligando) a chave. Peça aos alunos para observar a posição da agulha magnética. O que aconteceu com a agulha magnética da bússola? Por quê? Abra a chave (desligue) e novamente peça para os alunos observarem. Repita o procedimento de abertura e fechamento da chave, explicando a Regra de Ampère.

Etapa 3 – Agora desconecte os condutores da bateria de 12 VCC. Reconecte os condutores com a polaridade invertida, ou seja, o condutor que estava no polo positivo conecte no polo negativo e o que estava no polo negativo conecte no polo positivo.

Etapa 4 – O que aconteceu com a agulha magnética da bússola? Por quê? Ela se movimentou na mesma direção?

Etapa 5 – Repita o procedimento de abertura e fechamento da chave, explicando a Regra de Ampère.

Assim, corrente elétrica circulando num condutor produz campo magnético. A esse campo magnético, resultante da corrente elétrica, chamamos de campo eletromagnético.

Conclusão

Todo condutor percorrido por corrente elétrica, gera em torno de si um campo eletromagnético, sendo seu sentido determinado pela Regra de Ampère ou Regra da Mão Direita, para condutores.

A.2.4 Aplicação do Conhecimento

Um dos fatores para que haja vida na terra é a existência do campo magnético. Uma bússola se orienta mediante o magnetismo terrestre.

Nesse sentido, por que a agulha magnética da bússola, na presença de corrente elétrica, não se orienta de acordo com o campo magnético terrestre?

A.3 Atividade Experimental Demonstrativa III – Campo Eletromagnético de uma Espira Circular ou de uma Bobina Longa

A.3.1 Objetivo

Verificar a capacidade que um condutor, em forma de espira circular ou bobina longa, tem de concentrar as linhas de campo magnético, por meio da representação das suas linhas de indução magnética. Apresentar a Regra de Ampère – Regra da Mão Direita para Bobinas.

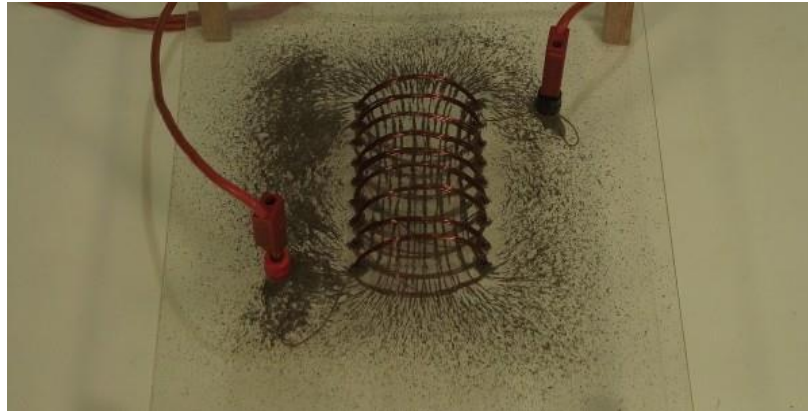
A.3.2 Problematização Inicial

Onde a concentração das linhas de campo magnético é maior: num condutor retilíneo ou numa bobina longa?

A.3.3 Organização do Conhecimento

Nesta atividade é de suma importância que o docente enfatize os conceitos de campo magnético gerado por corrente elétrica, reforçando que os efeitos magnéticos e as propriedades elétricas dos materiais estão correlacionados. Desta forma, uma espira circular ou bobina longa, percorrido por corrente elétrica, concentra suas linhas de campo magnético em seu interior. A regra da mão direita para bobinas determina o sentido das linhas de campo magnético em seu interior. Para ilustrar o experimento apresentamos na figura 4.

Figura 4 – Campo magnético de uma bobina.



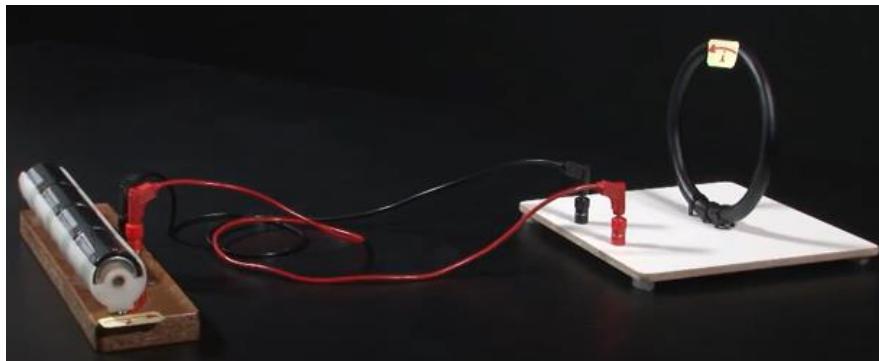
Fonte: <http://demonstracoes.fisica.ufmg.br/demo/154/5H15.40-Campo-magnetico-de-um-solenoido>

Atividade Experimental Demonstrativa III – Campo Eletromagnético de uma Espira Circular ou de uma Bobina Longa

O procedimento experimental em questão permite identificar que uma espira circular ou uma bobina longa, concentra suas linhas de campo magnético no seu interior, por meio da visualização de suas linhas de indução magnética.

A demonstração utilizará uma bobina longa, em virtude da mesma ser proveniente de várias espiras circulares. A figura, abaixo, é uma ilustração das várias configurações possíveis para a montagem do experimento.

Figura 5 – Espira Circular ou Bobina Longa



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=8XDrGliYplo&t=10s>

Materiais Utilizados

- 04 pilhas AA
- 01 suporte para pilhas
- 02 cabos (vermelho e preto) com conectores tipo garra
- 01 folha de papel manteiga ou ofício
- 10 centímetros de tubo de PVC Ø 25 mm
- 50 gramas de limalha de ferro

<ul style="list-style-type: none"> ➤ 100 centímetros de fio de cobre
<p>Tempo de Duração</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 0,5 hora/aula
<p>Montagem do Experimento</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 1º Enrole o fio de cobre ao redor do tubo de PVC. ➤ 2º Retire o tubo de PVC do interior da bobina longa. ➤ 3º Insira as pilhas no suporte. ➤ 4º Conecte o cabo vermelho ao polo positivo do suporte e a um dos lados da bobina longa. ➤ 5º Conecte o cabo preto ao polo negativo do suporte e ao outro lado da bobina longa. ➤ 6º Pegue a folha de papel e coloque sobre a bobina longa. ➤ 7º Espalhe, sobre a folha de papel, a limalha de ferro.
<p>Estratégia Experimental Demonstrativa</p> <p>Passo 1 – Após a montagem do experimento, movimente suavemente a folha de papel para esquerda e para direita, com a finalidade de posicionar a limalha de ferro, conforme as linhas de campo magnético.</p> <p>Passo 2 – Descanse a folha de papel sobre a bobina longa, novamente.</p> <p>Passo 3 – Peça aos alunos para que observem a representação visual das linhas de campo magnético.</p> <p>Passo 4 – Informe as características das linhas de campo magnético no interior do solenoide, comparando-o ao ímã permanente.</p> <p>Passo 5 – Apresente a Regra da Mão Direita para bobinas.</p> <p>Nessa perspectiva, podemos observar que as linhas de campo magnético são concentradas no interior do solenoide.</p>
<p>Conclusão</p> <p>Um condutor em forma de espira circular ou bobina longa (solenóide) é capaz de concentrar as linhas de campo magnético quando percorrido por uma corrente elétrica.</p>

A.3.4 Aplicação do Conhecimento

A densidade de campo magnético resultante, no interior da bobina longa, é maior que a densidade de campo magnético gerado num condutor retilíneo quando percorridos pela mesma corrente elétrica?

SEGUNDO ENCONTRO

B.1 Atividade Experimental Demonstrativa IV – Balanço Eletromagnético

B.1.1 Objetivo

Verificar a interação entre o campo magnético de um ímã permanente e o campo eletromagnético gerado por cargas elétricas em movimento num condutor, denominada força eletromagnética. Apresentar a Regra de Fleming da Mão Esquerda.

B.1.2 Problematização Inicial

Um condutor quando percorrido por corrente e imerso num campo magnético pode ser atraído?

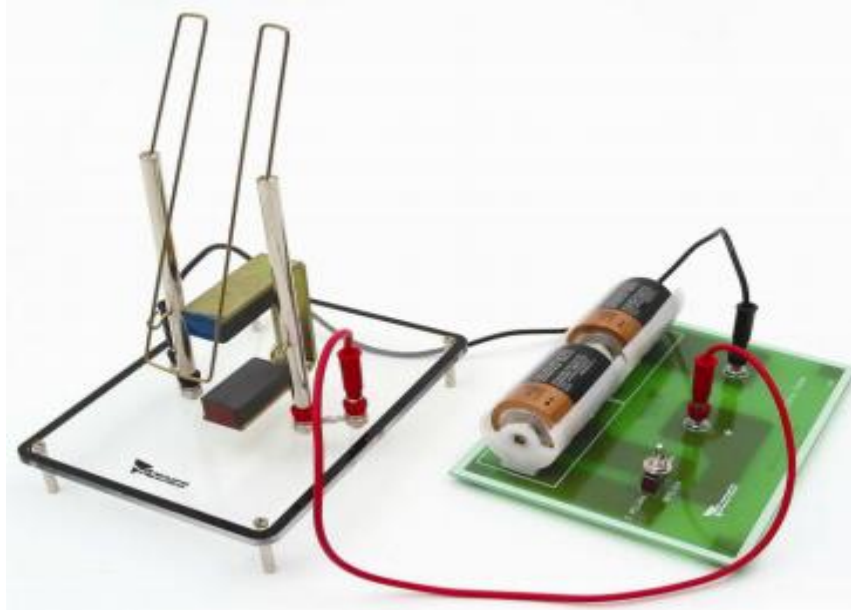
B.1.3 Organização do Conhecimento

Neste encontro devemos salientar que cargas elétricas em movimento, num condutor, geram campo eletromagnético em torno da região que o envolve e, estando esse sob ação de outro campo magnético, resulta numa força que age na carga elétrica chamada de força eletromagnética. É imprescindível que o professor sublinhe que a força eletromagnética é proveniente da interação entre os campos, tendo direção e sentido determinados pela Regra de Fleming da Mão Esquerda.

Na demonstração do balanço magnético é importante inverter a polaridade da fonte para observar o resultado da força eletromagnética com sentido de correntes diferentes.

Atividade Experimental Demonstrativa IV – Balanço Eletromagnético

Figura 6 – Kit Didático com Haste



Fonte: <http://www.fisica.alegre.ufes.br/sites/fisica.alegre.ufes.br/files/field/anexo/7.pdf>

Materiais Utilizados

- 01 ímã em forma de “U”
- 01 balanço de cobre
- 01 base de acrílico para força magnética
- 01 suporte para pilhas tamanho D com borne do tipo banana fêmea e chave liga/desliga
- 02 hastes com apoios
- 02 cabos (vermelho e preto) para ligação com conector banana
- 02 pilhas tamanho D – Fonte CC

Tempo de Duração

- 1 hora/aula

Montagem do Experimento

- 1º Conecte as hastes na base de acrílico.
- 2º Coloque o balanço de cobre sobre as hastes.
- 3º Entre as hastes, descanse o ímã. O condutor deverá ficar entre os polos do ímã.
- 4º Insira as pilhas no suporte.

- 5º Com a chave na posição desligado, conecte o cabo vermelho aos polo positivos do suporte e da haste, e o cabo preto aos polos negativos do suporte e da haste.

Estratégia Experimental Demonstrativa

Passo 1 – Após a montagem do experimento, ligue o circuito e observe o movimento do balanço de cobre.

Passo 2 – Identifique o sentido do campo magnético gerado pelo ímã permanente. Polos norte e sul.

Passo 3 – Identifique o sentido da corrente elétrica na parte do condutor que está entre os polos do ímã permanente.

Passo 4 – Através da Regra de Fleming da Mão Esquerda (Ação Motriz), identifique o sentido da força eletromagnética. O balanço do condutor está de acordo com a Regra de Fleming?

Passo 5 – Repita o experimento invertendo a polaridade da fonte CC, ou seja, mudando o sentido da corrente elétrica no condutor em forma de balanço.

Nessa perspectiva, podemos observar a interação entre os campos magnético e eletromagnético.

Conclusão

Todo condutor percorrido por corrente elétrica, em contato com um campo magnético, sofre ação de uma força eletromagnética, cuja direção é indicada pela Regra de Fleming da Mão Esquerda.

B.1.4 Aplicação do Conhecimento

Qual o resultado esperado quando um condutor percorrido por corrente elétrica é imerso num campo magnético? O condutor sofre alguma ação?

B.2 Atividade Experimental Demonstrativa V – Torque Eletromagnético

B.2.1 Objetivo

Verificar a torção sofrida por uma bobina, composta de “N” espiras, quando esta estiver fixada a um eixo de rotação e imersa a um campo magnético.

B.2.2 Problematização Inicial

Uma bobina fixada a um eixo e imersa a um campo magnético pode rotacionar?

B.2.3 Organização do Conhecimento

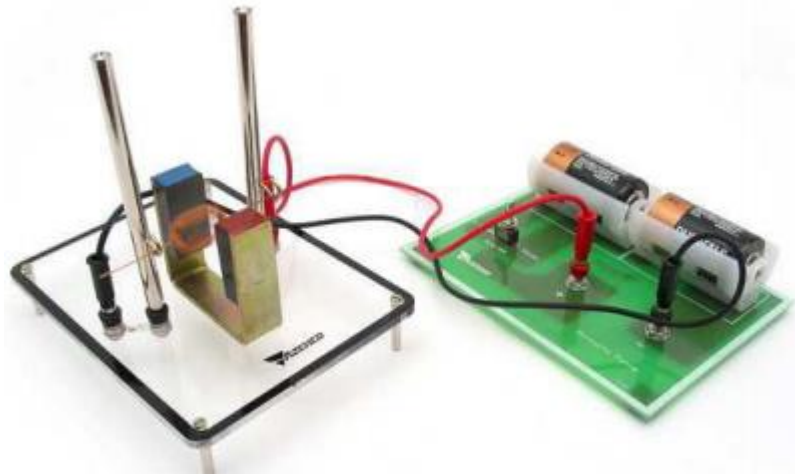
Nesta atividade o docente deve frisar que a interação entre um campo magnético e um campo eletromagnético, este gerado pela corrente elétrica circulando num condutor, resulta em força eletromagnética. Este condutor estando em forma de bobina e fixado a um eixo de rotação (pivot) produz torque de giro, ou seja, movimento. Nesse sentido, o professor reforçará que o torque de giro, resultado da interação entre os campos, tende a alinhar o eixo eletromagnético da bobina com o vetor campo magnético, cujo sentido é indicado pela Regra de Fleming da Mão Esquerda.

O princípio de torque girante de uma espira proporciona várias aplicações práticas, tais como: motores elétricos e instrumentos de medição analógicos.

Atividade Experimental Demonstrativa V – Torque Eletromagnético

O procedimento experimental em questão permite verificar a torção de uma bobina imersa num campo magnético.

Figura 7 – Kit Didático com Bobina



Fonte: <http://www.fisica.alegre.ufes.br/sites/fisica.alegre.ufes.br/files/field/anexo/7.pdf>

Materiais Utilizados

- 01 ímã em forma de “U”
- 01 bobina (motor elétrico elementar de corrente contínua)
- 01 base de acrílico para força magnética
- 01 suporte para pilhas tamanho D com borne do tipo banana fêmea e chave liga/desliga
- 02 hastes com apoios
- 02 cabos (vermelho e preto) para ligação com conector banana
- 02 pilhas tamanho D – Fonte CC

Tempo de Duração

- 1 hora/aula

Montagem do Experimento

- 1º Conecte as hastes na base de acrílico.
- 2º Coloque a bobina sobre o apoio das hastes.
- 3º Entre as hastes, descance o ímã com os polos virados para cima.
- 4º Posicione a bobina entre os polos do ímã, descansando-a sobre os apoios das hastes.
- 5º Insira as pilhas no suporte.
- 6º Com a chave na posição desligado, conecte o cabo vermelho aos polo positivos do suporte e da haste, e o cabo preto aos polos negativos do suporte e da haste.

Estratégia Experimental Demonstrativa

Passo 1 – Após a montagem do experimento, ligue o circuito para iniciar o movimento girante na bobina. Nesse instante, poderá ser necessário impulsionar a bobina para dar início ao movimento de giro.

Passo 2 – Identifique o sentido de giro da bobina (horário/anti-horário).

Passo 3 – Desligue o circuito.

Passo 4 – Identifique o sentido da corrente elétrica na bobina.

Passo 5 – Através da Regra de Fleming da Mão Esquerda (Ação Motriz), identifique o sentido da força eletromagnética na bobina. O torque de giro na bobina está de acordo com a Regra de Fleming?

Passo 6 – Repita o experimento invertendo a polaridade da fonte CC, ou seja, mudando o sentido da corrente elétrica na bobina.

Nessa perspectiva, podemos observar a torção, ou seja, o torque de giro na bobina.

Conclusão

Todo condutor percorrido por corrente elétrica, em contato com um campo magnético, sofre ação de uma força eletromagnética, cuja direção é indicada pela Regra de Fleming da Mão Esquerda.

B.2.4 Aplicação do Conhecimento

Qual aplicação prática proporcionada pela rotação de uma bobina quando fixada a um eixo?

TERCEIRO ENCONTRO

C.1 Atividade Experimental Demonstrativa VI – Força Eletromotriz Induzida – Bobina

C.1.1 Objetivo

Verificar o fenômeno da indução eletromagnética numa bobina pela variação do fluxo magnético. Apresentar a Lei de Faraday.

C.1.2 Problematização Inicial

Por meio da indução eletromagnética, é possível a geração de energia elétrica?

C.1.3 Organização do Conhecimento

Neste encontro entendemos ser fundamental destacar que a simples presença do campo magnético não é suficiente para produzir corrente elétrica, todavia sendo esse de natureza variável, ou seja, havendo uma variação do fluxo magnético, existirá geração corrente elétrica. Nessa perspectiva, o professor ressaltará que por meio da experiência de Faraday podemos observar uma diferença de potencial (ddp) chamada Força Eletromotriz Induzida, também conhecida como tensão induzida (fem), cujo sentido da corrente é tal que origina um fluxo magnético induzido contrário ao campo indutor. A esse fenômeno chamamos de Indução Eletromagnética.

O fenômeno da força eletromotriz induzida (fem) pode ser realizada por um experimento utilizando um ímã permanente, uma bobina com “N” espiras e um galvanômetro. Após os debates organizados em aula, o docente pode demonstrar o experimento da Força Eletromotriz Induzida.

Atividade Experimental Demonstrativa VI – Força Eletromotriz Induzida - Bobina

O procedimento experimental em questão permite verificar a tensão induzida numa bobina pela variação do fluxo magnético.

Figura 8 – Bobina e Galvanômetro



Fonte: http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20161220152011.pdf

Materiais Utilizados

- 01 ímã em forma de barra
- 01 bobina de 200 espiras
- 01 galvanômetro
- 02 cabos (vermelho e preto) para ligação com conector banana

Tempo de Duração

- 0,5 hora/aula

Montagem do Experimento

- 1º Coloque a bobina sobre um plano.
- 2º Posicione o galvanômetro ao lado da bobina.
- 3º Conecte o cabo vermelho aos polos positivos da bobina e do galvanômetro.
- 4º Conecte o cabo preto aos polos negativos da bobina e do galvanômetro.

Estratégia Experimental Demonstrativa

Passo 1 – Deixe o ímã próximo a bobina, porém sem movimentar, e observe o galvanômetro. Há circulação de corrente elétrica?

Passo 2 – Aproxime o ímã em direção ao núcleo da bobina observando o galvanômetro. Há circulação de corrente elétrica? Nesse momento, o campo magnético induzido na bobina tem polaridade contrária à do ímã tentando impedir o crescimento do campo indutor.

Passo 3 – Afaste o ímã do núcleo da bobina observando o galvanômetro. Há circulação de corrente elétrica? Qual sentido? Nesse momento, o campo magnético

induzido na bobina tem a mesma polaridade do ímã, assim, reforçando o campo indutor. Ou seja, tentando impedir a sua redução.

Nessa perspectiva, podemos observar o fenômeno da indução eletromagnética na bobina pela variação do campo indutor.

Conclusão

Todo condutor, estando num circuito fechado, quando submetido a um fluxo magnético variável, gera uma força eletromotriz induzida (fem) ou tensão induzida. Assim, circulará uma corrente, a qual produzirá um fluxo magnético induzido oposto ao fluxo magnético indutor.

C.1.4 Aplicação do Conhecimento

Qual aplicação prática proporcionada pelo fenômeno da indução eletromagnética ou força eletromotriz induzida?

C.2 Atividade Experimental Demonstrativa VII – Indução Eletromagnética I – Lata

C.2.1 Objetivo

Verificar o efeito do fenômeno da indução eletromagnética numa lata sobre a água.

C.2.2 Problematização Inicial

Por meio da indução eletromagnética, é possível rotacionar uma lata?

C.2.3 Organização do Conhecimento

Nesta atividade o professor deve enfatizar os conceitos da Lei de Faraday, a qual demonstra que ao aproximarmos um condutor, uma bobina ou um circuito elétrico, a uma região que há variação do campo magnético, nesses surgirá uma Força Eletromotriz Induzida ou Indução Eletromagnética. Utilizando uma lata de refrigerante que flutua em água e um ímã permanente, podemos observar o efeito da indução eletromagnética. Girando-se o ímã no interior da lata, variamos o campo magnético indutor que incide na mesma. Nesse sentido, também é fundamental o professor salientar que por meio da variação das linhas de campo magnético indutor que atravessam a superfície da lata, será induzido uma diferença de potencial, circulando, assim, uma corrente elétrica. Nessa perspectiva, surge um campo magnético em torno da lata, devido a circulação de corrente, que se opõe ao campo indutor.

Atividade Experimental Demonstrativa VII – Indução Eletromagnética I – Lata

O procedimento experimental em questão permite verificar o efeito da indução eletromagnética numa lata de refrigerante imersa em água.

Figura 9 – Lata Flutuando em Água



Fonte: Autor

Materiais Utilizados

- 01 lata de refrigerante cortada ao meio
- 01 ímã em forma de barra
- 01 haste de madeira (palito)
- 01 fita adesiva
- 01 recipiente com água (pote ou forma)
- 01 detergente líquido

Tempo de Duração

- 0,5 hora/aula

Montagem do Experimento

- 1º Coloque o ímã na ponta da haste de madeira, fixando-o com a fita adesiva.
- 2º Misture um pouco de detergente líquido à água.
- 3º Descanse a lata sobre o recipiente com água.

Estratégia Experimental Demonstrativa

Passo 1 – Aproxime o ímã ao interior da lata segurando a haste de madeira pela extremidade, sem tocar em sua superfície.

Passo 2 – Com o ímã em repouso, observe a lata. Há movimento? Por quê?

Passo 3 – Rotacionando o ímã em sentido horário no interior da lata, sem encostar em sua superfície, observe. Há movimento? Por quê?

Passo 4 - Rotacionando o ímã em sentido anti-horário no interior da lata, sem encostar em sua superfície, observe. Há movimento? Por quê?

Nessa perspectiva, podemos observar a ação da indução eletromagnética sobre a lata.

Conclusão

Todo material ferromagnético quando submetido a um fluxo magnético variável, nele surgirá uma diferença de potencial gerando um campo magnético em torno de si. A interação entre os campos é capaz de produzir rotação.

C.2.4 Aplicação do Conhecimento

Por que a lata entra em movimento quando rotacionamos o ímã permanente em seu interior?

C.3 Atividade Experimental Demonstrativa VIII – Indução Eletromagnética II – Tubo de Cobre

C.3.1 Objetivo

Verificar o efeito do fenômeno da indução eletromagnética num tubo de cobre.

C.3.2 Problematização Inicial

Ao deixarmos um ímã cair em queda livre dentro de um tubo de cobre, por que seu tempo de queda é retardado?

C.3.3 Organização do Conhecimento

Nesta atividade é importante o professor salientar que ao redor de uma região onde há variação do campo magnético, ao aproximarmos um material ferromagnético, surgirá uma diferença de potencial. Essa irá gerar uma corrente induzida, a qual produzirá em torno de si um campo magnético. Desta forma, utilizando um tubo de cobre e um ímã permanente, podemos observar o efeito da indução eletromagnética. É essencial que o docente informe que o campo magnético induzido tem polaridade contrária ao campo magnético indutor. Também deve enfatizar que o fluxo magnético induzido, de sentido contrário, enfraquece o fluxo magnético indutor, assim, impedindo seu crescimento, e, por consequência ocasionando um retardamento na queda livre do ímã no interior do tubo de cobre.

Sendo assim, os debates que surgirão em aula pelas argumentações expostas proporcionarão a demonstração do experimento da Indução Eletromagnética II – Tubo de Cobre.

Atividade Experimental Demonstrativa VIII – Indução Eletromagnética II – Tubo de Cobre

O procedimento experimental em questão permite verificar o efeito da indução eletromagnética num tubo de cobre.

Figura 10 – Tubo de Cobre e Ímã



Fonte: Autor

Materiais Utilizados

- 01 tubo de cobre
- 01 ímã em forma de cilindro
- 01 toalha de algodão

Tempo de Duração

- 0,5 hora/aula

Montagem do Experimento

- 1º Descanse a toalha de algodão sobre uma superfície plana.
- 2º Posicione o tubo de cobre na direção vertical.

Estratégia Experimental Demonstrativa

Passo 1 – Posicione o ímã ao lado do tubo de cobre.

Passo 2 – Solte-o em queda livre e observe o tempo de queda.

Passo 3 – Posicione o ímã acima da abertura do tubo de cobre.

Passo 4 – Solte-o em queda livre. O tempo de queda foi o mesmo? Por quê?

Nessa perspectiva, podemos observar a ação da indução eletromagnética sobre o tubo de cobre.

Conclusão

A interação entre os campos magnéticos, indutor e induzido, é capaz de produzir uma ação de retardar a queda livre do ímã.

C.3.4 Aplicação do Conhecimento

Por que o tempo de queda livre do ímã é maior no interior do tubo de cobre do que ao lado do mesmo?

C.4 Atividade Experimental Demonstrativa IX – Indução Eletromagnética III – Anel de Thomson

C.4.1 Objetivo

Identificar o efeito do fenômeno da indução eletromagnética utilizando a levitação num anel de alumínio.

C.4.2 Problematização Inicial

Ao submetermos um anel de alumínio a um campo magnético variável posicionada ao redor de um núcleo de ferro-doce, por que ele fica levitando?

C.4.3 Organização do Conhecimento

Nesta atividade o professor deve enfatizar a Lei de Faraday informando suas características, bem como, a importância da interação dos campos magnéticos indutor e induzido, os quais produzem força eletromotriz induzida. Também deve ser exposto que duas espiras ou anéis quando aproximados, interagem de forma atrativa ou repulsiva quando percorridos por corrente elétrica.

É fundamental salientar que ao soltar o anel de alumínio ao redor de um núcleo de ferro doce, proporcionará um aumento da densidade do fluxo magnético variável, induzindo uma corrente. Nessa perspectiva, sobre o anel de alumínio, haverá forças de atração e repulsão, pois a corrente induzida no anel está atrasada em relação a corrente na bobina. Sendo assim, na média, ao longo de um ciclo dessas correntes, será repulsivo. Recomenda-se observar a vibração do anel enquanto levita, isso demonstra que não há somente uma força de repulsão atuando sobre ele, mas também uma força de atração. Observa-se, na figura, a presença de um anel de alumínio cortado, porém sem flutuar. Isso deve-se ao fato de não haver corrente induzida circulando.

Atividade Experimental Demonstrativa IX – Indução Eletromagnética III – Anel de Thomson

O procedimento experimental em questão permite identificar o efeito da indução eletromagnética por meio da levitação num anel de alumínio.

Figura 11 – Montagem do Anel de Thomson



Fonte: http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20161220152011.pdf

Obs.: Um anel está cortado para observação e questionamentos.

Materiais Utilizados

- 01 anel de alumínio
- 01 bobina de 300 espiras
- 03 núcleos de ferro-doce
- 01 regulador de voltagem monofásico (Variac)
- 02 cabos (vermelho e preto) para ligação com conector banana

Tempo de Duração

- 0,5 hora/aula

Montagem do Experimento

- 1º Descanse a bobina sobre uma superfície plana.
- 2º Coloque o primeiro núcleo de ferro-doce no interior da bobina.
- 3º Sobre primeiro núcleo, posicione os demais núcleos.
- 4º Conecte o cabo vermelho aos polos positivos da bobina e do Variac.
- 5º Conecte o cabo preto aos polos negativos da bobina e do Variac.

Estratégia Experimental Demonstrativa

Passo 1 – Estabeleça a tensão de 0 V, no Variac, e ligue o equipamento.

Passo 2 – Gradativamente, aumente a tensão observando a tensão de 110 V.

Passo 3 – Posicione o anel de alumínio acima do núcleo de ferro-doce.

Passo 4 – Solte-o em queda livre. O que acontece? Por quê?

Passo 5 – Desligue o Variac e posicione o anel de alumínio ao redor do núcleo de ferro-doce e sobre a bobina.

Passo 6 – Ligue o Variac e observe o anel de alumínio. O que acontece? Por quê? Nessa perspectiva, podemos observar a ação da indução eletromagnética sobre o anel de alumínio.

Conclusão

A interação entre os campos magnéticos, indutor e induzido, gerará uma força eletromotriz que é capaz de produzir uma ação de atração e repulsão sobre o anel de alumínio, sendo que na média prepondera a repulsão.

C.4.4 Aplicação do Conhecimento

Por que o anel de alumínio levita?

QUARTO ENCONTRO

D.1 Atividade Experimental Demonstrativa X – Construção do Motor de Indução Monofásico

D.1.1 Objetivo

Demonstrar a construção e observar o princípio de funcionamento do motor de indução.

D.1.2 Problematização Inicial

Como obter torque num anel de alumínio quando esse está submetido a um campo magnético girante obtido por uma rede monofásica?

D.1.3 Organização do Conhecimento

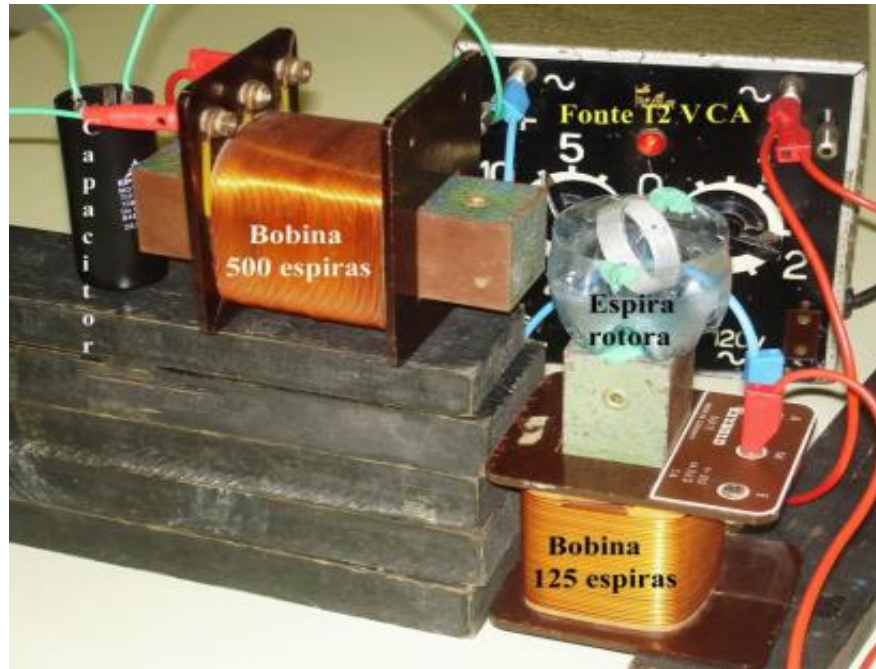
Neste encontro entendemos enfatizar as características fundamentais da Lei de Faraday e a obtenção de um campo magnético girante, o qual é imprescindível ao funcionamento de um motor de indução monofásico. O campo magnético girante é facilmente gerado quando utilizamos duas bobinas com núcleos de ferro-doce posicionadas horizontalmente e verticalmente uma da outra, alimentadas por uma fonte de tensão de corrente alternada (CA).

É essencial o professor sublinhar que para as bobinas resultarem em campo magnético oscilante, proporcionando torque, as correntes elétricas que as percorrem devem ter fases iniciais diferentes, do contrário resultaria em torque nulo. Isso ocorre ao adicionarmos um capacitor em série a uma das bobinas. Também é importante informar as características elétricas que constituem uma bobina, ou seja, resistência elétrica e reatância indutiva, bem como, suas interferências na corrente elétrica.

Atividade Experimental Demonstrativa X – Construção do Motor de Indução Monofásico

O procedimento experimental em questão permite demonstrar o funcionamento do motor de indução monofásico.

Figura 12 – Motor de Indução Monofásico



Fonte: <https://nelsonreyes.com.br/Motor%20eletrico%20CBEF.pdf>

Materiais Utilizados

- 01 bobina de 125 espiras ($\varnothing = 7,5$ cm; $L = 7,1$ cm)
- 01 bobina de 500 espiras ($\varnothing = 7,5$ cm; $L = 7,1$ cm)
- 02 núcleos de ferro-doce ($L = 4 \times 4 \times 15$ cm)
- 01 capacitor eletrolítico apolar ($C = 100 \mu\text{F}$)
- 01 anel de alumínio ($\varnothing = 3,5$ cm; $e = 2$ mm; $L = 1$ cm)
- 20 cm de fio de cobre
- 01 suporte de PVC para o rotor (garrafa de água cortada)
- 01 regulador de voltagem monofásico – $S = 0,5$ kVA (Variac)
- 03 cabos para ligação com conector banana
- 02 cabos para ligação com conector banana/garra
- 01 caixa de papelão (caixa de sapato)

Tempo de Duração

- 2 horas/aula

Montagem do Experimento

- 1º Coloque o primeiro núcleo de ferro-doce no interior da primeira bobina.
- 2º Descanse-a sobre a caixa de papelão na direção horizontal e próxima a face lateral da caixa.
- 3º Coloque o segundo núcleo de ferro-doce no interior da segunda bobina.
- 4º Descanse a segunda bobina, na direção vertical, próxima a face lateral da caixa de papelão, sobre uma superfície plana.
- 5º Conecte o primeiro cabo vermelho, tipo banana, aos polos positivos da primeira bobina e do Variac.
- 6º Conecte o segundo cabo vermelho, tipo banana, aos polos positivos da segunda bobina e do Variac.
- 7º Conecte o primeiro cabo preto, tipo banana, aos polos negativos da segunda bobina e do Variac.
- 8º Conecte o segundo cabo preto, tipo banana/garra, ao polo negativo do Variac e a um dos lados do capacitor eletrolítico apolar.
- 9º Conecte o terceiro cabo preto, tipo banana/garra, ao outro lado do capacitor eletrolítico apolar e ao polo negativo da primeira bobina.
- 10º Fure diametralmente o anel de alumínio em dois pontos opostos.
- 11º Passe pelos furos do anel de alumínio o condutor de cobre - rotor.
- 12º Fure diametralmente o suporte de PVC em dois pontos opostos.
- 13º Apoie o rotor no suporte de PVC.

Estratégia Experimental Demonstrativa

Passo 1 – Antes de alimentar o circuito, observe com atenção, pois o capacitor eletrolítico apolar deve estar em série com a primeira bobina.

Passo 2 – A bobina que está conectada em série com o capacitor eletrolítico apolar é considerada Bobina Auxiliar. A outra bobina é a de Trabalho.

Passo 3 – Estabeleça a tensão de 0 V, no Variac, e ligue o equipamento.

Passo 4 – Gradativamente, aumente a tensão observando a tensão de 12 V. O que acontece ao rotor? Por quê?

Passo 5 – Desligue o Variac e inverta o sentido da corrente na bobina auxiliar.

Passo 6 – Ligue o Variac. O que acontece ao rotor? Por quê?

Nessa perspectiva, podemos observar a ação da indução eletromagnética sobre o rotor, ou seja, o funcionamento do motor monofásico.

Conclusão

A interação entre os campos magnéticos, indutor e induzido, gerará uma força eletromotriz que é capaz de produzir uma ação de rotação sobre o rotor.

D.1.4 Aplicação do Conhecimento

Por que há uma rotação em torno do eixo do rotor?

QUINTO ENCONTRO

E.1 Atividade Experimental Demonstrativa X – Construção do Motor Elementar de Corrente Contínua

E.1.1 Objetivo

Demonstrar a construção e observar o princípio de funcionamento do motor de corrente contínua.

E.1.2 Problematização Inicial

Como o motor de corrente contínua funciona, uma vez que o mesmo está imerso num campo magnético de intensidade constante?

E.1.3 Organização do Conhecimento

Neste encontro entendemos ser fundamental destacar que os motores de corrente contínua (CC) funcionam por meio de uma premissa básica do eletromagnetismo: todo condutor percorrido por corrente elétrica, estando esse sobre ação de um campo magnético, estará suscetível a ação de uma força eletromagnética.

O professor deve salientar que, ao alimentar um motor de corrente contínua, surgirá um campo magnético no estator (caso o estator seja constituído por ímãs permanentes, os polos já estão ativos) e outro no rotor. Da mesma maneira deve enfatizar que não havendo comutador e anéis coletores, os motores CC não funcionariam. Entretanto, os motores CC possuem comutadores e anéis coletores que fazem a inversão dos polos na armadura, antes dos polos opostos se encontrarem, mantendo seu funcionamento.

Atividade Experimental Demonstrativa XI – Construção do Motor Elementar de Corrente Contínua

O procedimento experimental em questão permite demonstrar o funcionamento do motor elementar de corrente contínua.

Figura 13 – Motor Elementar de Corrente Contínua



Fonte: https://www.fisica.net/feirasdeciencias/motor_eletrico_simples.php

Materiais Utilizados

- 30 cm de longarina
- 30 cm de condutor rígido de cobre de 2,5 mm²
- 01 ímã de alto-falante
- 01 ímã retangular de neodímio
- 01 m de condutor esmaltado
- 20 cm de tubo PVC Ø = 20 mm
- 01 fonte de tensão – V = 12 VCC / I = 500 mA ou 1000 mA (em substituição a pilha)
- 01 cabo para ligação com conector do tipo garra
- 01 cabo para ligação com conector do tipo banana/garra
- 01 fita adesiva

Tempo de Duração

- 2 horas/aula

Montagem do Experimento

- 1º Corte o condutor rígido de cobre em três partes de dez centímetros.
- 2º Dobre em forma de “L”, duas partes do condutor rígido que foi cortado. Essas servirão de apoio para a bobina (rotor).
- 3º Sobre a longarina, fixe dos dois pedaços de condutores cortados utilizando a fita adesiva.
- 4º Utilize o terceiro pedaço de condutor rígido para estabilizar os apoios do rotor.
- 5º Utilize o tubo de PVC de diâmetro 20 mm para construir o rotor. Em volta do tubo, enrole o condutor esmaltado de quinze a vinte voltas. Nas extremidades do condutor esmaltado, dê uma volta para aproximar as espiras.
- 6º Diametralmente em uma das extremidades do rotor que serve para fazer contato com o apoio, raspe-a em lados opostos, provocando uma descontinuidade.
- 7º Descanse o rotor sobre os condutores rígidos.
- 8º Descanse o ímã de alto-falante sob o rotor.
- 9º Conecte os cabos nos contatos do condutor rígido e aos contatos da fonte de alimentação.

Estratégia Experimental Demonstrativa

Passo 1 – Ligue a fonte de alimentação. O rotor movimentou-se? Por quê? Caso afirmativo, qual o sentido de giro?

Passo 2 – Desligue a fonte de alimentação. O rotor movimentou-se? Por quê? Se afirmativo, qual o sentido de giro?

Passo 4 – Troque o ímã de alto-falante pelo ímã retangular de neodímio.

Passo 5 – Ligue a fonte de alimentação. O rotor movimentou-se? Por quê? Caso afirmativo, qual a diferença de rotação do rotor em relação ao ímã de alto-falante?

Passo 6 – Desligue a fonte de alimentação, vire o ímã para mudar a polaridade. O rotor movimentou-se? Por quê? Caso afirmativo, qual o sentido de giro? Nessa perspectiva, podemos observar o funcionamento do motor elementar de corrente contínua.

Conclusão

A interação entre os campos magnéticos, indutor e induzido, gerará uma força eletromotriz que é capaz de produzir uma ação de rotação sobre o rotor.

E.1.4 Aplicação do Conhecimento

Quais tipos de motores são utilizados em robótica?

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta proposta de sequência didática, adaptada para a realidade de um curso técnico de nível médio de automação industrial, pode, com os devidos ajustes, ser desenvolvida em outras situações, considerando todos os encontros ou selecionando os adequados ao propósito desejado.

O desenvolvimento de atividades experimentais seguiu uma lógica de utilizar atividades construídas com materiais simples, mas também trouxe experimentos com materiais de laboratório. Entretanto, a escolha dos materiais pode ficar a critério do(a) professor(a).

Acreditamos que esta proposta de sequência didática pode ensejar melhorias no processo de ensino e aprendizagem, através de materiais, ideias e informações novas, por meio de uma estrutura metodológica coerente, relacionando conceitos relevante e inclusivos.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

1) Na sua opinião, a proposta de sequência didática apresentada é uma boa opção para o Ensino e Aprendizagem do Eletromagnetismo em Máquinas Elétricas?

a) Sim, pois traz um método que facilita o ensino e aprendizagem.

b) Sim, mas é um método de difícil aplicação.

c) Não, pois é perigoso e difícil de replicar.

d) Não, pois pode confundir os alunos.

e) Outro: _____

2) Na sua opinião, a presente proposta metodológica poderia ser útil para a ampliação das opções pedagógicas dos professores?

a) Sim, pois não se trabalha com esse enfoque no Ensino Médio.

b) Sim, mas dificilmente seria utilizado.

c) Não, pois é um assunto muito comum.

d) Não, pois tem equipamentos melhores no laboratório das escolas.

e) Outro: _____

3) A proposta trazida na sequência didática, utilizando atividades experimentais demonstrativas, usada pelo professor como uma forma de aula prática serve de apoio para o ensino e aprendizagem?

a) Sim, é a melhor opção de uso para a presente proposta.

d) Sim, pois dificilmente teria equipamentos para toda a turma.

b) Sim, mas não traria um bom aproveitamento na aprendizagem dos alunos.

c) Não, pois o ideal é que professor e alunos se envolvam na montagem das atividades experimentais.

e) Outro: _____

4) Na condição de professor e com a utilização da sequência didática, você se sentiria apto a reproduzir os experimentos em sala de aula?

a) Sim, a sequência possui todas as informações necessárias.

b) Sim, são experimentos de fácil entendimento.

c) Não, a sequência não possui todas as informações necessárias.

d) Não, são experimentos complexos.

e) Outro: _____

5) Na sua opinião, em qual das situações abaixo a sequência didática melhor se aplica?

- a) Para que cada aluno construa seu experimento, sem o auxílio do professor.
- b) Para que cada aluno construa seu experimento, com o auxílio do professor.
- c) Para que em grupos os alunos construam experimentos, sem o auxílio do professor.
- d) Para que em grupos os alunos construam experimentos, com o auxílio do professor.
- e)

Outro: _____

6) Descreva possíveis vantagens e desvantagens do uso desta proposta de sequência didática por parte dos professores.

Vantagens:

Desvantagens:

7) Na sua opinião, o enfoque e as sugestões trazidas na sequência didática poderiam ser utilizados também para projetos e feiras de ciências? Comente sua resposta.

08) Utilize este espaço para comentários que considere importante para a melhoria e aperfeiçoamento dessa proposta de sequência didática.