



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
CAMPUS CAMPO MOURÃO

ANTONIO REGINALDO AGASSI

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE
INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

CAMPO MOURÃO
2018

ANTONIO REGINALDO AGASSI

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE
INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA**

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

Orientador: Prof. Dr. Ivan Marcelo Laczkowski
Coorientadora: Profa. Dra. Roseli Constantino Schwerz

CAMPO MOURÃO
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

A262

Agassi, Antonio Reginaldo

Uma sequência didática para o ensino de indução eletromagnética / Antonio Reginaldo Agassi. — Campo Mourão, 2018.

112 f. : il. color ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Ivan Marcelo Laczkowski
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Roseli Constantino Schwerz

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2018.

Inclui bibliografias.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Eletromagnetismo. 3. Física – Dissertações. I. Laczkowski, Ivan Marcelo. II. Schwerz, Roseli Constantino. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. IV. Título.

CDD 530.07

ANTONIO REGINALDO AGASSI

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE
INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física – Polo 32, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Ivan Marcelo Laczkowski
Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
UTFPR

Profa. Dra. Adriana da Silva Fontes
Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
UTFPR

Prof. Dr. Manuel Messias de Jesus
Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
UTFPR

Campo Mourão, _____ de _____ 2018

Dedico este trabalho à minha família, pela compreensão e pelo carinho durante esses dois anos de elaboração do trabalho.

AGRADECIMENTOS

Dentro desses dois anos, certamente percebi que tenho muito a agradecer por esta conquista.

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado sua benção durante todos os momentos, para que eu pudesse continuar meus estudos.

À minha família, por ter me dado força e ter sido compreensiva durante as minhas ausências nesse período de estudo.

Ao meu orientador: Prof. Dr. Ivan Marcelo Laczkowski; e a coorientadora: Prof. Dra. Roseli Constantino Schwerz, os quais me ampararam e me conduziram durante minha trajetória no desenvolvimento desta pesquisa.

A todos os professores do MNPEF de Campo Mourão, pois tenho certeza da colaboração de todos.

Aos meus colegas de sala.

A todas as pessoas que torceram e acreditaram.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por ter me acolhido como aluno do curso de Mestrado.

Enfim, a todos aqueles que, por algum motivo, contribuíram para a realização desta pesquisa.

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

RESUMO

Neste trabalho, foi organizada a aplicação de uma sequência didática sobre indução eletromagnética, baseada na atividade experimental por meio da abordagem investigativa, com uma turma do 3º ano do Ensino Médio de uma escola Pública Estadual da cidade de Assis Chateaubriand/PR. O tema abordado foi obtido por meio de uma pesquisa com os professores de Física da região, ao passo que as atividades propostas foram analisadas e definidas entre o autor da pesquisa e seus orientadores. Foi constatado que os alunos traziam um conhecimento bem superficial sobre o tema abordado, necessitando elevar seus conhecimentos a fim de obter um domínio científico maior. Os dados analisados mostram que tal domínio foi alcançado com a aplicação da sequência didática elaborada.

Palavras-chave: Ensino de Física. Eletromagnetismo. Experimentos.

AGASSI, Antonio Reginaldo. **A didactic sequence for theaching electromagnetic induction**. 2018. 112 fls. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2018.

ABSTRACT

In this work the application of a didactic sequence on electromagnetic induction, based on the experimental activity was studied by means of the investigative approach with a class of the 3rd year of the High School of a State Public School of the city of Assis Chateaubriand / PR. The topic was obtained through a research done with the physics teachers of the region, while the proposed activities were analyzed and defined between the author and his advisers. It was found out that the students had a very superficial knowledge about the subject, needing to raise their knowledge in order to obtain a larger scientific domain. The data analyzed show that such domain was reached with the application of the didactic sequence elaborated.

Keywords: Physics Teaching. Electromagnetism. Experiments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Representação da direção do campo magnético de um fio retilíneo percorrido por uma corrente elétrica através da regra da mão direita.....	15
Figura 2: Representação do campo magnético de uma espira circular.....	16
Figura 3: Campo magnético produzido pela corrente em uma bobina.....	17
Figura 4: Demonstração da relação da intensidade de fluxo de campo magnético e o ângulo entre o vetor B e a normal.....	18
Figura 5: Ilustração do aparato experimental de Michael Faraday.....	19
Figura 6: Representação da aproximação e afastamento do campo magnético norte do ímã de uma espira, apresentando o campo opositor gerado pela corrente induzida.....	21
Figura 7: Gráfico sobre a formação dos professores.....	29
Figura 8: Gráfico sobre o ensino do eletromagnetismo no Ensino Médio.....	29
Figura 9: Gráfico sobre como é trabalhado o eletromagnetismo.....	30
Figura 10: Gráfico sobre os motivos que levam a não trabalhar o conteúdo de eletromagnetismo.....	30
Figura 11: Gráfico sobre a viabilidade da utilização de experimento no ensino de eletromagnetismo.....	31
Figura 12: Gráfico sobre a possibilidade do uso de uma sequência didática para o ensino de eletromagnetismo.....	32
Figura 13: Experimento de Oersted.....	37
Figura 14: Experimento indutor de rádio.....	40
Figura 15: Figuras feitas pelos alunos da questão 1 e 2 do terceiro encontro.....	42
Figura 16: Motor didático.....	45
Figura 17: Representação dos campos magnéticos do motor didáticos elaborado pelos alunos.....	47
Quadro 1: Significados das equações no (SI)	20
Quadro 2: Organização da sequência didática.....	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	16
2.2 O USO DE EXPERIMENTOS NO ENSINO DE FÍSICA	19
3 INTRODUÇÃO AO FENÔMENO DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA	23
3.1 A DESCOBERTA DA RELAÇÃO ENTRE MAGNETISMO E ELETRICIDADE	23
3.2 A DESCOBERTA DE FARADAY	27
3.3 A CONTRIBUIÇÃO DE LENZ.....	30
4 METODOLOGIA	32
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	32
4.2 O CONTEXTO DO ESTUDO	33
4.3 COLETA DE DADOS	33
4.4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS.....	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
5.1 AÇÕES DOCENTES SOBRE O CONTEÚDO DE ELETROMAGNETISMO	38
5.2 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO PRODUTO DESENVOLVIDO	43
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICES	65
APÊNDICE A	66
APÊNDICE B	69

APÊNDICE C	112
------------------	-----

1 INTRODUÇÃO

O estudo a respeito do ensino e da aprendizagem em Ciências na Educação Básica tem revelado uma grande preocupação com as metodologias e estratégias de ensino desenvolvidas em salas de aula nas escolas de nosso país. No caso específico da Física, as pesquisas realizadas na última década mostram que muito tem se discutido sobre as necessidades de práticas alternativas, pois as tradicionais formas de ensino ainda são frequentemente empregadas durante as aulas desta disciplina no nível médio, mas, não estão alcançando os resultados esperados no contexto do Ensino Médio (FREITAS; AND, 2016, p. 215-230).

Nos dias atuais, fazer com que os alunos se interessem pelos conteúdos de Física ministrados em sala de aula está cada vez mais difícil, de forma que os professores estão cercados de perguntas, dentre as quais: “Para que serve?”, ou “Onde vou utilizar?”, entre outros questionamentos. Nesse mesmo caminho, alguns estudantes afirmam que “Física é coisa de louco”. Diante disso, muitos professores se encontram impotentes perante tais questionamentos e afirmações, ficando assim sem saber o que fazer. No entanto, quando analisamos um breve histórico do ensino de Ciências, notamos que existe uma grande deficiência, tanto na formação de profissionais como na preparação de materiais a serem disponibilizados no ambiente escolar. Para Schnetzler:

É voz corrente que entre a produção da pesquisa e o seu uso na sala de aula há obstáculos e entraves seríssimos. Apesar do rápido desenvolvimento da pesquisa sobre Educação em Ciências nestes últimos 40 anos, e de suas potenciais contribuições para a melhoria da sala de aula, elas não têm chegado aos professores e professoras que, de fato, fazem acontecer a educação científica em nossas escolas. Constata-se que a pesquisa educacional tem sido desenvolvida sem a participação daqueles atores. Porque estes, então, se sentiriam compromissados com a sua adoção? Muito se tem produzido e dito sobre o que os professores e professoras deveriam fazer, usar e pensar para darem “boas aulas de ciências”. Do alto das estruturas acadêmicas e governamentais, prescrições têm sido propostas que, em sua maioria, são literalmente ignoradas pelo professorado ou implementadas, na prática da sala de aula, de forma bastante distinta. Na realidade, o professor tem sido afastado da pesquisa educacional porque o espaço para tal não foi criado durante a sua formação inicial e nem em sua formação continuada. Concebidos como meros executores, aplicadores de propostas e ideais gestadas por outros, os

professores e as professoras têm sido ainda culpabilizados pela baixa qualidade da nossa educação. (SCHNETZLER, 1998 p. 386).

Analisando o contexto atual, notamos que houve uma melhora, porém a formação de professores ainda apresenta muitas falhas, uma vez que na maioria das universidades não se faz a relação entre os conhecimentos científicos e os conhecimentos pedagógicos. Dessa forma, o profissional acaba adquirindo conhecimentos fragmentados. Todavia, uma vez no mercado de trabalho, o futuro professor irá encontrar um ensino de Ciência que vai muito além do domínio do conhecimento científico.

No ambiente escolar, não basta apenas saber. Também existe a necessidade de saber ensinar e além dessas preocupações, temos também formações docentes continuadas que, na maioria das vezes, nos levam a leituras de textos ineficazes para o ensino. Para Borges (2002, p.10) “o ensino de ciências, da escola primária aos cursos de graduação, tem se mostrado pouco eficaz, seja do ponto de vista dos estudantes e professores ou das expectativas da sociedade.” Logo, existe a necessidade de repensarmos as metodologias de ensino a serem utilizadas em sala de aula, pois aquelas aulas tradicionais e expositivas que apresentam apenas resoluções de fórmulas deixam a disciplina com um caráter memorístico, sem qualquer significado para a maioria das pessoas.

Com as características atuais de nossa sociedade, contextos nos quais a comunicação e os inovadores meios tecnológicos são de fácil acesso, o livro didático ainda se constitui no principal recurso de direcionamento de professores e alunos em sua prática pedagógica e atividades escolares. Nesse sentido, muitas vezes professores e alunos acabam tornando-se escravos do livro. Ao invés de o utilizarem como instrumento de contribuição para o desenvolvimento da autonomia, do senso crítico e de contra ideologia, acabam tomando-o como o roteiro principal ou exclusivo do processo de ensino-aprendizagem. Sendo assim, faz-se de suma importância refletir sobre a função do Livro Didático e como o mesmo deve ser utilizado nas salas de aula. Segundo as PCNs (BRASIL, 2002, p.1): “O ensino deve construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender,

intervir e participar na realidade.” Os Parâmetros Curriculares Nacionais recomendam que:

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997) recomendam que o professor utilize, além do livro didático, materiais diversificados (jornais, revistas, computadores, filmes, etc.), como fonte de informação, de forma a ampliar o tratamento dado aos conteúdos e fazer com que o aluno se sinta inserido no mundo à sua volta.

Os próprios livros didáticos sofrem diversas influências causadas pelas instituições públicas e editoras responsáveis ou até alguns elaboradores que pecam em alguns conceitos. Além disso, poucos são os estudos que abrangem várias das ações desenvolvidas pelos diversos agentes sociais. Usualmente, fragmentam o objeto na perspectiva de melhor compreendê-lo. Contudo, ao buscarem a integração do fragmento analisado ao todo do objeto que pretendem compreender, as pesquisas produzem abismos intransponíveis ou, às vezes, extrapolações que se situam ao nível do senso comum e não são sustentadas, nem por evidências empíricas, nem por sólida argumentação teórica, direcionando muitas vezes às metodologias inadequadas para um processo de ensino-aprendizagem eficiente.

Mediante tais constatações, o ensino de Física nas escolas brasileiras apresenta duas tendências contraditórias, tanto por parte do professor como por parte do aluno. De um lado, a constatação de que se trata de uma área de conhecimento importante; de outro, a insatisfação diante dos resultados negativos obtidos, com frequência em relação à aprendizagem.

A insatisfação revela que há problemas a serem enfrentados, tais como a necessidade de reverter um ensino centrado em procedimento mecânicos, desprovidos de significados para o aluno. Sendo assim, para revertermos tal situação, faz-se necessário reformular os objetivos, rever conteúdos e buscar metodologias de ensino compatíveis com a formação que hoje a sociedade requer.

Atualmente, houve nas escolas públicas um aumento nas disciplinas a serem trabalhadas, principalmente no segundo ciclo da educação básica. Porém, o tempo de permanência dos alunos na escola permaneceu o mesmo. A consequência desse ato foi a diminuição do número de aulas por disciplina, como é o caso da Física. Diante disso, surge a necessidade dos professores se

adaptarem e procurarem práticas pedagógicas que contribuam para a possibilidade de se conseguir trabalhar o conteúdo em apenas duas aulas semanais disponível na disciplina.

Quando analisamos o conteúdo eletromagnetismo, por exemplo, na indução eletromagnética percebe-se que existem falhas no processo de ensino, pois alguns conceitos são pouquíssimos trabalhados, e quando tais conceitos são apresentados, o são de forma superficial e mecânica, sem relação com o contexto fenomenológico. Essa realidade torna a indução eletromagnética um conteúdo abstrato, sem relação com o cotidiano do aluno. Desse modo, o desafio que o sistema educacional tem pela frente é implantar, no espaço escolar, atividades que envolvam a participação plena dos alunos, ou seja, que eles possam realmente por “a mão na massa”. Também que os conteúdos sejam ministrados levando em consideração o cotidiano dos mesmos, para que eles sejam capazes de compreender os conceitos físicos que os cercam.

Diante de tantos problemas, uma das formas de amenizar tais dificuldades seria aproximar o conhecimento científico ao cotidiano dos alunos, desenvolvendo experimentos que proporcionem ao educando observar que os conceitos científicos são verdadeiros e, analisando os problemas encontrados, possibilitar uma aprendizagem significativa.

Portanto, nesta dissertação temos por objetivo maior apresentar, como produto educacional, uma sequência didática e a elaboração de um experimento simples para o ensino do fenômeno de indução eletromagnética. Além disso, buscou-se investigar a eficácia da metodologia de ensino associada às atividades experimentais.

Com o intuito de facilitar a compreensão deste trabalho, organizamos esta dissertação em 6 capítulos. Para isso, o Capítulo 1 (Introdução), indica os objetivos e motivações para as escolhas de tema e referencial teórico. No Capítulo 2 (Fundamentação teórica), apresentamos alguns detalhes para o leitor se situar/relembrar de alguns conceitos educacionais à luz da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel. O Capítulo 3 (Introdução ao fenômeno de indução eletromagnética) apresenta uma breve descrição das ideias de indução de Faraday. No Capítulo 4 (Metodologia) são apresentados os objetivos gerais e os específicos do trabalho, bem como os instrumentos de coleta de dados, o campo e os sujeitos deste estudo e, ainda, a sequência didática. No

Capítulo 5 (Resultados e discussões) apresentaremos os principais resultados obtidos sobre a formação dos professores do núcleo de Assis Chateaubriand com a análise das avaliações da sequência de ensino. Por fim, no último capítulo, expomos nossas considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Muitos dos problemas relacionados ao ensino de Física podem ser superados com o uso de materiais diversificados. Além da utilização do Livro Didático, as atividades experimentais contribuem para o avanço e melhoria do ensino nessa área. Em razão disso, neste capítulo vamos apresentar uma breve descrição da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, que estabelece a base teórica necessária para uma boa condução do trabalho educativo quando se faz o uso de experimentos que visam a favorecer o processo de ensino-aprendizagem.

2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Atualmente, muito se pesquisa sobre as dificuldades dos educadores em proporcionar um ensino de qualidade aos seus alunos. Na ausência de teorias de ensino, muitos professores acabam se baseando em exemplos de seus professores, ou ainda tentam descobrir novas técnicas por meio de tentativa e erro.

Uma das teorias de ensino que vem se destacando atualmente é a Aprendizagem Significativa de Ausubel. Segundo Ronca:

Esta teoria foi introduzida no Brasil na década de 1970 pelo Prof. Joel Martins, quando começou a ministrar cursos de Pós-Graduação na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, baseados nas ideias desse pesquisador norte americano (...). Em 1975, Ausubel esteve no Brasil na, PUC-SP, e coordenou um Seminário Avançado que reuniu 25 pesquisadores de todo o Brasil. (RONCA, 1994, p. 91-95).

Conseqüentemente, a partir deste período, foram desenvolvidos inúmeros trabalhos sobre a teoria ausubeliana por diversos pesquisadores. Entre eles, podemos destacar o idealizador do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Marco Antônio Moreira, que defende a utilização da teoria de Ausubel no ensino.

Para Ausubel et al. (1980), “a aprendizagem significativa implica na aquisição de novos conceitos, ou ainda, é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com aspectos relevantes da estrutura de conhecimento

do indivíduo.” Portanto, a aprendizagem significativa só ocorrerá se o educador proporcionar ao aluno uma prática pedagógica que possibilite ao educando a interação entre seu conhecimento prévio e o conteúdo a ser ensinado.

Na aprendizagem significativa, o conhecimento prévio dos alunos é estritamente importante, porém nem sempre ele será um facilitador de aprendizagem, pois muitas vezes pode se apresentar como um bloqueador, ou como denominado por Gaston Bachelard, obstáculo epistemológico. Por isso, existe a necessidade de nos policiarmos quando trabalhamos alguns conceitos para não colaborar com a potencialização deste tipo de inconveniente.

Moreira destaca que:

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2012 p. 7).

Dessa forma, uma sequência didática que leve em conta o conhecimento prévio dos alunos (subsunçores) e que envolva o desenvolvimento de experimentos proporcionará ao educando um melhor entendimento sobre o conteúdo, pois proporciona ao mesmo a possibilidade de manusear os materiais, discutir o assunto com o grupo e levantar questionamentos, facilitando assim a sua aprendizagem.

Os organizadores prévios correspondem a uma das metodologias de se organizar um material didático para que sua sequência tenha uma organização pré-definida. Segundo Moreira e Masini (1982), organizador prévio é:

Material introdutório apresentado antes do material a ser aprendido, porém em nível mais alto de generalidade, inclusividade e abstração do que o material em si e, explicitamente, relacionado às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva e à tarefa de aprendizagem. Destina-se a facilitar a aprendizagem significativa, servindo de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender o novo material de maneira significativa. É uma espécie de ponte cognitiva. (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 103).

A elaboração dos organizadores prévios cabe ao professor, com o objetivo de apoiar os conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, facilitando a aproximação do conteúdo aos conhecimentos prévios. Além disso,

quando elaborado de uma forma integrada e em um nível adequado, os organizadores prévios oferecem uma ótima base e preenchem a lacuna entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber.

Ausubel, em seus estudos, classificava a aprendizagem de duas maneiras diferentes: mecânica e significativa.

Aprendizagem Mecânica acontece quando os conhecimentos desenvolvidos pelos alunos não se relacionam com os conhecimentos já existentes em sua estrutura cognitiva. Logo, se trata de um conhecimento armazenado de maneira literal, ou seja, uma mera memorização de conceitos e fórmulas. Nesse tipo de aprendizagem, os alunos não dispõem de uma estrutura cognitiva com ideias relevantes que sirvam de base à incumbência de significados aos novos conceitos.

Aprendizagem significativa é aquela onde os novos conhecimentos se relacionam com os já existentes na estrutura cognitiva do aluno, proporcionando ao mesmo o meio de levar os seus conhecimentos prévios a um patamar mais elevado.

Percebe-se que, por intermédio dessa última metodologia, o estudante obtém uma aprendizagem eficaz que o satisfaz segundo o seu ponto de vista, ou seja, segundo o seu contexto histórico-cultural, resultando assim um aprendizado por intermédio da construção de conhecimento. Para Moreira:

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (MOREIRA, 2012, p. 2).

Na aprendizagem significativa, os alunos desenvolvem o cognitivo e estabelecem novos conceitos, o que pode viabilizar um maior interesse pela disciplina. Moreira ainda afirma que:

A aprendizagem significativa não é aquela que nunca esquecemos. Aqui é preciso chamar atenção que aprendizagem significativa não é, necessariamente, aquela que comumente chamamos de “correta”. Quando o sujeito atribui significados a um dado conhecimento, ancorando-o interativamente em conhecimentos prévios, a aprendizagem é significativa, independente de se estes são os aceitos no contexto de alguma matéria de ensino, i.e., de se os significados atribuídos são também contextualmente aceitos, além de serem pessoalmente aceitos. (MOREIRA, 2012 p. 7-8).

Logo, cabe ao professor direcionar sua aula de maneira que a aprendizagem desenvolvida pelo educando e os significados adquiridos por ele estejam no contexto do conceito que está sendo ensinada, procurando sempre interagir, questionar e argumentar de maneira a colaborar para que a aprendizagem esteja dentro de um padrão desejado.

Cabe ao educador levar em consideração a linguagem utilizada durante suas aulas, pois, segundo Moreira (2000, p.14): “Aprender ciências de maneira significativa é aprender linguagem científica”. Portanto, o professor, no desenvolvimento de sua prática deve iniciar suas explicações numa linguagem menos formal, e no decorrer de suas aulas deve desenvolver uma linguagem mais elaborada para que, no final de sua prática, proporcione ao educando a possibilidade de entender o conteúdo com uma linguagem científica.

Desse modo, o desafio que o sistema educacional tem pela frente é o de implantar no espaço escolar atividades que envolvam a participação plena dos alunos, ou seja, que eles possam realmente por “a mão na massa” e, também, que os conteúdos sejam ministrados levando-se em consideração o cotidiano do aluno para que eles sejam capazes de relacionar os conceitos físicos que os cercam. Assim, busca-se despertar no aprendiz o interesse pela ciência e, conseqüentemente, uma compreensão e aprendizagem significativa dos fenômenos da Física.

2.2 O USO DE EXPERIMENTOS NO ENSINO DE FÍSICA

Uma discussão que se torna constante entre os professores de Física é a de como aproximar os alunos provindos do Ensino Fundamental dos conceitos físicos a serem trabalhados no Ensino Médio. Os alunos que iniciam o Ensino Médio almejam entender o mundo que os cercam com a aprendizagem dos conceitos físicos, porém sabemos que esse tipo de conhecimento raramente acontece. Segundo Bonadiman.

As causas que costumam ser apontadas para explicar as dificuldades na aprendizagem da Física são múltiplas e as mais variadas. Destacamos(...) o enfoque demasiado na chamada Física matemática em detrimento de uma Física mais conceitual, o distanciamento entre o formalismo escolar e o cotidiano dos alunos, a falta de

contextualização dos conteúdos desenvolvidos com as questões tecnológicas, a fragmentação dos conteúdos e a forma linear como são desenvolvidos em sala de aula, sem a necessária abertura para as questões interdisciplinares, a pouca valorização da atividade experimental e dos saberes do aluno, a própria visão da ciência, e da Física em particular, geralmente entendida e repassada para o aluno como um produto acabado. (BONADIMAN, 2007, p. 199-223).

Nesse sentido, existe a necessidade de revermos as ações pedagógicas adotadas no ensino de Física para que possamos proporcionar aos alunos um conhecimento efetivo que possa colaborar não só com sua vida acadêmica, mas também com seu convívio social.

Propusemos que todo aluno é dotado de um conhecimento sobre a realidade que os cercam. Esses conhecimentos são taxados de senso comum e muitas vezes são verdadeiras barreiras para que eles desenvolvam seu conhecimento científico. Assim, cabe ao professor aproveitar esses conhecimentos comuns aliados a questões do cotidiano e propor estratégias didáticas para que este evolua para um conhecimento científico.

A utilização de experimentos como estratégia didática pode proporcionar ao aluno interagir entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, pois o manuseamento dos experimentos possibilitará ao educando, a partir de suas concepções espontâneas, verificar e responder as dúvidas por meio do que lhe foi proposto e evoluir seu conhecimento para um patamar mais elevado. Assim, a relação entre teoria e prática contribui para o desenvolvimento do conhecimento científico do aluno, possibilitando transformar um conhecimento popular em um conhecimento científico. Segundo Leite, Silva e Vaz:

As práticas contribuem para o aprendizado dos métodos científicos, indicando aos alunos como desenvolver e executar etapas que permitam solucionar problemas e justificar, ou não, hipóteses pré-concebidas. Além disso, as práticas servem como estratégias complementares para construção de uma nova visão sobre o tema abordado na teoria. (LEITE; SILVA; VAZ, 2004, p. 15).

O estudo sobre a utilização de experimento no ensino de Física vem sendo discutido e proposto há séculos, porém, sua utilização não é tão frequente.

A partir da década de 1970, começaram a surgir em todo mundo museus e centro de ciências, locais onde as demonstrações experimentais são o centro da atenção e do encantamento de seus visitantes (...). (GASPAR; CASTRO, 2005, p. 2).

Para Gaspar, é por meio dos experimentos que as ciências encantam e aguçam o interesse das pessoas. O uso de experimentos em sala proporciona aos estudantes a comprovação da origem de diferentes possibilidades de aprendizagem na disciplina a ser ministrada, despertando no estudante a participação e a curiosidade na discussão da matéria.

Percebe-se, nesse fato, que por intermédio dessa metodologia o aluno obtém uma aprendizagem eficaz que o satisfaz segundo o seu ponto de vista, ou seja, segundo o seu contexto histórico-cultural, resultando, assim, num aprendizado por intermédio da construção de conhecimento.

Historicamente, temos que a própria evolução dos conceitos físicos tem uma enorme relação com dados experimentais. Temos, como exemplo, a descoberta de Oersted no eletromagnetismo, que revolucionou os conceitos físicos sobre o tema na época. Porém, utilizar experimentos como estratégia didática envolve uma imensa reflexão, pois temos vários contextos para levarmos em consideração, o alto custo de materiais, a quantidade de alunos por sala, a formação do professor, entre outros. Barbieri defende que:

Embora o Ensino de Ciências através de experiências seja apontado por todos (...) como condição básica para a aprendizagem, o ensino experimental não se viabiliza nas escolas. Os professores têm dificuldades em realizar experimentos principalmente porque, durante a sua formação em cursos de Licenciatura, muitos não têm acesso a laboratórios. (BARBIERI, 1993).

Consequentemente, temos, em grande parte, aulas tradicionais, onde o professor não passa de um mero transmissor de conhecimento, proporcionando aos educandos, na maioria das vezes, uma aula de baixa qualidade.

Piassi (1995) ainda afirma que: A educação científica sofre hoje com a falta de investimento em infraestrutura escolar, com a precária formação de professores e com o resultado de anos de influência de livros didáticos derivados de apostilas de cursinhos pré-vestibulares que ajudou a produzir um currículo baseado em jargões, fórmulas e definições desvinculados das necessidades de formação dos estudantes e de conhecimentos científicos relevantes. (PIASSI, 1995).

Diante desse cenário, é importante que o professor procure, na medida do possível, desenvolver experimentos confeccionados com materiais de baixo

custo, de preferência construídos pelos próprios alunos e sob orientação dos professores, buscando se adequar ao tempo e aos recursos disponíveis.

O uso do experimento como recurso didático possibilita a aproximação do conhecimento prévio com o conhecimento científico, facilitando esta transposição didática e proporcionando aos alunos novos conhecimentos. Assim, desenvolve-se o seu cognitivo e estabelecem-se novos conceitos, o que pode viabilizar um maior interesse pela disciplina e uma aprendizagem mais significativa.

3 INTRODUÇÃO AO FENÔMENO DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

O eletromagnetismo é a parte da Física que estuda os fenômenos elétricos e magnéticos. Podemos afirmar que, de uma forma geral, os fenômenos elétricos são resultados da presença de cargas elétricas e os fenômenos magnéticos se originam de cargas elétricas em movimento. É conhecido que há dois tipos de cargas elétricas: positiva e negativa. Os prótons, portadores de carga elétrica positiva e, os elétrons, dotados de carga elétrica negativa (OKA, 2000).

Dentre todos os fenômenos magnéticos estudados, um dos mais fascinantes e amplamente empregado no desenvolvimento da tecnologia, além de muito utilizado pela sociedade, é o fenômeno de indução eletromagnética. Portanto, neste capítulo apresentaremos uma breve explanação da evolução do conhecimento em torno deste tema, desde o descobrimento de Hans Christian Oersted, o qual estabeleceu as relações entre corrente elétrica e campo magnético até a formulação da Lei de Faraday, que explicam o processo de indução eletromagnética (ROCHA, 2002, p. 246).

3.1 A DESCOBERTA DA RELAÇÃO ENTRE MAGNETISMO E ELETRICIDADE

Antes dos estudos realizados por Oersted a relação entre eletricidade e magnetismo já era conhecida, porém não compreendida. Pelo menos três séculos antes já se observava a perturbação de bússolas causada por descargas atmosféricas (raios). Entretanto, não se tinha uma explicação científica para esse fenômeno (ROCHA, 2002, p. 246).

Segundo Rocha (2002, p. 246):

Por volta de 1750 o próprio Benjamin Franklin, numa carta enviada a um de seus correspondentes, de nome Peter Collinson, comenta que, durante tempestades, as bússolas do navio de um certo capitão Waddel tiveram suas polaridades invertidas.

Porém, apesar dessas observações, a imantação de uma agulha pela ação de uma descarga elétrica era um conceito de difícil compreensão para a época, levando Franklin a escrever numa carta datada de 1773:

Em relação ao magnetismo que parece ser produzido pela eletricidade, minha opinião real é que esses dois poderes da natureza não possuem afinidade mútua e que a aparente produção do magnetismo (pelas descargas elétricas) é puramente acidental. (ROCHA, 2002, p. 247).

Apesar dessa observação feita por Franklin em 1773, por volta de 1800 muitos acreditavam que existia uma relação entre eletricidade e magnetismo. Entretanto, não tinham conseguido demonstrar esse fenômeno experimentalmente. Uma das falhas cometidas na época em relação aos procedimentos experimentais foi a investigação do assunto por meio da ação eletrostática.

Oersted desenvolveu suas atividades científicas apoiando-se na ideia de que a natureza era dotada de uma alma ativa. Ele defendia existir uma relação entre eletricidade e magnetismo e, assim, passou a investigar o assunto por meio da corrente elétrica.

Hansteen, um pesquisador que no inverno de 1819-1820 assistiu ao curso sobre eletricidade e magnetismo ministrado por Oersted na Universidade de Copenhague, escreveu uma carta dirigida a Faraday escrita em 30/12/1857, na qual afirma que:

Oersted sempre colocou o fio condutor de sua pilha em ângulo reto sobre a agulha magnética, sem notar movimentos perceptíveis. Uma vez após sua aula, em que emprega uma forte pilha para outras experiências, disse-nos: "Experimentemos colocar o fio paralelo a agulha". Fazendo isto, ficou perplexo ao ver a agulha oscilar com a força (quase em ângulo reto com o meridiano magnético). "Invertamos - disse - depois a direção da corrente". E então a agulha se desviou na direção contrária. Deste modo foi feita a grande descoberta. (ROCHA, 2002, p. 248).

A partir daquele momento, a relação entre eletricidade e magnetismo foi observada. Todavia, estudiosos que desenvolviam pesquisas na época se dedicaram a descobrir como seriam os referenciais deste campo. Entre eles, tivemos André-Marie Ampère (1775 – 1836), que realizou experiências em diversas situações, a fim de determinar as características do campo magnético ao redor de condutores retilíneos percorridos por uma corrente elétrica.

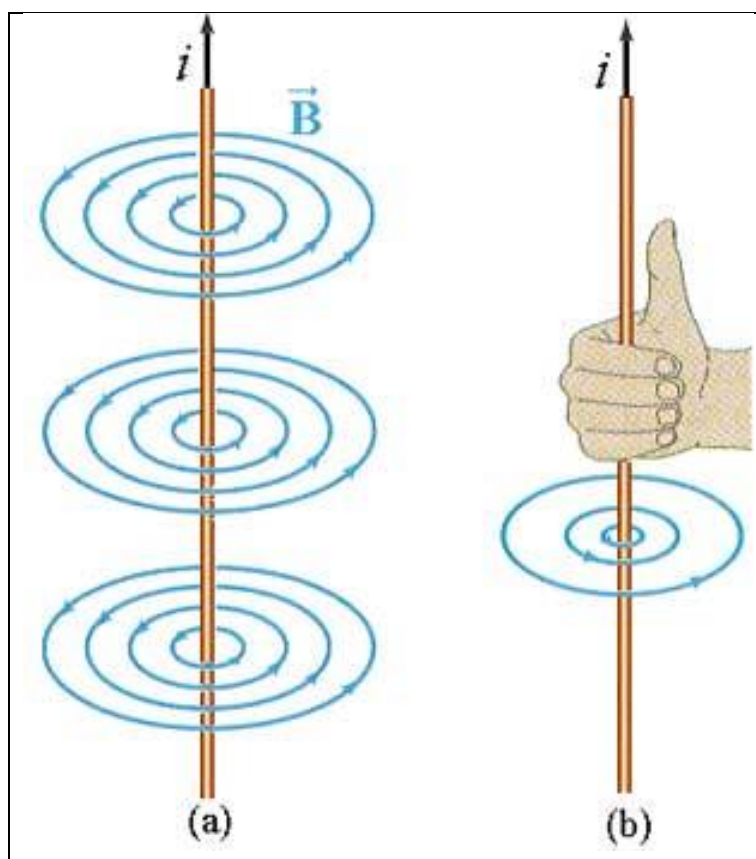
De acordo com Rocha (2002, p. 251), Ampère apresentou um estudo no qual mostrava que "duas correntes se atraem quando se movem paralelamente,

no mesmo sentido” e “se repelem quando se movem paralelamente, em sentido contrário”.

Além dessas observações, as contribuições de outros pesquisadores como Jean B. Biot e Felix Savart revelaram um aspecto surpreendente nesse novo tipo de interação física, verificando que a força entre o polo magnético e as pequenas porções do fio é perpendicular à linha que une o fio e o polo magnético.

Nos estudos sobre as características do campo magnético gerado por um fio retilíneo percorrido por uma corrente elétrica, Ampère estabeleceu uma regra prática para obter a direção e o sentido do campo sem o auxílio da bússola, o que ficou conhecida como regra da mão direita, conforme a Figura 1:

Figura 1 – Representação da direção do campo magnético de um fio retilíneo percorrido por uma corrente elétrica através da regra da mão direita



Fonte: Silva (2013)¹.

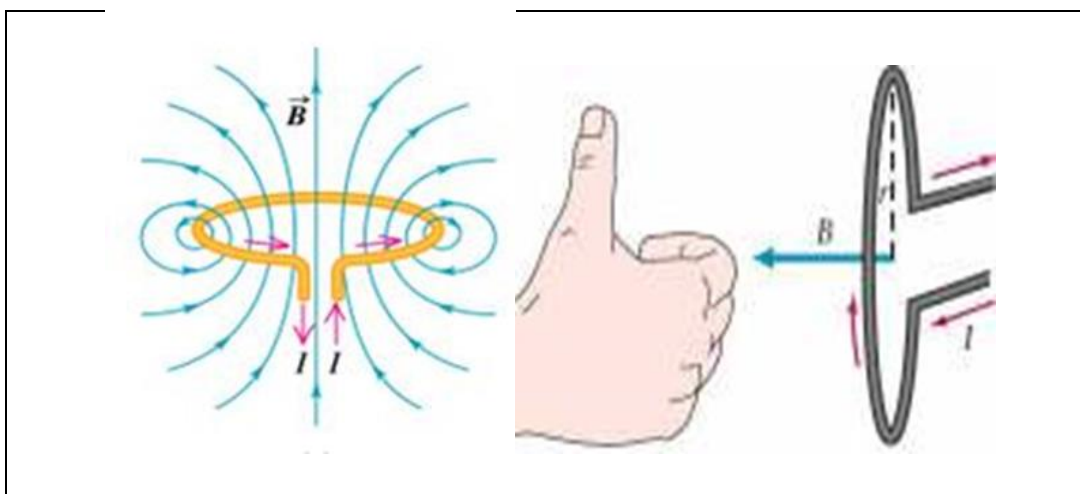
Observando a Figura 1, nota-se se que utilizando a mão direita e posicionando o polegar no sentido da corrente elétrica que percorre o fio longo

¹Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/campo-magnetico---conductor-retilineo-aplicacoes-da-lei-de-ampere.htm>>.

obtemos a direção do campo magnético com a orientação dos demais dedos. Pela figura temos campo magnético entrando a direita do fio e campo magnético saindo a esquerda do fio.

Quando ligamos as pontas de um fio condutor temos a formação de uma espira, que pode ser de diferentes formas. No caso específico trataremos da espira circular planificada, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Representação do campo magnético de uma espira circular



Fonte: Silva (2013)².

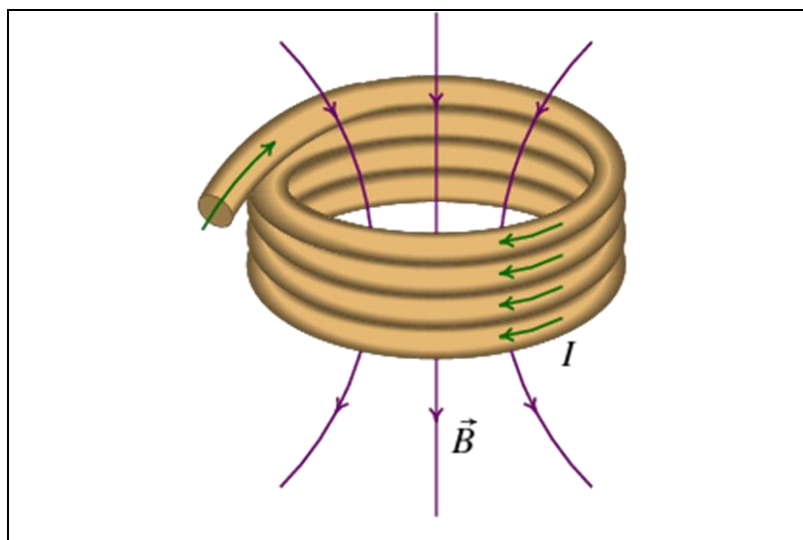
Neste caso, o campo magnético no centro de uma espira circular obedece à regra da mão direita de Ampère, ou seja, considerando cada trecho da espira como se fosse um pedaço do fio e posicionando o polegar no sentido da corrente elétrica, teremos a indicação do campo magnético da espira com os demais dedos, já o campo magnético no centro da espira é sempre perpendicular ao seu plano.

Um questionamento interessante seria o seguinte: como ficaria o campo magnético se sobrepossemos várias espiras?

Para responder ao questionamento, devemos pensar que quando sobrepossemos várias voltas iguais em torno da mesma circunferência temos uma superposição de espiras, ou seja, uma bobina chata, ou plana, como mostra a Figura 3.

²Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/campo-magnetico---condutor-retilineo-aplicacoes-da-lei-de-ampere.htm>>.

Figura 3 – Campo magnético produzido pela corrente em uma bobina



Fonte: <def.fe.up.pt/electricidade/indução>³.

Assim, com várias espiras, formamos uma bobina plana e teremos maior intensidade de campo magnético no centro da bobina, pois os campos de cada espira se somam, sendo que o mesmo aumenta proporcionalmente ao número de espiras acumuladas. Já do lado de fora da bobina, por questões de simetria, o campo é mais fraco. Para o exemplo da Figura 3, o campo magnético na bobina também obedece a regra da mão direita, na qual podemos fazer a relação entre a direção da corrente elétrica e a direção e sentido do campo magnético.

3.2 A DESCOBERTA DE FARADAY

O físico inglês Michael Faraday (1791-1867) contribuiu muito no desenvolvimento do eletromagnetismo ao verificar que a variação do fluxo magnético gerava uma corrente elétrica induzida.

Assim, para compreender a descoberta de Faraday vamos definir, inicialmente, o fluxo magnético que atravessa uma determinada superfície, representado aqui pela letra grega Φ . Para isso, vamos precisar de três grandezas físicas:

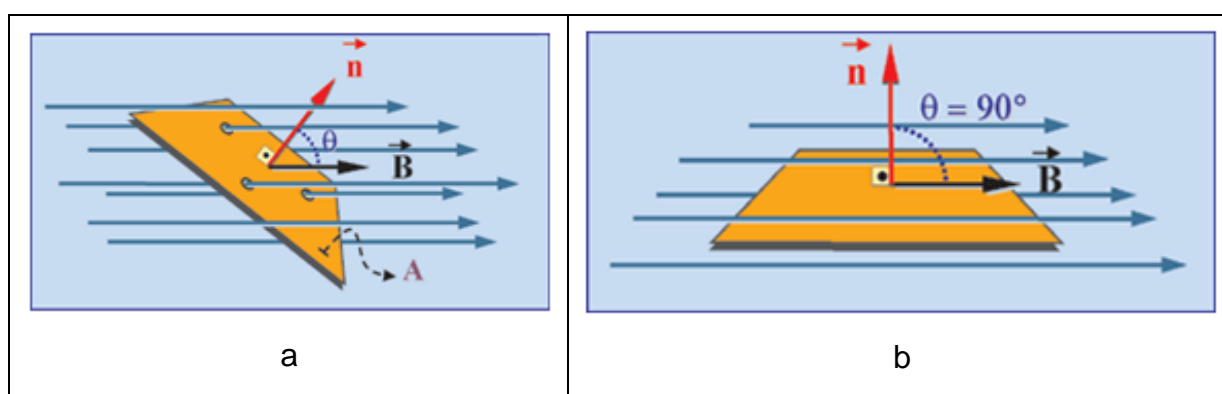
- A intensidade do campo, representado pela letra \vec{B} .

³Disponível em: <<https://def.fe.up.pt/electricidade/inducaao.html>>.

- O tamanho da área atingida pelo campo, representada pela letra **A**;
- Do ângulo entre a normal da área \vec{n} e o vetor campo magnético representado por θ .

As Figuras 4a e 4b ilustram a relação entre as superfícies, o ângulo entre a normal \vec{n} e o vetor campo magnético \vec{B} .

Figura 4 – Demonstração da relação da intensidade de fluxo de campo magnético e o ângulo entre o vetor **B** e a normal



Fonte: Cruz (2017)⁴.

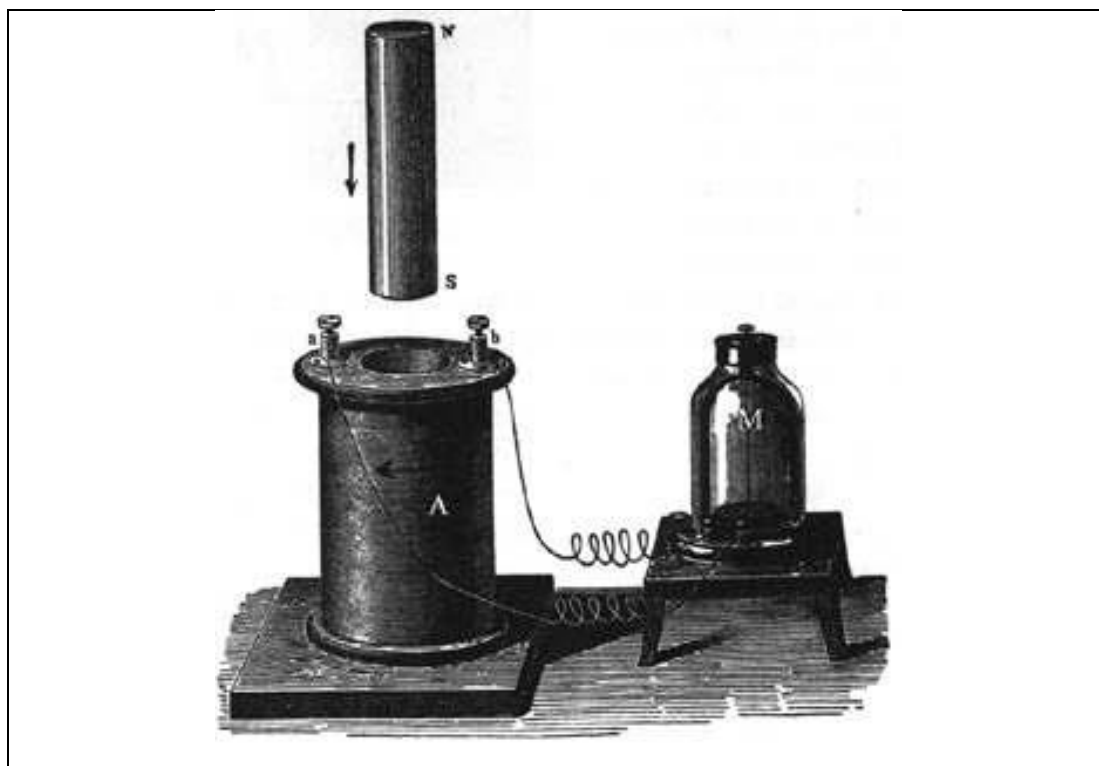
O fluxo magnético pode ser definido como a medida do campo magnético total que atravessa uma área específica. Pela figura acima, fica claro que quanto menor o ângulo entre o vetor **B** e a normal, \vec{n} maior será o fluxo magnético. A intensidade deste campo pode ser definida pela equação 1.

Equação 1.
$$\Phi = B A \cos\theta$$

E, na Figura 5, observamos uma ilustração do aparato experimental utilizado por Faraday em seus estudos.

⁴Disponível em: < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgMdUAG/lei-faraday> >.

Figura 5 – Ilustração do aparato experimental de Michael Faraday



Fonte: Feira de ciências (1999)⁵.

Faraday observou que variando o campo magnético que permeia um circuito fechado ou movimentando o próprio circuito em um campo magnético, surge corrente elétrica induzida nesse circuito, cuja intensidade é proporcional a variação temporal do fluxo magnético que atravessa a área ocupada pelo circuito.

Para determinar a intensidade da diferença de potencial induzida, ou força eletromotriz, temos a seguinte equação 2:

Equação 2.
$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt}$$

O quadro 1, estabelece o significado das equações 1 e 2 de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (S.I.).

⁵ Disponível em: <<http://www.feiradeciencias.com.br/cientistas/faraday.asp>>.

Quadro 1 – Significados das equações no (SI)

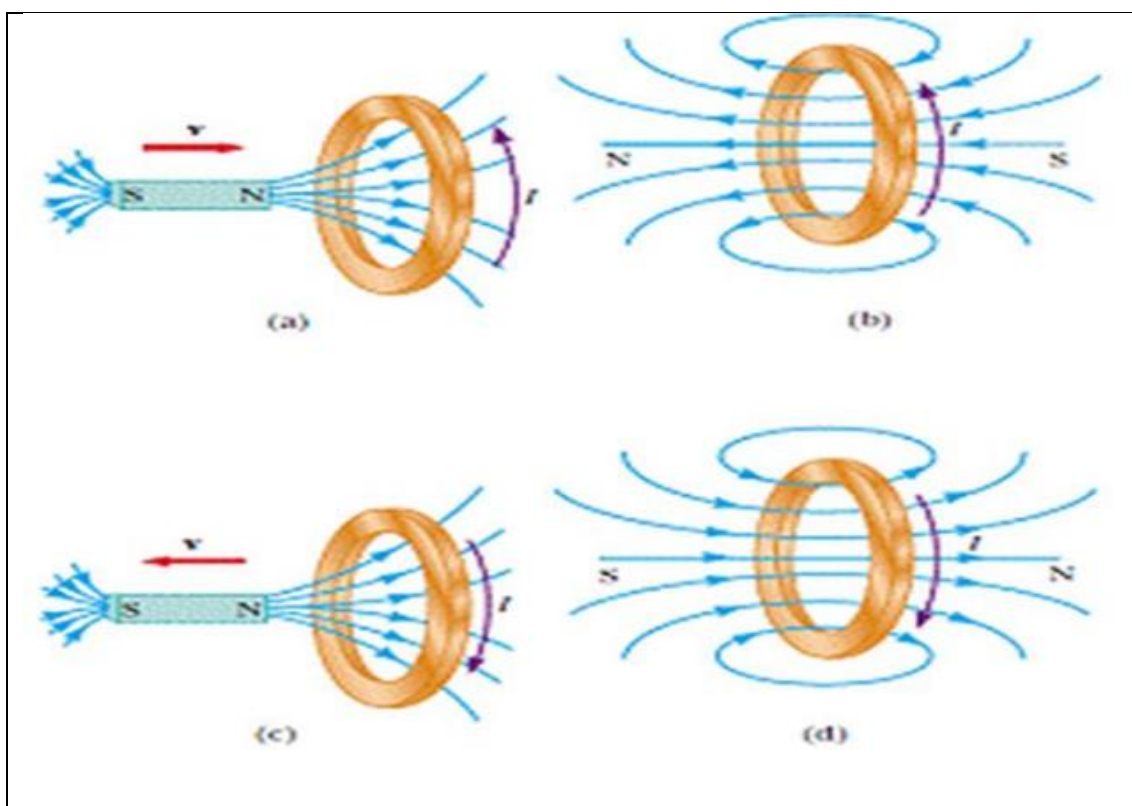
$\Phi = \vec{B} A \cos\theta$	$\Phi \Rightarrow$ Fluxo magnético, unidade de medida é Weber (Wb); $B \Rightarrow$ Campo magnético, unidade de medida é Tesla (T); $A \Rightarrow$ Área, unidade de medida é metros quadrados (m ²).
$\varepsilon = \frac{d\Phi}{dt}$	$\varepsilon \Rightarrow$ Força Eletromotriz Induzida, unidade de medida é Volts (V); $\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow$ Derivada temporal do fluxo magnético.

Fonte: Autoria Própria (2017).

3.3 A CONTRIBUIÇÃO DE LENZ

O físico alemão, Heinrich Lenz (1820-1823) também contribuiu para a compreensão do fenômeno de indução. Lenz foi quem observou que quando se reduz a intensidade do campo magnético original que atua em um circuito, surgirá um campo magnético gerado pela corrente induzida na mesma direção e sentido do campo magnético original, a fim de se opor à diminuição. Mas, se a intensidade do campo magnético original aumentar, o campo gerado pela corrente induzida terá sentido oposto ao do campo original, para se opor ao aumento. A Figura 6b e 6d representam o campo magnético na espira em relação a aproximação ou afastamento do pólo norte do imã.

Figura 6 – Representação da aproximação e afastamento do campo magnético norte do ímã de uma espira, apresentando o campo opositor gerado pela corrente induzida



Fonte: Simões (2017)⁶.

Lei de Lenz

A corrente induzida em uma espira tem um sentido tal que o campo magnético produzido pela corrente se opõe ao campo magnético que induz a corrente.

Com relação a equação de Faraday $\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt}$, a Lei de Lenz agrega um sinal para denotar a natureza da oposição. Assim, a equação 3 ficou escrita:

Equação 3.
$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

⁶ Disponível em: <http://masimoes.pro.br/fisica_el/inducacao-eletromagnetica.html>.

4 METODOLOGIA

Realizar uma pesquisa está muito além de desenvolver questões e aplicá-las a um determinado seguimento da sociedade. Existe a necessidade de se programar, escolher o público alvo e determinar o foco do trabalho, como serão analisados os dados.

Diante disso, neste capítulo, será apresentado o enfoque da pesquisa, qual o público alvo e como aconteceu a coleta de dados para posterior análise.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Quando se realiza uma pesquisa na área de ensino, Moreira e Rosa (2009) afirmam que devemos ter, predominantemente, dois enfoques: o qualitativo e o quantitativo. No entanto, em uma pesquisa em que o pesquisador está envolvido no direcionamento nas interações entre os sujeitos participantes, como em uma sala de aula, o enfoque qualitativo se apresenta como o mais adequado.

De acordo com Moreira e Rosa (2009, p. 6) o interesse central numa pesquisa qualitativa está em:

[...] uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos a suas ações em uma realidade socialmente construída, através de observação participativa, isto é, o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse. Os dados obtidos por meio dessa participação ativa são de natureza qualitativa e analisados correspondentemente.

Assim, este trabalho trata da elaboração, aplicação e avaliação de um produto educacional que visa auxiliar professores e estudantes na abordagem do eletromagnetismo, em especial o fenômeno de indução eletromagnética no Ensino Médio. A viabilidade desse processo será analisada pela evolução e participação dos membros envolvidos.

4.2 O CONTEXTO DO ESTUDO

O estudo foi realizado a partir da aplicação de uma pesquisa quantitativa com dez professores que lecionam a disciplina de Física nas escolas estaduais, além de também uma pesquisa qualitativa com quatorze alunos do Ensino Médio de um colégio estadual. Neste caso, corpo docente e colégio apresentam-se jurisdicionados ao núcleo de Assis Chateaubriand, Paraná.

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa com os professores para analisar as ações docentes e a viabilidade do produto proposto nesta Dissertação de Mestrado. Em um segundo momento, a pesquisa foi direcionada com a participação dos alunos e com a aplicação do produto.

O estudo foi realizado no tempo destinado às aulas da disciplina de Física em uma turma do 3º ano do Ensino Médio Regular, no período noturno em uma escola pública estadual. Toda a pesquisa foi conduzida pelo próprio professor responsável pela turma e autor deste trabalho. Outro fator importante a ser considerado é que, durante o desenvolvimento do estudo, foi necessário a solicitação de mudança de horário da turma selecionada para que o professor tivesse a possibilidade de trabalhar com aulas geminadas.

A faixa etária da maioria dos estudantes que participaram da pesquisa é de 17 anos. Todavia, alguns alunos se encontravam com defasagem série/idade e estavam afastados da escola há algum tempo.

4.3 COLETA DE DADOS

A aplicação da pesquisa com os professores foi feita a partir de um questionário que procurava conhecer melhor como o conteúdo de eletromagnetismo é trabalhado nas escolas do núcleo de Assis Chateaubriand, PR. Com isso, levantamos informações sobre o desenvolvimento de suas aulas, sobre eletromagnetismo e se os mesmos sentem a necessidade de um material de apoio para a realização desse trabalho.

As questões propostas aos professores foram:

- 1 – Qual a sua formação profissional?
- 2 – Possui Pós-graduação?

- 3 – Há quantos anos está atuando como professor da disciplina de Física?
- 4 – Durante o Ensino Médio, é possibilitado aos alunos o ensino sobre o conteúdo de eletromagnetismo?
- 5 – Como é trabalhado o ensino deste conteúdo?
- 6 – Quais as metodologias utilizadas no ensino do conteúdo citado?
- 7 – Para os professores que indicaram que não possibilitam o ensino do eletromagnetismo: quais os motivos pelos quais não se é possível trabalhar o conteúdo?
- 8 – Na sua instituição de trabalho existem materiais didáticos que possam ser utilizados?
- 9 – Em relação aos experimentos, você acha viável a utilização dos mesmos para o ensino de conceitos físicos? Quais tipos de experimentos?
- 10 – Se tivesse disponível uma sequência didática organizada com desenvolvimento de experimentos de baixo custo e todos os passos teóricos e metodológicos para o desenvolvimento das aulas sobre eletromagnetismo, seria possível a utilização?
- 11 – Quais sugestões de metodologias e materiais didáticos você sugere para que fosse possível um trabalho adequado no ensino de eletromagnetismo no Ensino Médio?

Amparado pela pesquisa bibliográfica e a pesquisa quantitativa realizada com os professores, foi desenvolvido um produto educacional, sendo esse uma sequência didática elaborada com uma metodologia de estudo dirigido e investigativo. Compõem a sequência didática trabalhos em grupo e individuais, estratégias didáticas que contemplem, principalmente experimentos, além de simulador, leitura de textos, vídeos, questionários e mapas conceituais.

A sequência didática foi baseada na aprendizagem significativa de Ausubel, a qual foi utilizada como instrumento de levantamento de dados, questionários, observações e apontamentos levantados pelos alunos durante o processo, manipulação dos experimentos e mapas conceituais que possibilitam que os alunos indicassem se os mesmos realmente conseguiram organizar os conteúdos trabalhados e seus conceitos científicos.

A proposta procurou deixar as aulas mais dinâmicas e atrativa aos educandos, fugindo do método tradicional, buscando a interação entre os alunos

com atividades em grupo e incentivando a curiosidade dos alunos através das discussões e investigações sobre o acontecido durante o processo.

A sequência didática proposta foi dividida em cinco encontros, com duas aulas destinadas para cada encontro. A organização das aulas aconteceu de acordo com o quadro 2.

Quadro 2 – Organização da sequência didática

ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	
Estrutura elaborada para trabalhar com duas aulas geminadas (50 minutos cada aula)	
1º ENCONTRO	<p>Aplicar um questionário para levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre eletromagnetismo.</p> <p>Propor para formarem os grupos e apresentar o vídeo 1: Voyage em Electricite (YOUTUBE, 2017), contendo as relações entre CC e CA.</p>
2º ENCONTRO	<p>Apresentar o experimento 1 (Experimento de Oersted) aos grupos.</p> <p>Deixar que os alunos manuseiem o experimento.</p> <p>Aplicar um novo questionário, agora para ser respondido em grupo, que os levem a refletir sobre o acontecido no experimento, ou seja, a deflexão da agulha da bússola.</p> <p>Pedir para que um representante de cada grupo passe para o grande grupo as conclusões formuladas.</p> <p>Apresentar um vídeo 2, (Concepts de Science), que apresentam conceitos da Lei de Faraday e Lei de Lenz.</p>
3º ENCONTRO	<p>Apresentar o experimento 2 (Indutor de rádio).</p> <p>Direcionar alguns manuseios que os alunos devem fazer com o experimento e propor algumas questões, conforme os movimentos realizados com o material.</p> <p>As questões aplicadas têm o intuito de levar os alunos a discutirem sobre as observações feitas no experimento apresentado, como:</p>

	<p>A relação entre o ruído sonoro e a distância entre as bobinas;</p> <p>A relação entre o ruído sonoro e o ângulo entre as bobinas;</p> <p>A espessura dos fios de cobre;</p> <p>A quantidade de enrolamento em cada bobina.</p> <p>Definir a equação da Lei de Faraday-Neumann e Lei de Lenz.</p> <p>Propor alguns problemas que envolvam as leis citadas em suas resoluções.</p>
4º ENCONTRO	<p>Distribuir o material necessário para confeccionar o experimento 3 (Motor didático).</p> <p>Propor que os alunos, em grupos, produzam o experimento.</p> <p>Obs: Durante a construção do experimento o professor deve discutir com os alunos os erros e acertos no desenvolvimento da experiência. Também serão aplicadas algumas questões dissertativas.</p> <p>Levar os alunos ao laboratório de informática para que eles possam manusear o simulador (Laboratório de Física de Faraday), disponível no Site Phet Colorado, onde os alunos poderão simular os conceitos físicos discutidos na sequência didática.</p>
5º ENCONTRO	<p>O quinto encontro ficará reservado para a avaliação final.</p> <p>Serão aplicadas algumas questões objetivas para, depois, dar-se uma breve aula de como se montar mapas conceituais.</p> <p>Em seguida, solicitar que os alunos montem um mapa conceitual contemplando os conceitos físicos trabalhados na sequência.</p>

Fonte: Autoria Própria (2017).

4.4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

O primeiro questionário proposto aos alunos apresenta questões abertas sobre os temas que serão trabalhados na sequência didática, com o objetivo de levantar os conhecimentos prévios dos alunos. Porém, durante toda sequência os alunos estarão sendo avaliados por meio das atividades desenvolvidas, questionamentos e argumentações.

Os dados do processo serão levantados segundo a evolução dos conhecimentos apresentados durante o processo, por meio de comparação do primeiro questionário e o mapa conceitual final.

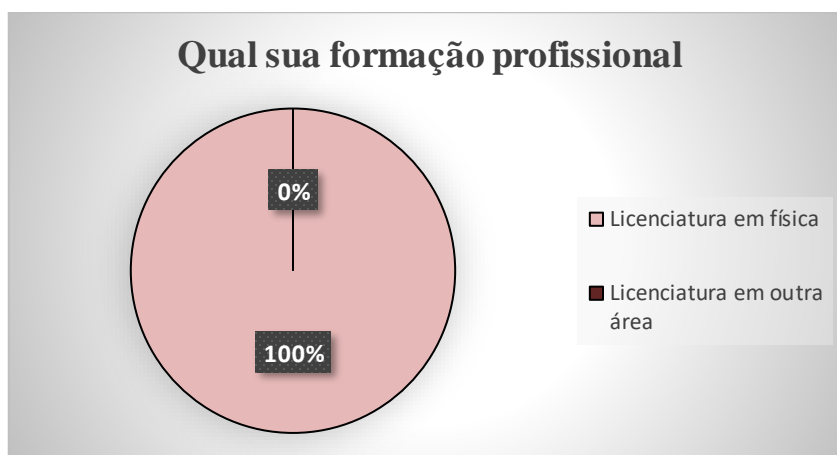
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, vamos discutir os resultados obtidos durante a pesquisa com os professores do Núcleo Regional de Educação de Assis Chateaubriand – PR, sobre as ações docentes no ensino de eletromagnetismo, principalmente o conteúdo de indução eletromagnética. Em seguida, apresentaremos a análise da aplicação do produto desenvolvido, apontando os principais resultados de nossa pesquisa.

5.1 AÇÕES DOCENTES SOBRE O CONTEÚDO DE ELETROMAGNETISMO

Primeiramente, foi desenvolvida uma pesquisa com os professores do Núcleo Regional de Educação de Assis Chateaubriand – PR, com o intuito de conhecer melhor como o conteúdo de eletromagnetismo é trabalhado nas escolas. Para tanto, foi elaborado um questionário aos professores. Com isso, levantamos informações sobre suas formações, como acontece o desenvolvimento de suas aulas sobre o eletromagnetismo e se os mesmos sentem a necessidade de um material de apoio para a realização desse trabalho.

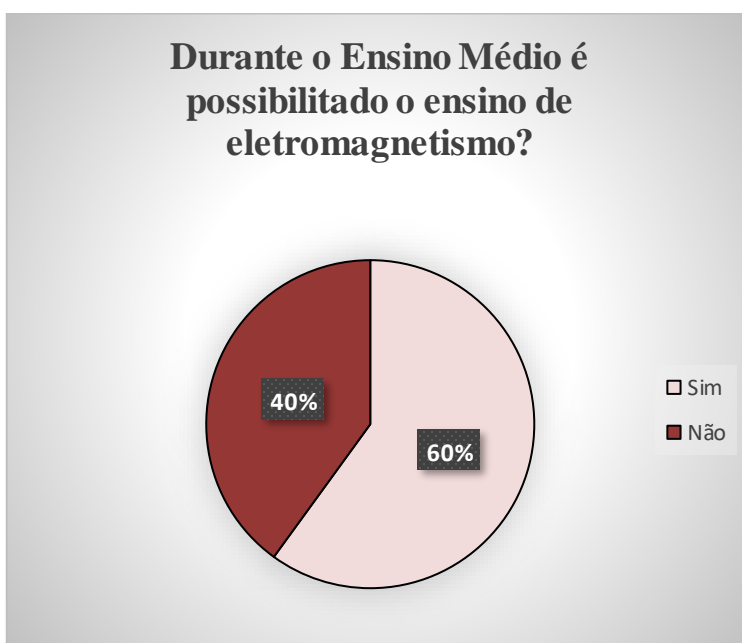
Inicialmente, os educadores foram questionados quanto a sua formação. A partir das respostas dos professores, construiu-se o gráfico apresentado da Figura 7.

Figura 7 – Gráfico sobre a formação dos professores

Fonte: Autoria própria (2017).

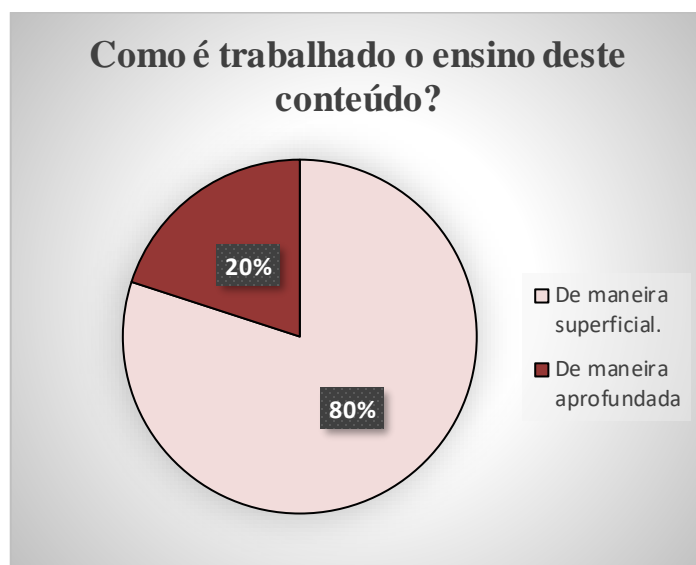
Pelos dados levantados, temos que 100% dos professores têm formação na área em que trabalham, o que não é muito comum quando comparados com outras regiões. Outro fato relevante da pesquisa é que todos os professores pesquisados possuem Pós-graduação na área de ensino, constituindo um corpo docente com formação adequada para lecionar a disciplina de Física.

Quando questionados sobre o ensino de eletromagnetismo, obteve-se as seguintes respostas, de acordo com as Figuras 8 e 9.

Figura 8 – Gráfico sobre o ensino do eletromagnetismo no Ensino Médio

Fonte: Autoria Própria (2017).

Figura 9 – Gráfico sobre como é trabalhado o eletromagnetismo

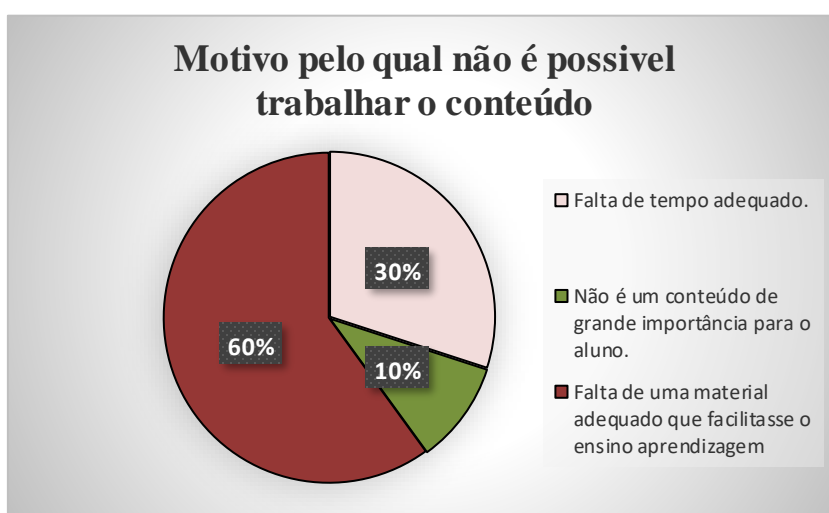


Fonte: Autoria Própria (2017).

Os dados do primeiro gráfico mostram que apesar do conteúdo de eletromagnetismo ser de grande importância, apenas sessenta por cento dos professores conseguem trabalhar seus conceitos em sala de aula. Dentre esses, o segundo gráfico mostra que 80% trabalham este assunto de forma superficial.

Os professores foram questionados sobre quais os motivos pelos quais não é possível, para eles, trabalharem o conteúdo eletromagnetismo. As respostas são apresentadas na Figura 10.

Figura 10 – Gráfico sobre os motivos que levam a não trabalhar o conteúdo de eletromagnetismo

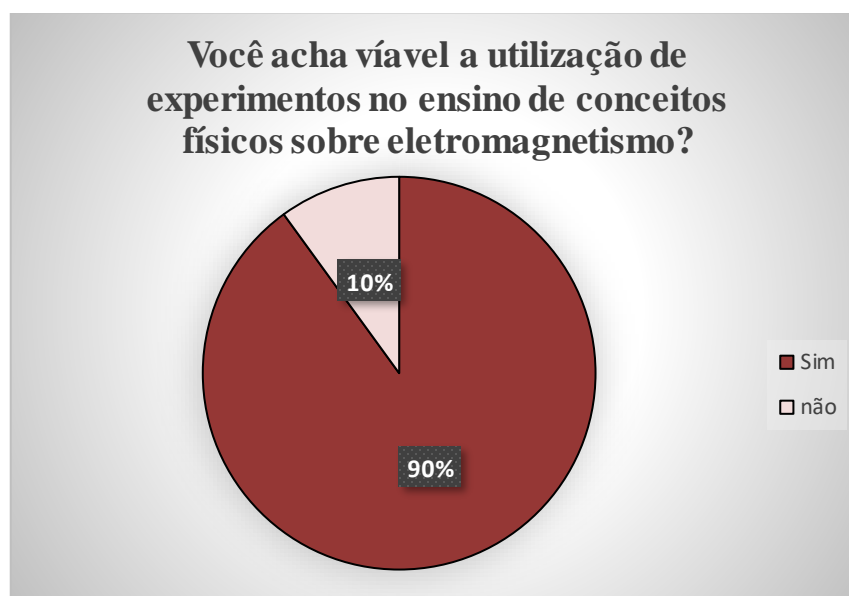


Fonte: Autoria Própria (2017).

Um dos resultados que desperta curiosidade é que 10% dos professores defendem que o conteúdo não é importante, apesar do mesmo fazer parte dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (2002). Do restante, 30% alegam que não possuem tempo suficiente em sala de aula para trabalhar o conteúdo e 60 %, a grande maioria, diz que possuem necessidade de algum material de apoio adequado.

Na figura 11, são apresentadas as repostas dos professores quanto a viabilidade de experimentos durante as aulas para o ensino de eletromagnetismo.

Figura 11 – Gráfico sobre a viabilidade da utilização de experimento no ensino de eletromagnetismo



Fonte: Autoria própria (2017).

De acordo com a Figura 11, observa-se que a maioria dos professores aprovam a utilização de experimentos no ensino de Física. Entretanto, a utilização de experimentos está além de apenas querer utilizá-los.

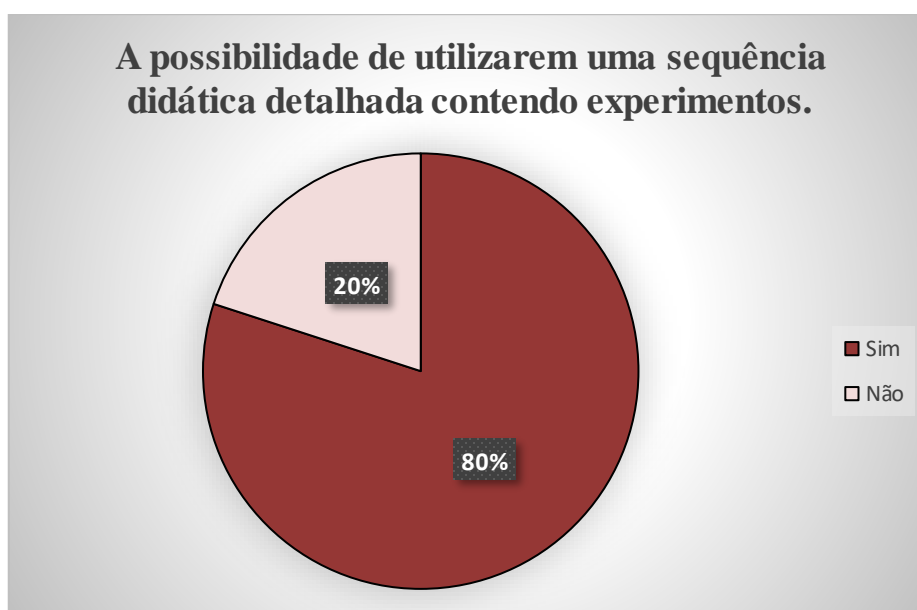
Segundo Sacristán (2000), o saber fazer do docente está ligado com a condução da prática escolar e se desenvolve por meio dos esquemas práticos, que se constituem em modelos de atividades de ensino, ligadas a um determinado conteúdo.

Portanto, a utilização de experimento em sala de aula deve ser planejada discutindo os erros e acertos, pois, se esse for trabalhado apenas como um

roteiro corre-se o risco de que esta estratégia didática tenha um resultado pouco eficaz.

Por último, os professores foram questionados, na possibilidade de haver um material adequado em uma sequência didática com experimentos para o ensino de eletromagnetismo, se eles o utilizariam. As respostas estão na Figura 12.

Figura 12 – Gráfico sobre a possibilidade do uso de uma sequência didática para o ensino de eletromagnetismo



Fonte: Autoria própria (2017).

Oitenta por cento dos professores pesquisados acharam viável a utilização de experimento no ensino de Física e, se tivessem disponível uma sequência didática organizada com desenvolvimento de experimentos de baixo custo, com todos os passos teóricos e metodológicos para o desenvolvimento das aulas sobre eletromagnetismo, os entrevistados afirmam que seria possível a utilização.

Mediante estes levantamentos, elaboramos uma sequência didática para trabalhar o conteúdo de eletromagnetismo, focando na parte de indução eletromagnética, a qual será descrita passo a passo na seção a seguir.

5.2 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO PRODUTO DESENVOLVIDO

Posteriormente a pesquisa feita com os professores, concluímos que iríamos desenvolver uma sequência didática contemplando o conceito histórico da Descoberta de Oersted, Lei de Faraday e Lei de Lenz. Usamos como base a utilização de um experimento, além de textos, vídeos e simuladores. Organizou-se um trabalho em cinco encontros com duas aulas de 50 minutos a cada encontro.

No primeiro encontro com os alunos, foi aplicado um questionário (anexo A), composto por questões discursivas e ilustrativas, com a disponibilidade de algumas figuras. Pediu-se que os educandos respondessem individualmente a esse questionário, com o intuito de levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre eletromagnetismo.

A primeira questão tinha o objetivo de levantar quais os conhecimentos básicos que os educandos tinham sobre corrente elétrica e emissão de luz:

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

Entre as respostas analisadas, tivemos:

“A lâmpada funciona através da eletricidade. Quando desligamos o interruptor cortamos a interação da eletricidade com a lâmpada”.

“Sem eletricidade, a luz não acende”.

“Quando ligamos é acionado a corrente elétrica, e quando desligamos a corrente é interrompida. A relação está nas descargas elétricas”

No geral, percebe-se que os alunos têm um conhecimento bem superficial sobre o tema descrito e questionado aos mesmos.

A segunda questão já tinha como objetivo levantar o conhecimento dos alunos sobre campo magnético do ímã, sendo a seguinte questão:

“Ímãs atraem-se ou se repelem? Por que?”

Tivemos as seguintes respostas:

“Ora atraem-se, ora se repelem, pois, ímãs de mesma carga se repelem e ímãs de diferentes cargas elétricas se atraem”.

“Imãs se atraem, porém, quando quebramos um imã dificilmente o uniremos novamente, pois as partes possuem a mesma carga”.

“Se repelem, os imãs atraem outros objetos, como o ferro e algumas rochas”.

De um modo geral, os alunos indicaram em suas respostas que, apesar de terem o conhecimento de que um imã tem um campo magnético, mostraram ter muito pouco conhecimento de como esse campo interage.

Já a terceira questão, tinha como objetivo identificar o conhecimento dos educandos sobre passagem de corrente, sendo a questão:

“Nas linhas de alta tensão temos uma corrente elétrica alta, onde mesmo sem tocarmos o fio estamos sujeitos a receber uma descarga elétrica? Por que?”

Entre as respostas dos alunos, tivemos:

“Se tocarmos apenas um fio não, mas ao tocarmos dois, um de alta voltagem e outro de alta tensão, sim”.

“Se o fio estiver encapado e ao tocar o fio a pessoa estiver vestida adequadamente, não receberá, mas se for ao contrário é bem provável que receba”.

“Alta tensão, sim, pois nos fios, passa muita energia elétrica e se os tocarmos receberemos uma intensa dessa carga”.

Analisando as questões, nota-se que os alunos não conseguiram formular uma resposta satisfatória para o questionamento proposto, mostrando um conhecimento bem deficitário sobre o tema.

A quarta questão tinha como propósito levantar o conhecimento sobre corrente alternada e corrente contínua:

“Em nosso cotidiano estamos cercados de ações que nos passam despercebidas, quantos de vocês já não estiveram em algum momento preocupado por não encontrarem o carregador de celular, mas em algum momento vocês já pararam para pensar como eles funcionam. Uma das principais funções dos carregadores é transformar corrente alternada (CA) que recebe da rede elétrica em corrente contínua (CC) para carregar a bateria do celular. Vocês saberiam me dizer. O que é corrente contínua? O que é corrente alternada?”

Selecionando algumas respostas, obtemos:

“Corrente contínua é uma forma de energia que vai passando em tal voltagem para outro corpo, por exemplo, um carregador passando energia para o celular sem oscilar. Na corrente alternada a voltagem que passa por ela vai oscilando”.

“Corrente contínua está presente em pilhas e baterias de celulares, já a alternada está em redes elétricas”.

“Contínua, carga contínua, ou seja, só negativa, ou só positiva.

Alternada, carga alternada, positiva e negativa”.

Apesar de terem citados alguns conceitos que tem alguma relação com o conteúdo, as respostas são muito vagas e com conhecimento científico insuficiente para fundamentar uma resposta adequada.

A quinta questão questionou sobre:

“Como se produz a corrente elétrica”?

Os alunos citaram:

“Com a alternância de carga, negativas e positivas, através de um material condutor”.

“Se produz através de cargas elétricas por variações de seus pólos e dipolos”.

“Considera-se um objeto bom condutor de energia e vai descarregando energia nele”.

Pelas respostas analisadas, ficou evidente que os conhecimentos dos alunos sobre como gerar corrente elétrica apresentam-se bem superficiais.

Quanto a sexta questão, o propósito era identificar o que os alunos sabiam sobre indução eletromagnética, com a seguinte questão:

“Atualmente, os avanços na tecnologia têm nos proporcionado muito conforto. Entre eles temos os famosos iPhone. Uma das mais conceituadas empresas de fabricação de aparelhos eletrônicos está preste a lançar o iPhone 8 com carregador sem fio, ou seja, por indução. Como ocorre este processo”?

Entre as respostas analisadas, apenas uma tinha alguma relação com indução eletromagnética, sendo:

“O carregador transmite energia para o ambiente de modo parecido com o WI-FI”.

Pelas respostas analisadas, ficou claro que os alunos não tinham conhecimento sobre o que seria indução eletromagnética.

Na sétima questão, eles foram questionados sobre a possibilidade de campo magnético gerar corrente elétrica e como esse processo ocorre. Apesar de vários alunos responderem que seria possível, nenhum educando conseguiu dar uma resposta satisfatória de como esse processo ocorre.

Na oitava questão, sobre a atração do ímã sobre materiais ferromagnéticos, perguntou-se:

“Um objeto de ferro quando aproximado de um ímã sofre alguma força? Justifique”.

Tivemos algumas respostas bem satisfatórias, como:

“Sim, sofre uma força de atração se for um material ferromagnético”.

“Sim, de atração, o ferro está entre um dos elementos que sofre o efeito do ímã”.

As respostas dos alunos em relação ao ímã e sua atração sobre o ferro mostraram que a maioria deles tinha um entendimento sobre o assunto, pois se trata de algo que está mais relacionado com o cotidiano deles.

A nona e última questão era:

“Represente por meio de um desenho como se organiza as linhas de campo magnético de um fio conduzindo corrente elétrica”.

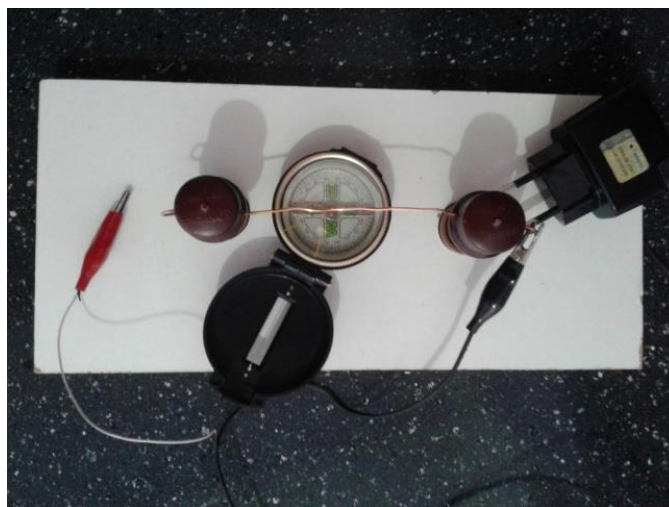
Observando todas as representações feitas pelos alunos, não tivemos nenhuma figura que representasse o campo elétrico de uma maneira satisfatória.

Mediante as análises das respostas, ficou evidente as dificuldades dos alunos sobre o tema abordado, produzindo apenas algumas respostas satisfatórias.

Após a aplicação do questionário para levantamento do conhecimento prévio dos alunos, os mesmos foram separados em quatro grupos para que as questões fossem retomadas e discutidas para um aprofundamento no tema. Após isso, foi aplicado um vídeo sobre corrente elétrica, que abordava a diferença entre corrente alternada e corrente contínua.

No segundo encontro, desenvolveu-se com os alunos um procedimento experimental sobre a descoberta de Oersted, (Figura. 13). Novamente foram formados os grupos, que a partir deste momento serão representados por: grupos A, B e C.

Figura 13 – Experimento de Oersted



Fonte: Autoria Própria (2017).

Para o desenvolvimento do trabalho, foram elaboradas algumas orientações seguidas de questionamentos sobre os conceitos contidos no desenvolvimento do processo, como:

1. Posicione a bússola embaixo do fio de modo que a agulha e o fio fiquem em paralelo. Assim, a agulha da bússola deve estar alinhada ao campo magnético da Terra.

2. Conecte a garra de jacaré preta na extremidade esquerda do fio de cobre e na extremidade da direita faça contatos com a outra garra. Nessa configuração, qual o sentido da corrente elétrica que será gerada?

3. Insira o carregador na tomada. O que ocorre com a agulha da bússola quando se induz corrente no fio retilíneo e para onde elas são desviadas (sentido horário ou anti-horário)? Desenhe a orientação da agulha antes e depois de ligar o circuito.

4. Retire o carregador da tomada. Agora, conecte a garra de jacaré preta na extremidade direita do fio de cobre e na extremidade da esquerda faça contatos com a outra garra. Nesta configuração, qual o sentido da corrente elétrica que será gerada?

5. Insira o carregador na tomada. O que ocorre com a agulha da bússola quando induz corrente no fio retilíneo e para onde elas são desviadas (sentido horário ou anti-horário)? Desenhe a orientação da agulha antes e depois de ligar o circuito.

6. A partir do que foi observado nos itens 2 a 5. Responda:

a). Porque a agulha sofre desvio quando o circuito é ligado? Comente.

b). Os desvios são os mesmos nos dois casos? Comente.

7. Vemos pegar por exemplo, o último caso (item 4 e 5). Você tem a direção do campo magnético da Terra (antes de ligar o circuito) e a direção do campo magnético resultante depois de ligar o circuito. Para onde estaria apontando o campo magnético adicional que causou esta deflexão na agulha?

8. Retire o aparelho da tomada e posicione a bússola de forma que a agulha da bússola e o fio condutor do experimento fiquem perpendiculares. Ligue o aparelho novamente na tomada. O que acontece com a agulha da bússola? Por que?

As respostas dos grupos foram muito parecidas. Na questão dois, por exemplo, a maioria dos grupos respondeu que a corrente elétrica se deslocaria da direita para esquerda. Quando inserido corrente no sistema, como indicado na questão três, todos perceberam que tinha ocorrido uma deflexão na agulha da bússola, sendo esta no sentido horário.

Durante esse processo, um aluno do grupo A questionou:

“Professor por que a agulha se movimenta quando insere corrente no sistema?”

Com esse questionamento, percebe-se que os alunos já estão fazendo a ligação de que a agulha se movimentou por causa da corrente elétrica do fio.

Quando realizaram o procedimento do item quatro, rapidamente todos perceberam que haveria uma inversão no sentido da corrente, e entre eles alguns comentaram: *“Eu acho que a agulha também vai defletir na direção contrária”*.

Quando realizaram a proposta pedida no item cinco, ficou provado o que alguns já desconfiavam, pois ambos perceberam que a agulha da bússola agora tinha defletido no sentido anti-horário.

Nas respostas dos itens 6a e 6b os alunos apresentaram algumas dificuldades em alguns conceitos científicos, porém mostraram ter relacionada a interação entre corrente elétrica no fio e a deflexão da agulha da bússola. Para as respostas do item 6a tivemos:

Grupo A: *“Com a passagem da corrente pelo fio, surgiu uma força que movimentou a agulha da bússola”*.

Grupo B: *“O fio gera um campo magnético que interage com a agulha da bússola”.*

Grupo C: *“A passagem de corrente pelo fio gera um campo que interage com a agulha da bússola”*

No item 6b tivemos as seguintes respostas:

Grupo A: *“Não no primeiro caso o desvio foi no sentido horário e no segundo caso foi no sentido anti-horário, devido a inversão do sentido da corrente”.*

Grupo B: *“A deflexão da agulha inverteu de acordo com o sentido da corrente”.*

Grupo C: *“Nos dois casos a deflexão da agulha foram inversos devido a mudança de direção da corrente”.*

Pelas respostas apresentadas, ficou evidente que os alunos conseguiram assimilar o conteúdo trabalhado, relacionando a interação entre corrente elétrica e campo magnético.

Nas respostas da questão sete, os alunos não apresentaram nenhuma resposta satisfatória, porém quando realizaram a orientação pedida na questão oito, conseguiram perceber a direção do campo magnético gerado pelo circuito, quando a agulha da bússola não se defletiu. As respostas da questão oito foram:

Grupo A: *“A agulha da bussola não se movimentou, talvez os campos magnéticos estejam na mesma direção”.*

Grupo B: *“Não teve movimento na agulha da bússola, os campos têm o mesmo sentido”.*

Grupo C: *“A agulha ficou parada, porque nesta posição o campo magnético do fio tem menos força”.*

Fazendo a comparação das respostas do segundo encontro com as realizadas no primeiro encontro, percebe-se que houve uma elevação no conhecimento científico dos alunos. Portanto, podemos considerar que a atividade realizada teve uma avaliação positiva, pois, ficou visível que aconteceu aprendizagem durante o decorrer do processo.

Para fechar as atividades com o experimento, após o recolhimento da atividade as perguntas foram lidas e discutidas entre os grupos com a orientação do professor.

No final do encontro, foi apresentado aos alunos um vídeo que explanava as leis de Faraday e Lenz, as quais estavam sendo trabalhadas com os alunos no seguinte encontro. Após o vídeo, o professor fez algumas argumentações sobre as leis e sua importância para o avanço da ciência.

Durante o terceiro encontro, os estudos foram novamente iniciados com uma atividade experimental, sendo esta uma atividade sobre indução eletromagnética, com o experimento apresentado na figura 14:

Figura 14 – Experimento indutor de rádio



Fonte: Autoria própria (2017).

O desenvolvimento do trabalho foi com algumas orientações seguidas de questionamentos, procurando fazer com que os alunos refletissem sobre o conteúdo e argumentassem sobre os fenômenos observados.

1. Conecte a bobina de cinquenta voltas no suporte e conecte-o ao aparelho emissor, posicione a bússola em frente a bobina de maneira que a agulha da bússola fique paralela ao enrolamento. O que acontece com a agulha da bússola quando ligamos o aparelho emissor? Por que? Desenhe a agulha antes e depois.

2. Coloque a bússola atrás da bobina, mantendo a agulha paralela ao enrolamento. O que acontece com a agulha da bússola quando ligamos o aparelho emissor? Por que? Desenhe a agulha antes e depois.

3. Conecte a outra bobina com cinquenta voltas no suporte de madeira e conecte-a a caixa sonora, ligue o aparelho emissor, aproxime as bobinas lentamente, uma de frente para outra (formando entre elas um ângulo de 0°). Aproxime e afaste elas várias vezes. O que observa quanto aos ruídos emitidos pela caixa sonora e a aproximação e afastamento das bobinas?

4. Com as bobinas agora encostadas, movimente uma delas aumentando o ângulo entre elas lentamente, até que uma fique de lado para a outra (formando entre si um ângulo de 90°). Gire está bobina entre zero e 90° . O que observa quanto aos ruídos emitidos pela caixa sonora e a orientação das bobinas?

5. O que pode concluir a partir das observações nos itens 3 e 4?

6. Posicione as bobinas de forma que o ângulo entre elas seja de 180° . Em relação aos ruídos emitidos, o que mudou em relação ao posicionamento de 0° ?

7. Retire a bobina do suporte conectado ao aparelho emissor e substitua-o pela bobina de duzentas voltas, com fio de maior espessura, repita o processo do item 3. Ocorreu alguma mudança no ruído emitido pela caixa sonora neste processo? Por que?

8. Inverta as bobinas utilizando agora a bobina de maior número de voltas na caixa sonora, e repita novamente o processo do item 3. O que pode ser observado em relação ao item seis? Por que?

9. Represente, por meio de desenho, como fica a representação das linhas de campo magnético quando posicionamos as bobinas de acordo com o item dois, formando entre elas um ângulo de 0° .

Durante o desenvolvimento da aula, os alunos se mostraram bem curiosos em relação ao experimento. Na primeira questão, as respostas dos grupos foram bem parecidas.

Grupo A: *“A bússola gira para esquerda, porque ao ligar o rádio emite energia para a bobina”.*

Grupo B. *“Ela irá defletir para a esquerda, porque o campo magnético é perpendicular ao campo elétrico”.*

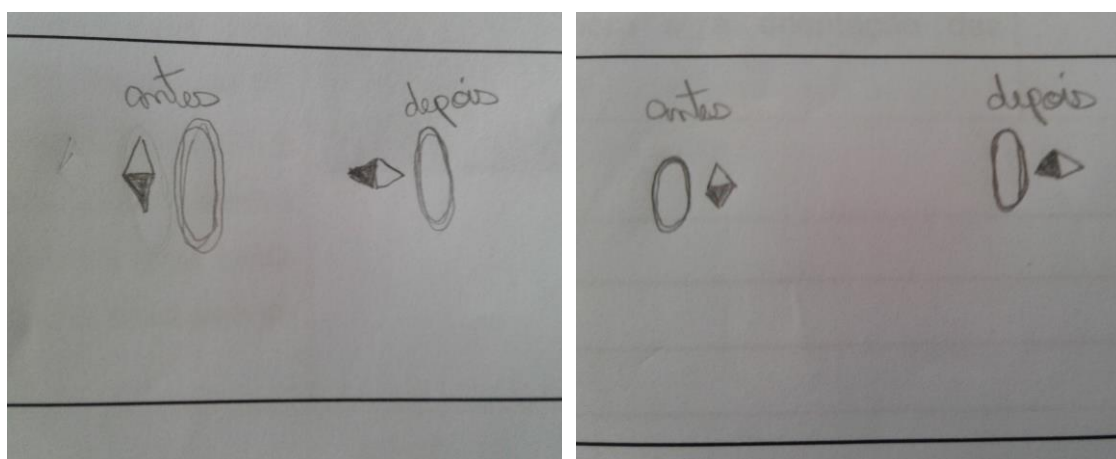
Grupo C: *“Ela se move para a esquerda, porque a corrente que a bobina tem ao ligar cria um campo magnético que força a agulha a apontar para fora da bobina”.*

Analisando as respostas dos alunos, nota-se que ambos fizeram a relação do campo magnético criado com a corrente que passa pela bobina com o movimento da agulha da bússola. Na resposta do grupo B, alunos argumentaram sobre a perpendicularidade do campo criado por uma corrente elétrica, mostrando que a atividade do encontro anterior gerou aprendizagem.

Nas respostas da segunda questão, os grupos deram praticamente a mesma resposta, indagando que a bússola apontou para dentro da bobina na mesma direção do item anterior.

Quando os alunos fizeram a comparação das Figuras da questão 1 e 2, argumentaram que o campo magnético no centro da bobina é perpendicular ao seu plano.

Figura 15 – Figuras feitas pelos alunos da questão 1 e 2 do terceiro encontro



Fonte: Autoria Própria (2017).

Pelas argumentações dos alunos, ficou claro que houve uma evolução em seus conhecimentos sobre o campo magnético criado por uma bobina quando está esta conduzindo corrente elétrica.

Na terceira questão, os alunos ficaram bem inspirados com o experimento quando observaram que houve a transmissão do ruído sonoro sem a necessidade de um fio para conduzir. Suas respostas em relação a estas questões foram:

Grupo A: *“Quando aproxima as bobinas o volume aumenta e quando afasta o volume diminui”.*

Grupo B: *“Quanto mais se afasta o som diminui, quanto mais se aproxima o som aumenta”.*

Grupo C: *“ O ruído sonoro está relacionado com a distância, aumentando e diminuindo com o movimento”.*

Pelas respostas dadas, foi visível que todos perceberam a relação da distância com a intensidade do ruído sonoro, porém, em nenhum momento fizeram alguma relação do ruído sonoro e o ângulo entre as bobinas.

Essa relação somente aconteceu com a aplicação da quarta questão, citando as seguintes respostas:

Grupo A: *“O ruído sonoro vai diminuindo conforme vai variando foi se afastando, conforme uma das bobinas foi se movimentando e aumentando o ângulo, o som foi se interrompendo”.*

Grupo B: *“O ruído vão diminuindo conforme o ângulo entre as bobinas aumenta”.*

Grupo C: *“Conforme vai variando o ângulo de 0° a 90° o som também varia.*

A partir das respostas da questão quatro, evidencia-se que os alunos fizeram a relação do ângulo entre as bobinas e o ruído sonoro, percebendo que não depende apenas da distância entre ambas. E essa percepção ficou mais clara nas respostas que eles realizaram na questão cinco.

Grupo A: *“Que o ruído sonoro depende da distância e do ângulo entre as bobinas”.*

Grupo B: *“Que de acordo com a distância e o ângulo a frequência sonora se altera”.*

Grupo C: *“Que a variação do ruído está relacionada com o ângulo e a distância entre as bobinas”.*

De maneira geral, todos conseguiram relacionar o conteúdo com o procedimento experimental trabalhado, conseguindo assimilar a dependência em relação ao ângulo e a distância do ruído sonoro.

Naquele momento, surgiu um comentário interessante. Um dos grupos questionou: *“ Professor no vídeo que o professor passou foi dito que existe a necessidade de uma variação de campo para gerar corrente na outra bobina (bobina receptora), como este fenômeno ocorre neste experimento?”*

Foi uma ótima oportunidade para o professor explicar sobre como ocorre o funcionamento do alto falante, argumentando que a variação do campo nesse caso ocorre com a variação dos impulsos elétricos gerados pelo aparelho emissor.

Na questão seis, os grupos A e B tiveram respostas idênticas, porém bem superficiais.

As respostas nessa questão foram:

Grupo A e B: *“Diminui o som”*.

Grupo C: *“O ruído sonoro diminui, porque a interação entre os campos magnéticos é menor”*.

O grupo A e B tiveram a percepção que o ruído sonoro diminuiu, porém, não souberam explicar o porquê ocorre o observado. Já o grupo C, apesar de utilizar uma linguagem de senso comum, fez uma relação significativa sobre o exposto.

Com relação as questões sete e oito, os alunos observaram que, apesar de pequena, há uma variação nos ruídos emitidos pela caixa sonora de acordo com o proposto nas questões. Entre as respostas da questão sete, tivemos:

“O som ficou mais grave, porque aumentou o número de voltas”.

“A voz ficou mais baixa e o som das batidas ficou mais grave”.

Em relação a questão oito, as respostas foram:

“Diminuiu a intensidade do som”.

“A intensidade ficou mais baixa”.

Apesar dos grupos terem percebido que houve uma alteração na intensidade do ruído com as mudanças propostas na questão, não tivemos uma resposta satisfatória do porquê de o fenômeno acontecer, ou seja, não conseguiram relacionar essas alterações nos ruídos com a mudança em relação ao número de voltas da bobina e a espessura do fio utilizado.

Analisando as representações dos campos feitas pelos alunos e as respostas adquiridas durante o processo, ficou claro que a atividade experimental trabalhada gerou uma elevação no patamar do conhecimento dos educandos sobre o assunto.

Para finalizar o encontro, foi disponibilizado aos educandos um material teórico, explicando o fluxo magnético, a Descoberta de Faraday e a contribuição de Lenz para a indução eletromagnética. Durante esse procedimento, houve

uma maior participação do professor, procurando orientar, definir as equações e contextualizar a parte científica com o procedimento experimental trabalhado.

Após a explanação do conteúdo, foi proposto aos alunos duas questões de vestibulares que envolviam o cálculo de fluxo magnético. Verificou-se que os alunos não tiveram nenhuma dificuldade de interpretar e resolver as duas atividades propostas, assimilando bem a utilização das equações para a resolução.

A partir da facilidade apresentada pelos alunos para responderem as questões, constata-se que a junção do procedimento experimental com a definição da equação da Lei de Faraday e Lenz gerou uma aprendizagem e uma evolução no conhecimento científico da turma.

No início do quarto encontro, o trabalho desenvolvido também aconteceu por meio de um procedimento experimental, porém, o experimento utilizado nesse encontro foi desenvolvido pelos alunos.

O experimento escolhido para esse encontro foi o motor didático (Figura 16).

Figura 16 – Motor didático



Fonte: Autoria Própria (2017).

Os materiais utilizados na confecção do experimento foram dispostos pelo professor, proporcionando também o passo a passo da confecção (ANEXO B).

Durante a confecção do experimento, surgiram muitos questionamentos pelos alunos, como:

“Porque temos que raspar as pontas do fio?”

“Poderíamos dar mais de dez voltas?”

“Este experimento também pode ser desenvolvido com uma fonte de corrente alternada?”

Diante desses questionamentos, o papel do professor foi o de argumentar permitindo que os alunos relacionem suas dúvidas com os conceitos científicos. De forma geral, os alunos se apresentaram bem participativos e curiosos sobre a montagem do experimento. Após a montagem e a manipulação do experimento, foi proposto aos educandos um questionário sobre alguns acontecimentos em relação ao experimento, como:

1. Qual o motivo de raspamos as pontas do fio? Por que não raspamos as duas completamente?

2. Para que o giro das bobinas seja contínuo, quais são as forças envolvidas no processo?

3. O giro da bobina pode ocorrer para ambos os lados? Por quê?

4. Quando a bobina está em movimento, temos uma corrente contínua ou alternada no processo? Por quê?

5. Represente, por meio de um desenho, como seria a interação entre o campo magnético da bobina e o campo magnético do imã.

Em relação a questão um, as respostas dos grupos foram:

Grupo A: *“Para passar a energia. É preciso não raspar um dos fios completamente para que possa cortar a energia”.*

Grupo B: *“Para passar corrente. Porque gera um campo em que um lado puxa o outro”.*

Grupo C: *“Para passar corrente, assim gera campo magnético. É preciso não raspar o fio completamente para cortar corrente e variar o campo magnético da bobina”.*

Pelas respostas dadas, identifica-se que ambos os grupos conseguiram responder de forma satisfatória a primeira parte da questão, porém, na segunda parte, apenas os grupos A e B fizeram a relação entre a variação de corrente e o campo magnético gerado pela bobina.

Nas respostas da questão dois, os alunos identificaram com facilidade as forças envolvidas, sendo que ambos citaram as forças dos campos magnéticos da bobina e do ímã.

Quando questionados sobre o giro da bobina, na questão três os alunos responderam:

Grupo A: *“Sim, não há nenhuma força que impeça de girar”*.

Grupo B: *“Sim, pois os campos vão se interagir da mesma maneira”*.

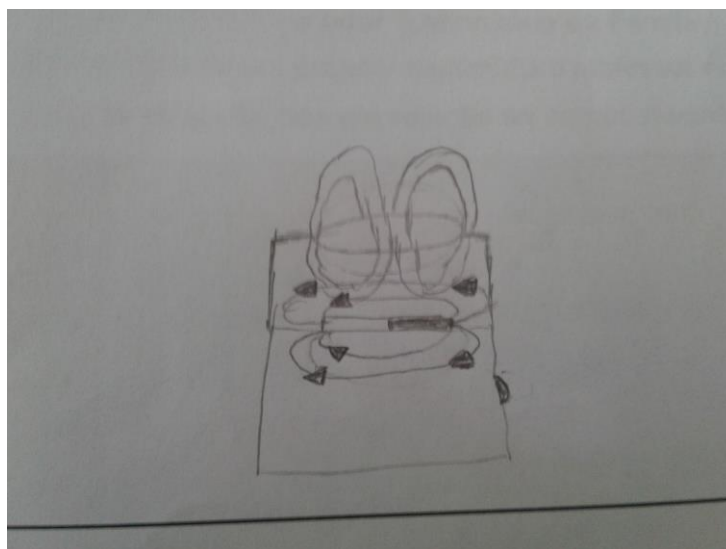
Grupo C: *“Não, o motor gira para apenas um lado”*.

Pelas respostas, temos que os grupos A e B elaboraram respostas mais satisfatórias, pois os motores podem girar para ambos os lados pelas forças de interação dos campos magnéticos envolvidos, porém, o grupo C, talvez por um erro experimental, não conseguiu responder corretamente à questão.

Na questão quatro, os alunos elaboraram respostas praticamente idênticas, indicando que seria corrente contínua, pois, a fonte de energia era uma fonte de corrente contínua.

Já na representação da figura proposta na questão cinco, apenas o grupo B conseguiu representar de forma satisfatória a interação dos campos magnéticos.

Figura 17 – Representação dos campos magnéticos do motor didáticos elaborado pelos alunos



Fonte: Autoria própria (2017).

Verifica-se, na representação do grupo B, que eles conseguiram representar corretamente o campo magnético do ímã, porém demonstraram

dificuldade na representação do campo magnético da bobina, pois, ficaram em dúvida quanto à indicação do seu sentido.

Após terem terminado as questões, o professor, junto com os grupos retomou as perguntas para reforçar os conhecimentos evoluídos durante a realização da aula experimental.

Finalizando as discussões e argumentações, os alunos foram levados ao laboratório de informática para manusear de forma superficial o simulador (Laboratório de Faraday), que proporciona a manipulação online de todos os conceitos trabalhados na sequência didática desenvolvida.

Para direcionar as manipulações dos alunos, foi elaborada uma sequência de orientações com alguns questionamentos, os quais poderiam ser feitos pelo professor de forma oral no decorrer das atividades.

Avaliando as respostas dos alunos durante os questionamentos feitos, a maioria dos alunos conseguiu responder as questões. Assim, pode-se considerar que houve um ganho significativo na aprendizagem dos conceitos trabalhados durante os encontros desenvolvidos, principalmente quando comparado esse último resultado com as respostas do questionário feito para levantar os conhecimentos prévios dos educandos.

No quinto e último encontro, foi aplicado uma lista de dez questões objetivas (ANEXO B), que envolve todos os conceitos físicos trabalhados durante a sequência didática. Essa lista foi respondida individualmente. Também aconteceu a explanação e proposição de um mapa conceitual, confeccionado pelos alunos, com o intuito de levantar dados para analisar a evolução do conhecimento científico dos educandos.

Levando em conta que os alunos tiveram uma média de acerto de 80% das questões, conseguindo interpretar os dados, relacionar os conceitos científicos envolvidos e analisando os mapas conceituais que tinham como objetivo principal levantar a capacidade dos educandos de relacionar as ideias desenvolvidas durante a aplicação do produto (ANEXO C); percebe-se, principalmente comparando esses resultados com os conhecimentos prévios dos alunos levantados no início da sequência, que houve uma evolução significativa no conhecimento desses alunos.

No final do encontro, após ter recolhido todo o material, foi proposto aos alunos uma questão em que eles pudessem opinar sobre o que acharam das

aulas trabalhadas dessa forma "mais" dinâmica. As respostas dos alunos foram incentivadoras e destacaram a grande necessidade que temos hoje de trabalhos diversificados em sala de aula, reforçando-se assim o que todos sabemos, ou seja, que está cada vez mais difícil alcançar nossos alunos, principalmente do Ensino Médio. Nesse sentido, precisamos diversificar nossas metodologias de ensino para tornar as aulas mais atrativa, gerando uma aprendizagem efetivamente significativa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O produto educacional aqui apresentado teve o intuito de colaborar com o ensino de indução eletromagnética, tendo como foco o uso de experimentos confeccionados com materiais de baixo custo. Durante toda a aplicação, os materiais foram organizados de maneira a elevar o conhecimento científico do aluno.

Dentre as principais conclusões, destaca-se a de que os alunos observaram uma grande mudança na dinâmica das aulas com a utilização de diferentes estratégias didáticas, aprovando e questionando o porquê de não serem trabalhados mais tópicos com estas metodologias. Também aprovaram o trabalho em grupo, alegando que as trocas de conhecimento e a socialização entre os mesmos melhoraram com essa escolha.

A partir dos dados recolhidos, pode-se considerar que o trabalho contribuiu de uma forma significativa para a aprendizagem do conteúdo de indução eletromagnética dos alunos, além de contribuir para formação profissional do autor, como pesquisador.

Além do que foi exposto, a sequência didática apresentada proporcionou aos alunos um trabalho mais dinâmico com diferentes estratégias pedagógicas, possibilitando a manipulação de materiais mediante orientações e encaminhamentos de atividades, ou seja, organizadores prévios com o objetivo de apoiar os conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, facilitando a aproximação do conteúdo aos conhecimentos prévios relacionando o contexto histórico envolvido.

Nesse sentido, a utilização da sequência didática proposta neste produto educacional é uma contribuição para a mudança do contexto do ensino de Física atual, tendo em vista as grandes dificuldades encontradas na docência, principalmente nas escolas públicas, frente as inúmeras vertentes envolvidas, desde a falta de investimentos até a próprio desinteresse dos educandos.

Sendo assim, os resultados se mostraram muito promissores ao indicar uma mudança significativa nos educandos, tanto na participação e realização dos trabalhos propostos, como também na absorção do conhecimento científico, além das aulas serem mais dinâmicas e atrativas e, assim, proporcionarem uma melhor relação de ensino-aprendizagem.

Outra conclusão que merece destaque é a de que elaborar e trabalhar a sequência didática proposta com os alunos do Ensino Médio foi uma experiência gratificante para o professor autor desta pesquisa, tanto no sentido pessoal como no profissional, pois, conseguir despertar a curiosidade e o prazer em estudar uma das áreas da Física não é algo simples de ser alcançado. Dessa forma, a sequência didática elaborada configura-se em mais uma ferramenta que irá colaborar com o trabalho de outros profissionais que lecionam Física nos diferentes níveis de ensino.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARBIERI, M. R. Projeto USP /BID - **Formação de professores de ciências**. In: Boletim da Filosofia, n.6, p.4 São Paulo, 1993.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. **O Gostar e o Aprender no Ensino de Física**: Uma proposta Metodológica. In: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, V. 24, n. 2, ago. de 2007, p. 194 – 223.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n.3, p. 9-20, 2002.

BRASIL. PCN+ - Ensino Médio. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ministério da Educação e Cultura, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, Brasília, 2002.

CRUZ, José. **Lei de faraday**. EBAH. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgMdUAG/lei-faraday>>. Acessado em: 01 de dez. de 2017.

DEF. FE. UP. **Campo magnético produzido pela corrente em uma bobina**. Disponível em: <<https://def.fe.up.pt/electricidade/inducaao.html>>. Acessado em: 01 de dez. de 2017.

EBAH. **Demonstração da relação da intensidade de fluxo de campo magnético e o ângulo entre o vetor \vec{B} e a normal**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgMdUAG/lei-faraday>>. Acessado em: 01 de dez. de 2017.

FEIRA DE CIÊNCIAS. **Faraday**. O imperdível mundo da Física Clássica. 1999. Disponível em: <<http://www.feiradeciencias.com.br/cientistas/faraday.asp>>. Acessado em: 02 de dez. de 2017.

_____. **Ilustração do aparato experimental de Michael Faraday**. Disponível em: <<http://www.feiradeciencias.com.br/cientistas/faraday.asp>>. Acessado em: 02 de dez. de 2017.

FREITAS, Denise.; AND, Alberto Villani. **Formação de professores de ciências: um desafio sem limites**. Investigações em Ensino de Ciências 7.3. (2016).

GASPAR, A.; MONTEIRO I. C. C.; CASTRO, Isabel C. de. (2005). **Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky**. UNESP-SP.

LEITE, A. C. S.; SILVA, P. A. B.; VAZ, A. C. R. A importância das aulas práticas para alunos jovens e adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do PROEF II. **Revista da Faculdade de Educação da UFMG**, 2004. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/98/147>>.

Acessado em: 20 de nov. de 2017.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal uma aprendizagem significativa**. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf> . 2012>. Acessado em: 24 de outubro de 2017.

MOREIRA, M. A. (2000). **Aprendizaje significativo: teoría y práctica**. Madrid: VISOR. 100 p.

MOREIRA, M.A e MANSINI, E.S. **Aprendizagem significativa. A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

OKA, M., 2000. **História da Eletricidade**. Disponível em: <<http://www.lsi.usp.br/~dmi/manuais/HistoriaDaEletriciae.pdf>>. Acessado em: 13 de nov. de 2017.

PHET COLORADO. **Laboratório De Faraday**. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/faraday/faraday_pt_BR.jnlp>. Acessado em: 15 de jun. de 2017.

PIASSI, LUÍS P. C. **Que Física ensinar no 2º grau?** Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências (Modalidade Física). Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1995.

ROCHA J. F. M. (Org.). **Origens e evolução das ideias da física**. Salvador: EEDUFAB, 2002.

RONCA, A. C. C. **Teorias de Ensino: A contribuição de David Ausubel**. Temas em Psicologia, 3, p. 91- 95, 1994.

SACRISTÁN, J. G. **O Currículo: uma reflexão sobre a prática**. 3.ed. Porto-Alegre-RS: Artmed, 2000.

SCHNETZLER, R. P. Contribuições, limitações e perspectivas da investigação no ensino de ciências naturais. In: **ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO**, 9, 1998. Anais... 1998.

SILVA, João Freitas da. **Representação da direção do campo magnético de um fio retilíneo percorrido por uma corrente elétrica através da regra da mão direita**. UOL Educação. Física. 01/08/2013. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/campo-magnetico---condutor-retilineo-aplicacoes-da-lei-de-ampere.htm>>. Acessado em: 30 de nov. de 2017.

SIMÕES. Marco A. **Indução eletromagnética**. Disponível em: <http://masimoes.pro.br/fisica_el/inducaoeletromagnetica.html>. Acessado em: 13 de nov. de 2017.

_____. **Representação da aproximação e afastamento do campo magnético norte do ímã de uma espira, apresentando o campo opositor gerado pela corrente induzida.** Disponível em: <http://masimoes.pro.br/fisica_el/inducaoeletromagnetica.html>. Acessado em: 30 de nov. de 2017.

YOUTUBE. **Voyage en Electricite.** Disponível em: <<https://youtu.be/1fdEgkVaNdY>>. Acessado em: 24 de jul. de 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Questionário desenvolvido para ser aplicado com os professores do Ensino Médio que lecionam a disciplina de Física

1- Qual sua formação profissional?

Licenciatura em física.

Licenciatura em outra área. Qual?

Outra formação. Qual?

2- Possui Pós-graduação?

SIM

NÃO

Em que área?

Educação

Outras

3- Há quantos anos está atuando como professor da disciplina de Física.

Menos de três anos.

Entre três e cinco anos.

Entre cinco e dez anos.

Mais de dez anos.

4- Durante o ensino médio é possibilitado aos alunos o ensino sobre o conteúdo de eletromagnetismo?

SIM

NÃO

(Questões 5 e 6 apenas se a resposta da questão quatro foi sim.)

5- Como é trabalhado o ensino deste conteúdo.

De maneira superficial, apenas apresentando alguns conceitos básicos.

De maneira aprofundada, com seus conceitos históricos e científicos.

6- Quais as metodologias utilizadas no ensino do conteúdo citado.

Aulas expositivas, utilizando apenas o livro didático como material de apoio.

Realização de experimentos e relatos de experiência.

() Pesquisas e realizações de seminários.

() Outras

(Questão 7, apenas se a resposta da questão quatro foi não.)

7 – Quais os motivos pelos quais não é possível trabalhar o conteúdo.

() Não consta no plano de trabalho docente.

() Falta de tempo adequado.

() Não é um conteúdo de grande importância para o aluno.

() Falta de uma material adequado que facilitasse o ensino aprendizagem.

() Outros

8- Na sua instituição de trabalho existem materiais didáticos que possam ser utilizados para o ensino de eletromagnetismo.

() SIM

() NÃO

Se sim, quais tipos de experimentos ou materiais estão disponíveis?

9- Em relação a experimentos, você acha viável a utilização dos mesmos para o ensino de conceitos físicos?

() SIM

() NÃO

Se sim, quais tipos de experimentos?

10- Se tivesse disponível uma sequência didática organizada com desenvolvimento de experimentos de baixo custo e todos os passos teóricos e metodológicos para o desenvolvimento das aulas sobre eletromagnetismo, seria possível a utilização.

() SIM

() NÃO

11- Quais sugestões de metodologias e materiais didáticos teria para que fosse possível um trabalho adequado no ensino de eletromagnetismo no Ensino Médio.

APÊNDICE B

Produto Educacional



SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O CONTEÚDO DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Antônio Reginaldo Agassi
Ivan Marcelo Laczkowski
Roseli Constantino Schwerz

APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Atualmente, com as amplas responsabilidades de um professor em sala (a inclusão de alunos especiais, entre outras), as dificuldades encontradas são enormes, seja pela ampla concorrência com os fatores externos que, muitas vezes se tornam mais atrativos do que as disciplinas trabalhadas em sala de aula, ou a falta de uma estratégia didática mais atrativa.

Oliveira aponta que:

Cabe aos professores, que para além da reprodução estão comprometidos com a produção de conhecimentos em sala de aula, a ação de organizar, programar e determinar as tarefas a serem utilizadas em seu ensino, sendo, inclusive, essa liberdade de ação garantida por lei. (BRASIL, 1996).

Portanto, faz-se necessário que os professores se organizem de maneira a propor estratégias de ensino que proporcionem uma aprendizagem mais significativa. Uma das estratégias que vem sendo estudada com frequência pelos pesquisadores é a elaboração de sequências didáticas.

As sequências de atividades de ensino para a aprendizagem, ou sequência didática, são uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática. Assim, pois, poderemos analisar as diferentes formas de intervenção segundo as atividades que se realizam e, principalmente, pelo sentido que adquirem quanto a uma sequência orientada para a realização de determinados objetos educativos. (ZABALA, 1998, p. 20).

Logo Zabala (1998), defende que uma boa sequência didática obrigatoriamente tem que conter diferentes estratégias didáticas para que a mesma tenha um bom aceitação pelos educandos. Outro ponto essencial que ele defende é que o professor deve intervir quando o mesmo achar necessário, orientando o trabalho conforme o objeto educativo utilizado.

Da mesma forma, Dolz afirma que a sequência didática “é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito” (DOLZ; NOVERRAZ; SCHNEUWLY, 2004, p. 97).

Assim sendo, quando se constrói uma sequência didática faz-se necessário amarrar as atividades de maneira que as diferentes atividades utilizadas possam desenvolver nos educandos uma evolução sistematizada de seu conhecimento.

Segundo as Diretrizes Curriculares de Educação em Física (PARANÁ, 2008), é importante que o processo pedagógico na disciplina de Física parta do conhecimento prévio dos estudantes, no qual se incluem as concepções alternativas ou concepções espontâneas.

Sendo assim, para que haja um bom desenvolvimento em uma metodologia de ensino, o professor deve conhecer o que o aluno sabe e o que ele, educador, podem aprender.

Os pressupostos teóricos de Zabala (1998) defende que uma sequência didática deve:

- Determinar os conhecimentos prévios dos alunos em relação a situação de aprendizagem;
- Provocar conflitos que estabeleçam relações entre os conhecimentos intuitivo e os novos conteúdos a serem trabalhados;
- Promover uma atitude favorável do aluno, para que fiquem motivados para o estudo dos conteúdos propostos.

Quadro 1 – Ficha técnica da sequência didática

FICHA TÉCNICA: INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA		
TIPO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA: COM METODOLOGIA DE PESQUISA VOLTADA PARA A UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS.		
JUSTIFICATIVA: NECESSIDADE DE MATERIAL DE APOIO, LEVANTADO EM UMA PESQUISA COM OS EDUCADORES DA DISCIPLINA DE FÍSICA.		
PÚBLICO ALVO:	Alunos do 3º ano do Ensino Médio Público Estadual.	DURAÇÃO: 10 aulas de 50 minutos.
CONTEÚDOS:	<ul style="list-style-type: none"> • O conceito histórico da experiência de Oersted e sua importância para o eletromagnetismo; • A regra da mão direita; • Lei de Faraday-Neumann; • Lei de Lenz; • Motores elétricos; 	
OBJETIVOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Propor estratégias experimentais de ensino visando contribuir com o ensino de Física de modo significativo; 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Propor um material didático-pedagógico que explore os conteúdos de indução eletromagnética de forma interativa, que estimule os alunos a conhecer os fascínios do eletromagnetismo, utilizando materiais de baixo custo e materiais recicláveis; • Proporcionar ao educando uma maneira mais acessível para o desenvolvimento de seus conhecimentos; • Fazer com que os alunos tornem as atividades práticas uma constante no seu cotidiano escolar.
RECURSOS DIDÁTICOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Os respectivos experimentos; (Experimento de Oersted, Indutor de Rádio e o Motor Didático) • Projetor multimídia; • Computadores; • Recortes de vídeos; • Simuladores; • Textos; • Materiais recicláveis.
PRODUTO FINAL (AVALIAÇÃO)	Produzir um mapa conceitual que apresente os conceitos trabalhados na Sequência Didática.

Fonte: Autoria Própria (2017).

Quadro 2 – Estrutura da sequência didática

ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	
A estrutura foi elaborada para trabalhar com duas aulas geminadas de 50 minutos, por encontro.	
1º ENCONTRO	<p>Aplicar um questionário para levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre eletromagnetismo.</p> <p>Discutir as questões propostas para os alunos.</p> <p>Pedir para formarem grupos de 4 a 5 alunos, passar o vídeo 1, (Voyage en Electricite), contendo as relações entre CC e CA.</p>

2º ENCONTRO	<p>Apresentar o experimento 1, (Experimento de Oersted) aos grupos, deixar que os alunos manuseiem o experimento. Aplicar um novo questionário, agora para ser respondido em grupo, que os levem a refletir sobre o acontecido no experimento, ou seja, a deflexão da agulha da bússola. Pedir para que um representante de cada grupo passe para o grande grupo as conclusões de seu grupo.</p> <p>Apresentar o vídeo 2, (Concepts de Science), que apresentam conceitos da Lei de Faraday e Lei de Lenz.</p>
3º ENCONTRO	<p>Apresentar o experimento 2 (Indutor de rádio), direcionar alguns manuseios que os alunos devem fazer com o experimento, e propor algumas questões conforme os movimentos realizados com o material.</p> <p>As questões aplicadas têm o intuito de levar os alunos a discutirem sobre as observações feitas no experimento apresentado, como:</p> <p>A relação entre o ruído sonoro e a distância entre as bobinas;</p> <p>A relação entre o ruído sonoro e o ângulo entre as bobinas;</p> <p>A espessura dos fios de cobre;</p> <p>A quantidade de enrolamento em cada bobina;</p> <p>Definir a equação da Lei de Faraday-Neumann e Lei de Lenz.</p> <p>Propor alguns problemas que envolvam as leis citadas em suas resoluções.</p>
4º ENCONTRO	<p>Distribuir o material necessário para confeccionar o experimento 3 (Motor didático).</p> <p>Propor que os alunos em grupos produzam o experimento.</p> <p>Obs: durante a construção do experimento o professor deve discutir com os alunos os erros e acertos no desenvolvimento da experiência. Também serão aplicadas algumas questões dissertativas.</p>

	Levar os alunos ao laboratório de informática para que eles possam manusear o simulador (Laboratório de Física de Faraday), disponível no Site, Phet Colorado, onde os alunos poderão simular os conceitos físicos discutidos na sequência didática.
5º ENCONTRO	O quinto encontro ficará reservado para a avaliação final onde serão aplicadas algumas questões objetivas, para depois dar uma breve aula de como se montar mapas conceituais. Em seguida, solicitar que os alunos montem um mapa conceitual contemplando os conceitos físicos trabalhados na sequência.
AVALIAÇÃO	O primeiro questionário apresenta questões abertas sobre os temas que serão trabalhados na sequência didática, com o objetivo de levantar os conhecimentos prévios dos alunos, porém, durante toda sequência os educandos estarão sendo avaliados por meio das atividades desenvolvidas, questionamentos e argumentações. Os dados do processo serão levantados segundo a evolução dos conhecimentos apresentados durante o processo e através da comparação do primeiro questionário e o mapa conceitual final.

Fonte: Autoria Própria (2017).

PRIMEIRO ENCONTRO

Objetivos:

- Levantar o conhecimento prévio dos educandos, para direcionar o trabalho de maneira que os mesmos possam acompanhar.
- Fazer com que os alunos diferenciem tensão de corrente contínua (CC), de tensão de corrente alternada (CA).

No primeiro encontro será aplicado um questionário individual, além de serem levantadas algumas argumentações pelo professor durante o encontro.

Questões introdutórias

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

2. Ímãs atraem-se ou se repelem? Por quê?

3. Os que vemos suspensos pelos postes, nas ruas, possuem alta tensão, ou alta voltagem. Se tocarmos o fio, estamos sujeitos a receber uma descarga elétrica? Por quê?

4. Em nosso cotidiano estamos cercados de ações que nos passam despercebidas. Quantos de vocês já não estiveram em algum momento preocupados por não encontrarem o carregador de celular, mas em algum momento vocês já pararam para pensar como eles funcionam? Uma das principais funções dos carregadores é transformar corrente alternada (CA) que recebe da rede elétrica em corrente contínua (CC) para carregar a bateria do celular. Vocês saberiam me dizer. O que é corrente contínua? O que é corrente alternada?

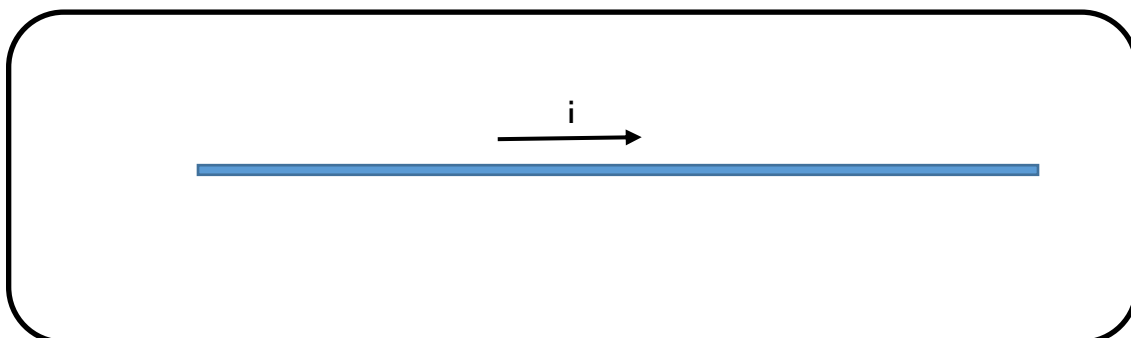
5. Como se produz a corrente elétrica?

6. Atualmente, os avanços na tecnologia têm nos proporcionado muito conforto. Entre eles temos os famosos iPhone. Uma das mais conceituadas empresas de fabricação de aparelhos eletrônicos está preste a lançar o iPhone 8 com carregador sem fio, ou seja, por indução. Como ocorre este processo?

7. Um campo magnético pode gerar corrente elétrica? Como isto ocorre? Qual é o nome que se dá a este fenômeno?

8. Um objeto de ferro quando aproximado de um ímã sofre alguma força? Justifique.

9. Represente por meio de um desenho como se organiza as linhas de campo magnético de um fio conduzindo corrente elétrica.



Obs: Após os alunos responderem as questões, propor que os mesmos se juntem em grupos de três ou quatro integrantes e comparem suas respostas abrindo ao grande grupo as conclusões as quais chegaram.

Na sequência propor o recorte de do filme viajando na eletricidade que trata dos conceitos de energia e tensão (corrente contínua e corrente alternada).

Figura 1 – Recorte do filme viajando a eletricidade, tensão CC, CA, recortes dos 5:30 ao 15:30 e dos 20:30 aos 25:30.



Fonte: <<https://youtu.be/1fdEgkVaNdY> >.

Responda:

1. Quais são os tipos de tensão mais utilizadas em nosso cotidiano?

2. Quais aparelhos eletrônicos você conhece que funcionam com corrente contínua? E com corrente alternada?

SEGUNDO ENCONTRO**Objetivos:**

- Conhecer um pouco da história do eletromagnetismo com o experimento de Oersted, percebendo que (Fluxo de corrente elétrica gera campo magnético).
- Saber direcionar o sentido do campo magnético com a regra da mão direita.
- Conhecer a Lei de Faraday e como ocorre a indução eletromagnética.

Neste momento, será apresentado o experimento de Oersted aos grupos. Deixar que os alunos manuseiem o experimento. Direcionar alguns movimentos com o experimento, intercalando algumas questões investigativas que os levem a refletir sobre o acontecido no experimento, ou seja, a deflexão da agulha da bússola.

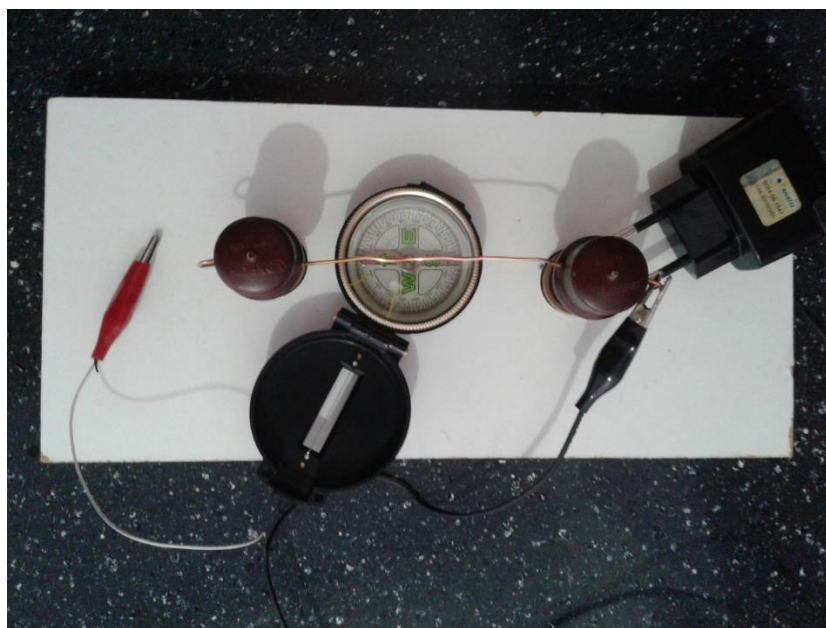
Pedir para que um representante de cada grupo passe para o grande grupo as conclusões a que seu grupo chegou.

Obs: Neste momento o professor deve orientar a discussão argumentando quando necessário, de maneira que possibilite aos alunos uma assimilação do conteúdo trabalhado.

Quadro 3 – Experimento de Oersted**EXPERIMENTO 1 (EXPERIMENTO DE OERSTED)**

A descoberta de Oersted foi considerada a primeira prova experimental de uma interação entre campo elétrico e campo magnético.

Figura 2 – Imagem do experimento de Oersted desconectado



Fonte: Autoria própria (2017).

Materiais utilizados

- Um pedaço de MDF;
- Dois pedaços de PVC de aproximadamente 12 cm com medidas de meia polegada com duas tampas de mesmo diâmetro;
- Duas garras jacaré;
- Trinta centímetros de fio condutor;
- Uma bussola;
- Um carregador de celular de 5 volts.

Confecção do experimento

- 1- Corte a lamina de MDF com um tamanho aproximado de 30 cm por 15 cm.
- 2- Com o auxílio de uma furadeira elétrica faça dois furos de diâmetro meia polegada com uma distância de 15 cm.

3- Pegue os dois pedaços de canos de aproximadamente 12cm e encaixe a tampa, faça um furo em cada tampa para passagem do fio de cobre.

4- Fixe os canos nos furos do MDF.

5- Passe o fio de cobre pelos buracos e lixe as partes do fio nas duas extremidades.

6- Remova o conector do carregador de telefone, separe os dois fios do cabo, conecte a garra jacaré preta no cabo preto e a vermelha no cabo branco, para diferenciar o positivo do negativo.

Procedimento experimental

1. Posicione a bússola embaixo do fio de modo que a agulha e o fio fiquem em paralelo. Assim, a agulha da bússola deve estar alinhada ao campo magnético da Terra.

2. Conecte a garra de jacaré preta na extremidade esquerda do fio de cobre e na extremidade da direita faça contatos com a outra garra. Nesta configuração, qual o sentido da corrente elétrica que será gerada?

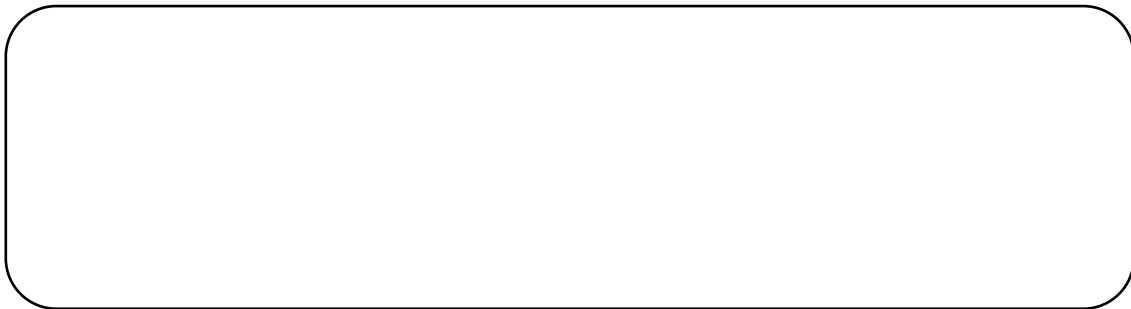
3. Insira o carregador na tomada. O que ocorre com a agulha da bússola quando induz corrente no fio retilíneo e para onde elas são desviadas (sentido horário ou anti-horário)? Desenhe a orientação da agulha antes e depois de ligar o circuito.



4. Retire o carregador da tomada. Agora, conecte a garra de jacaré preta na extremidade direita do fio de cobre e na extremidade da esquerda faça contatos

com a outra garra. Nesta configuração, qual o sentido da corrente elétrica que será gerada?

5. Insira o carregador na tomada. O que ocorre com a agulha da bússola quando induz corrente no fio retilíneo e para onde elas são desviadas (sentido horário ou anti-horário)? Desenhe a orientação da agulha antes e depois de ligar o circuito.



6. A partir do que foi observado nos itens 2 a 5:

a) Porque a agulha sobre desvio quando o circuito é ligado? Comente.

b) Os desvios são os mesmos nos dois casos? Comente.

7. Vemos pegar por exemplo, o último caso (item 4 e 5). Você tem a direção do campo magnético da Terra (antes de ligar o circuito) e a direção do campo magnético resultante depois de ligar o circuito. Para onde estaria apontando o campo magnético adicional que causou esta deflexão na agulha?

8. Retire o aparelho da tomada e posicione a bússola de forma que a agulha da bússola e o fio condutor do experimento fiquem perpendiculares. Ligue o aparelho novamente na tomada. O que acontece com a agulha da bússola? Por quê?

Com os grupos formados, apresentar um vídeo que fala sobre os conceitos de Lei de Faraday e Lei de Lenz.

Figura 3 – Vídeo sobre Indução Eletromagnética



Fonte: <<https://youtu.be/b-PpUjLZvY?t=561>>.

Obs: Após analisarem o experimento, o professor deve discutir com eles os resultados de cada grupo e então concluir com eles os conceitos de Física envolvidos.

O professor, ao término do trabalho com o experimento, com o auxílio dos alunos montará um mapa conceitual no quadro, com o objetivo de amarrar os conteúdos trabalhados na aula.

TERCEIRO ENCONTRO

Objetivos:

- Entender os conceitos da Lei de Faraday e Lei de Lenz.
- Conhecer, entender e aplicar a equação de Faraday e Lenz.

Com os grupos formados, propor o experimento 2 (Indutor de rádio). Deixar que os alunos manuseiem o material. Direcionar alguns movimentos com o experimento, intercalando algumas questões investigativas que os levem a refletir e discutir sobre os efeitos causados com os movimentos propostos.

Quadro 4 – Indutor de rádio

EXPERIMENTO 2. (INDUTOR DE RÁDIO)

Figura 4 – Imagem do Indutor de Rádio



Fonte: Autoria Própria (2017).

Materiais utilizados

- Aproximadamente 200 g de fio 26 AVG e 150 g de fio 24 AVG de cobre que deve ser munido de capa isolante (verniz ou capa isolante de polímero) para fazermos o enrolamento no núcleo de ar;

- Três suportes para enrolamento das bobinas, no caso feito com madeira, mas também pode se utiliza um cano de PVC; (Diâmetro interior 8cm e exterior de 15cm.
- Um pedaço de 100 cm² MDF de espessura 5mm e um pedaço de 100cm² de MDF de espessura 1 cm para a confecção dos suportes e das bobinas;
- Quatro travas para fixação das bobinas no suporte;
- Alguns conectores para pino banana.
- Uma furadeira com os respectivos acessórios;
- Alguns pedaços de madeira e cola para a montagem do material;
- Um aparelho emissor e uma caixa sonora.

Confecção do experimento

1- Com o auxílio de uma furadeira e uma serra copo faça os cortes nas laminas de MDF para montagem da bobina de ar, conforme a figura ao lado.

Figura 5 – Materiais para construção da bobina



Fonte: Autoria própria(2017)

2- Com o auxílio de cola de madeira, monte as bobinas, de acordo com a figura ao lado.

Figura 6 – Bobina montada



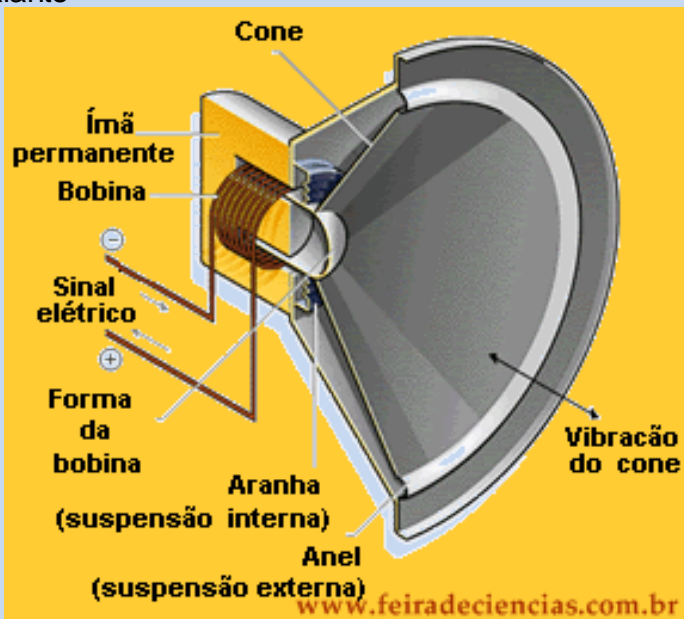
Fonte: Autoria própria(2017)

3- Faça o enrolamento dos fios de cobre, lembrando de deixar um pedaço de aproximadamente 50 cm em cada extremidade.

4- Para o desenvolvimento do trabalho foram enroladas três bobinas, duas de cinquenta voltas com fio AVG 26 e uma de 200 voltas com fio AVG 24.

- 4- Corte dois pedaços de MDF de aproximadamente 30cm por 15cm para suporte das bobinas.
- 5- Faça os furos na madeira para fixar as travas e os conectores;
- 6- Corte seis triângulos retângulos de dimensões 6cm x 8cm x 10cm, e fure-os para conectar nas travas.
- 7- Lixe as pontas dos fios em suas extremidades para retirada da capa isolante.
- 8- Conecte um dos suportes no aparelho emissor e o outro suporte na caixa sonora.

Quadro 5 – Funcionamento do alto-falante

Curiosidades	
<p>Figura 7 – Esquema do funcionamento do alto-falante</p>  <p>Fonte: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala15/15_44.asp>.</p> <p>O alto falante possui essencialmente um ímã permanente fixo em uma bobina móvel ligada a um cone de papelão.</p>	<p>A corrente elétrica proveniente do aparelho emissor atravessa a bobina que fica imersa no campo magnético radial existente produzido pelo ímã. A bobina fica sujeita a ação de forças magnéticas que a fazem vibrar. A vibração da bobina provoca a vibração do cone de papelão. O ar junto ao cone também vibra, gerando ondas sonoras que reproduzem o som emitido pelo aparelho emissor.</p>

Procedimento experimental

1. Conecte a bobina de cinquenta voltas no suporte e conecte-o ao aparelho emissor, posicione a bússola em frente a bobina de maneira que a agulha da bússola fique paralela ao enrolamento, conforme a figura ao lado. O que acontece com a agulha da bússola quando ligamos o aparelho emissor? Por que? Desenhe a agulha antes e depois.

Figura 8 – Bobina e bússola posicionada em paralelo



Fonte: Autoria própria (2017)

2. Coloque a bússola atrás da bobina, mantendo a agulha paralela ao enrolamento, conforme a figura ao lado. O que acontece com a agulha da bússola quando ligamos o aparelho emissor? Por que? Desenhe a agulha antes e depois.

Figura 9 – Bobina e bússola posicionada em paralelo



Fonte: Autoria própria (2017)

3. Conecte a outra bobina com cinquenta voltas no suporte de madeira e conecte-a a caixa sonora, ligue o aparelho emissor, aproxime as bobinas lentamente, uma de frente para outra (formando entre elas um ângulo de 0° , conforme a figura ao lado). Aproxime e afaste elas várias vezes. O que observa quanto aos ruídos emitidos pela caixa sonora e a aproximação e afastamento das bobinas?

Figura 10 – Bobinas posicionadas com um ângulo de 0°



Fonte: Autoria própria (2017)

4. Com as bobinas agora encostadas, movimente uma delas aumentando o ângulo entre elas lentamente, até que uma fique de lado para a outra (formando entre si um ângulo de 90° , conforme a figura ao lado). Gire esta bobina entre zero e 90° . O que observa quanto aos ruídos emitidos pela caixa sonora e a orientação das bobinas?

Figura 11 – Bobinas posicionadas com um ângulo de 90°



Fonte: Autoria própria (2017)

5. O que pode concluir a partir das observações nos itens 3 e 4?

6. Posicione as bobinas de forma que o ângulo entre elas seja de 180° , conforme a figura ao lado. Em relação aos ruídos emitidos o que mudou em relação ao posicionamento de 0° ?

Figura 12 – Bobinas posicionadas com um ângulo de 0°



Fonte: Autoria própria (2017)

7. Retire a bobina do suporte conectado ao aparelho emissor e substitua-o pela bobina de duzentas voltas, com fio de maior espessura, repita o processo do item 3. Ocorreu alguma mudança no ruído emitido pela caixa sonora neste processo? Por quê?

8. Inverta as bobinas utilizando agora a bobina de maior número de voltas na caixa sonora, e repita novamente o processo do item 3. O que pode ser observado em relação ao item seis? Por que?

9. Represente por meio de desenho como fica as linhas de campo magnético quando posicionamos as bobinas de acordo com o item dois, formando entre elas um ângulo de 0° .

Após discutirem e responderem os questionamentos, será trabalhado um breve conceito teórico e definida as leis de Faraday e Lenz.

O que é fluxo magnético

Para medir o campo magnético sobre uma superfície temos que definir o fluxo magnético ou fluxo de indução magnética, representado pelo símbolo Φ . O fluxo magnético depende de três grandezas:

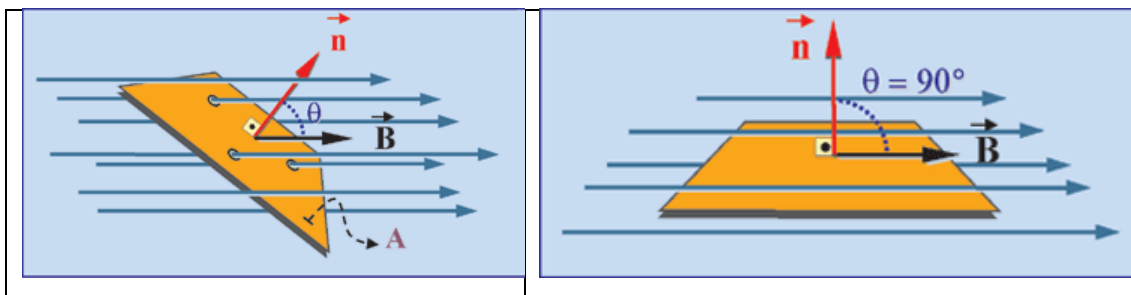
Da intensidade do campo, representado pela letra **B**.

Do tamanho da área atingida pelo campo, representada pela letra **A**.

Do ângulo entre a normal da área e o vetor campo magnético representado por θ .

As figuras abaixo demonstram a relação entre superfícies e o ângulo entre a normal e o vetor campo.

Figura 13 – Demonstração da relação da intensidade de fluxo de campo magnético e o ângulo entre o vetor **B** e a normal.



Fonte: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAqMdUAG/lei-faraday>>.

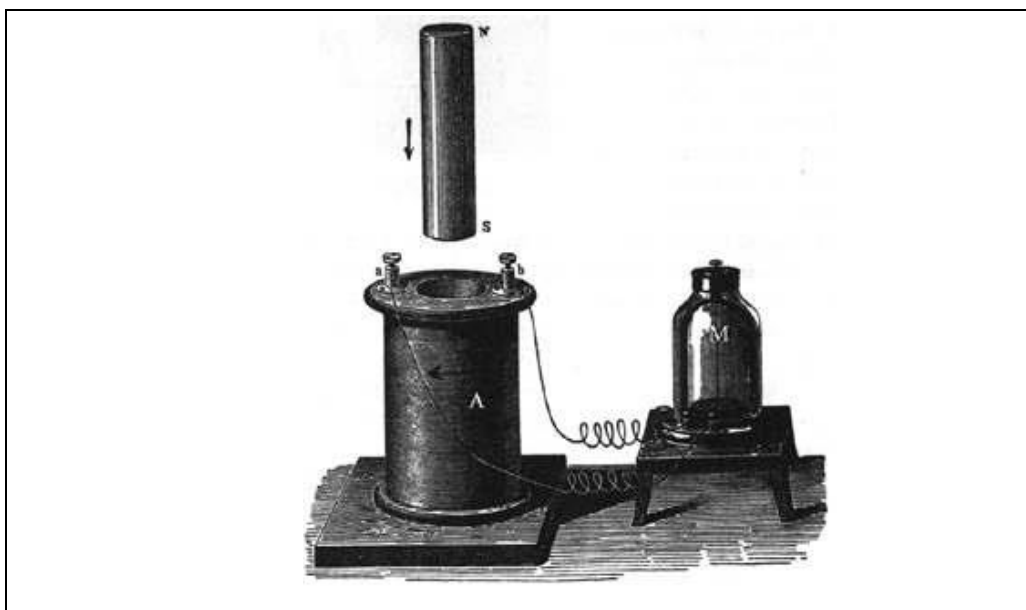
O fluxo magnético pode ser definido como a medida do campo magnético total que atravessa uma área específica. Pela figura, fica claro que quanto menor o ângulo entre o vetor **B** e a normal, maior será o fluxo magnético. A intensidade deste campo pode ser definida pela equação:

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta.$$

A descoberta de Faraday

O físico químico inglês Michael Faraday contribuiu no desenvolvimento do eletromagnetismo com a verificação que a variação do fluxo magnético gerava uma corrente induzida.

Figura 14 – Ilustração do aparato experimental de Michael Faraday



Fonte: Feira de ciências (2017).

Faraday observou que variando o campo magnético que permeia um circuito fechado ou movimentando o próprio circuito em um campo magnético, surge corrente elétrica induzida nesse circuito, cuja intensidade é proporcional a variação temporal do fluxo magnético que atravessa a área ocupada pelo circuito.

Para determinar a intensidade da diferença de potencial induzida temos a seguinte equação:

$$\varepsilon = \frac{d\Phi}{dt}$$

Para determinar esta equação é feita uma relação entre as duas equações representadas abaixo.

Obs: Neste momento o professor deve fazer a demonstração desta relação no quadro.

Quadro 6 – Significados das equações no (SI)

$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$.	$\Phi \Rightarrow$ Fluxo magnético, unidade de medida é Weber (Wb); $B \Rightarrow$ Campo magnético, unidade de medida é Tesla (T); $A \Rightarrow$ Área, unidade de medida é metros quadrados (m ²).
--	---

$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt}$	$\mathcal{E} \Rightarrow$ Força Eletromotriz Induzida, unidade de medida é Volts (V); $= \frac{d\Phi}{dt}$ Derivada temporal do fluxo magnético.
----------------------------------	---

Fonte: Autoria própria (2017)

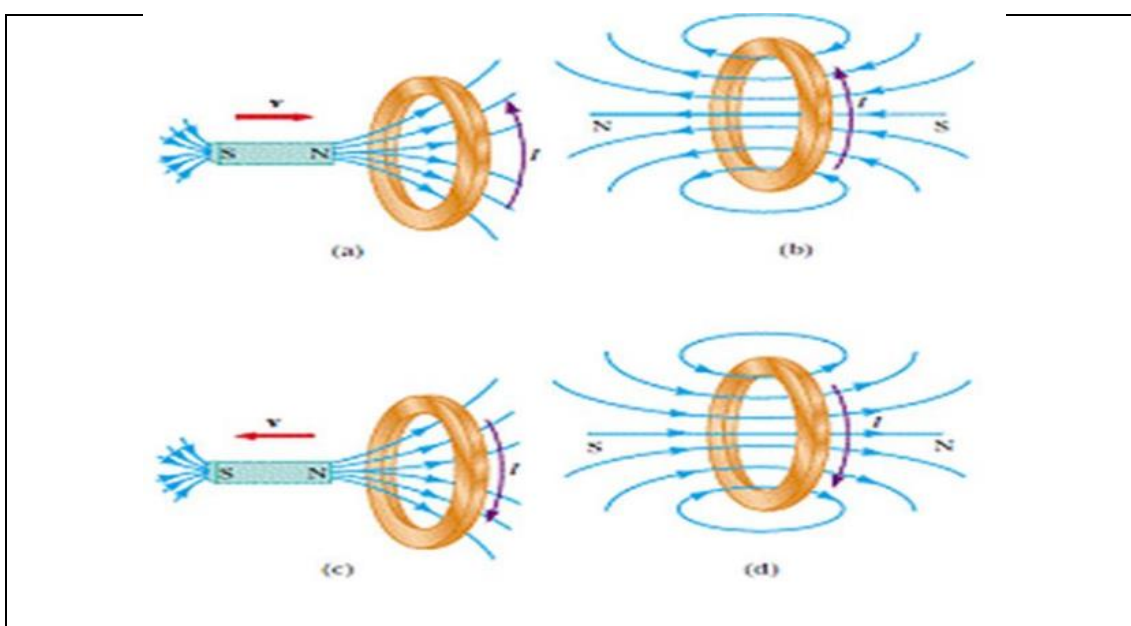
A contribuição de Lenz

O físico alemão Heinrich Lenz também contribuiu para a compreensão do fenômeno de indução. Lenz foi quem observou que quando se reduz a intensidade do campo magnético original que atua em um circuito, surgirá um campo magnético gerado pela corrente induzida na mesma direção e sentido do campo magnético original, a fim de se opor à diminuição. Mas, se a intensidade do campo magnético original aumentar, o campo gerado pela corrente induzida terá sentido oposto ao do campo original, para se opor ao aumento.

Lei de Lenz

A corrente induzida em uma espira tem um sentido tal que o campo magnético produzido pela corrente se opõe ao campo magnético que induz a corrente.

Figura 15 – Representação da aproximação e afastamento do campo magnético norte do imã de uma espira, apresentando o campo opositor gerado pela corrente induzida



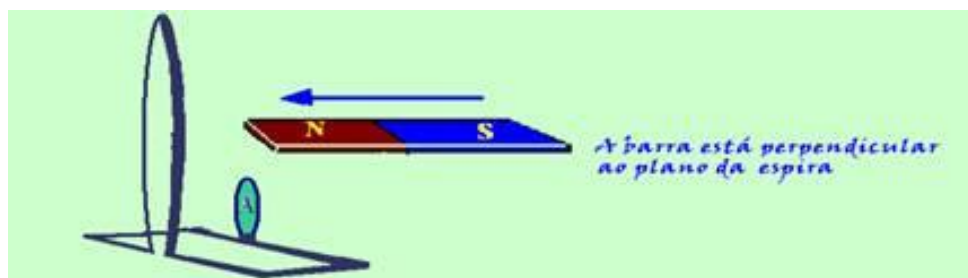
Fonte: Simões (2017).

Com relação a equação de Faraday $\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt}$, a Lei de Lenz agrega um sinal para denotar a natureza da oposição. Assim a equação ficou escrita:

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

Responda:

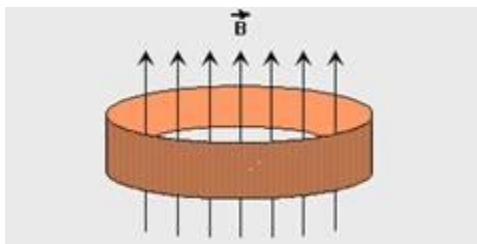
1.(UnB-DF) O ímã da figura está estabelecendo um fluxo $\Phi_1=0,3 \cdot 10^{-3} \text{Wb}$. Aproximando rapidamente o ímã da espira, o fluxo passa a valer $\Phi_2=2,3 \cdot 10^{-3} \text{Wb}$. Supondo que essa variação ocorreu em um intervalo de tempo $\Delta t=0,5 \text{s}$ e que a resistência da espira vale $1,0 \Omega$, determine a corrente induzida na espira. Dê sua resposta em miliampère.



Fonte: Física e vestibular.

2- UFPE-PE) O fluxo magnético através do anel da figura é $37 \cdot 10^{-3} \text{Wb}$. Quando a corrente que produz este fluxo é interrompida, o fluxo cai a zero no intervalo

de tempo de 1,0 ms. Determine a intensidade da força eletromotriz média induzida no anel, em volts.



Fonte: Física e vestibular.

Obs: No final da aula o professor com o auxílio dos alunos montará um mapa conceitual no quadro com o objetivo de amarrar os conteúdos trabalhados na aula.

QUARTO ENCONTRO

Objetivos:

- Entender o funcionamento de um motor elétrico.
- Reforçar os conhecimentos desenvolvidos sobre corrente contínua e corrente alternada.
- Desenvolver e visualizar os conceitos da Lei de Faraday e Lei de Lenz.

Com os grupos formados, distribuir os materiais necessários para confeccionar o experimento.

Quadro 7 – Motor didático**EXPERIMENTO 3 (MOTOR DIDÁTICO)****Figura 16 – Imagem do motor didático em funcionamento**

Fonte: Autoria Própria (2017).

Na Fig. 17, temos um motor didático que funciona a partir da interação dos campos elétrico, magnético e gravitacional.

Materiais necessários:

- Uma pilha de 1,5 volts;
- Dois alfinetes;
- Um pedaço de fio de cobre de aproximadamente um metro, munido de capa isolante;
- Um ímã de neodímio;
- Um pedaço de bexiga para prender os alfinetes.

Confeção do experimento

Obs: O experimento motor didático será confeccionado pelos alunos.

2- Distribuir para os alunos o material necessário para confecção do experimento.

- 3- Pedir para os alunos pegarem o fio de cobre e enrolar a espira, cerca de dez voltas. Pode ser utilizado como base a própria pilha, deixando em cada extremidade aproximadamente dez centímetros.
- 4- Agora vamos prender a espira dando cerca de três voltas em suas pontas.
- 3- Em uma das pontas faça a raspagem completa da circunferência do fio, removendo totalmente a capa protetora do fio.
- 4- Na outra ponta raspe apenas a metade da circunferência do fio.
- 5- Peguem os alfinetes e prenda-os na pilha com a bexiga.
- 6- Coloque a espira nos alfinetes de acordo com a figura.
- 7- Agora, posicione o ímã de neodímio de forma que seu campo magnético fique perpendicular ao campo magnético da bobina, e está pronto o seu experimento.
- 8- Para que a espira entre em movimento, de um leve toque para dar impulso ao movimento.

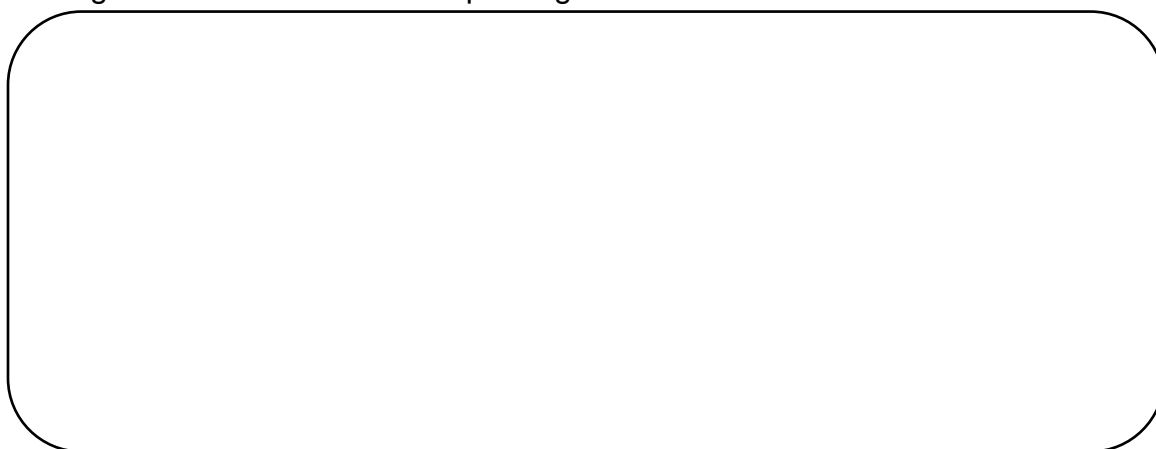
1- Qual o motivo de raspamos as pontas do fio? Por que não raspamos as duas completamente?

2- Para que o giro das bobinas seja contínuo quais são as forças envolvidas no processo?

3- O giro da bobina pode ocorrer para ambos os lados? Por quê?

4- Quando a bobina está em movimento temos uma corrente contínua ou alternada no processo? Por quê?

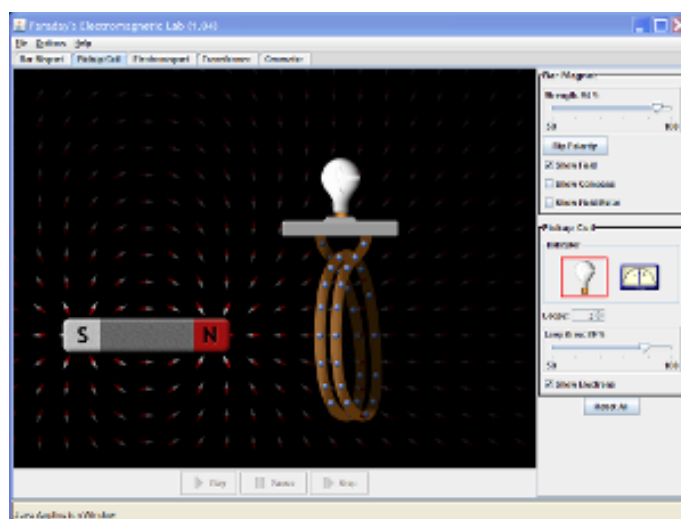
5- Represente, por meio de um desenho, como seria a interação entre o campo magnético da bobina e o campo magnético do ímã.



Posteriormente, levar os alunos ao laboratório de informática para que eles possam manusear o simulador (Laboratório de Física de Faraday), disponível no Site Phet Colorado, onde os alunos poderão simular os conceitos físicos propostos na sequência.

Obs: O professor deve se organizar anteriormente instalando o simulador nos computadores que serão realizados as simulações.

Figura 17 – Laboratório de Faraday



Fonte: < https://phet.colorado.edu/sims/faraday/faraday_pt_BR.jnlp >.

1. Pedir para os abrirem o simulador (Laboratório de Faraday) clicar no ícone eletroímã. Com o auxílio de um projetor multimídia, o professor indicará os passos necessários para as observações em relação ao campo magnético da expira.

Obs: Durante este processo, o professor pode levantar alguns questionamentos como:

- O campo magnético da expira é o mesmo em qualquer ponto do espaço?
- O que acontece com as linhas de campo quando invertemos o sentido da corrente na expira?
- O que acontece com o campo magnético quando variamos a tensão da corrente na expira?
- Quando zeramos a tensão da corrente na expira o que acontece com o campo magnético? Por quê?
- Quando aumentamos ou diminuimos o número de voltas da expira o que acontece com os valores do campo magnético no espaço?

2. Após o termino da simulação e discussões pedir para os alunos clicarem no ícone transformador.

Obs: Durante este processo o professor pode levantar alguns questionamentos como:

- Observando a imagem do simulador, notamos que na bobina indutora temos corrente elétrica. Por qual motivo não temos movimentação de elétrons na bobina receptora?
- Se posicionarmos o botão de variação de corrente de modo que a corrente zere e aproximarmos a bússola próximo a bobina indutora e, em seguida, movimentarmos o botão de variação de corrente na fonte. O que acontece com a agulha da bússola? Por quê?
- Se substituirmos a lâmpada pelo medidor de tensão e movimentarmos a bobina indutora. O que acontece com o ponteiro do aparelho medidor? Por quê?
- Se movimentarmos agora a bobina receptora, o processo do ponteiro do medidor se repete? Por quê?
- Se substituirmos a fonte de corrente contínua pela fonte de corrente alternada, o que acontece com as linhas de campo?
- Sobre a ação da corrente alternada, existe a necessidade de movimentarmos a bobina indutora para criarmos movimentação de elétrons na bobina receptora? Por quê?
- Quando variamos o número de voltas da bobina indutora, o que acontece com o ponteiro do medidor na bobina receptora? E com as medidas do campo magnético?

QUINTO ENCONTRO

Objetivos:

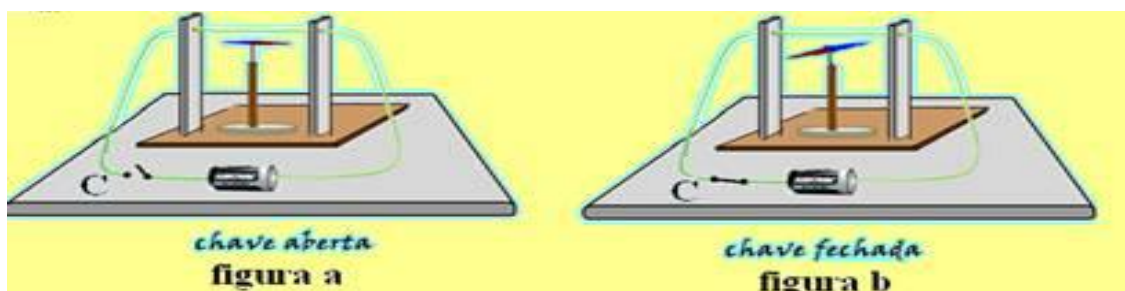
- Levantar os conhecimentos desenvolvidos durante a sequência didática.

Pedir para os alunos se organizarem individualmente, aplicar as questões objetivas e apresentar o texto explicando como produzir um mapa conceitual.

Obs: O professor deve dar uma breve explicação sobre como produzir um mapa conceitual.

Questionário

1- (PUC-SP) Na experiência de Oersted, o fio de um circuito passa sobre a agulha de uma bússola. Com a chave C aberta, a agulha alinha-se como mostra a figura a. Fechando-se a chave C, a agulha da bússola assume nova posição (figura b).

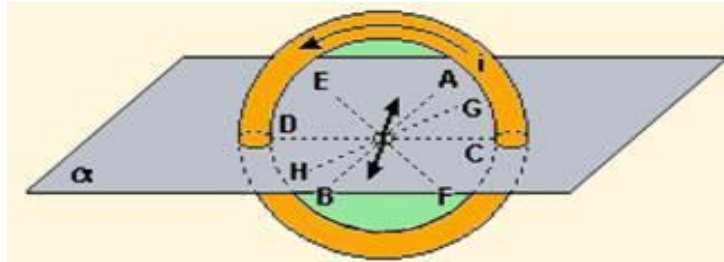


Fonte: Física e vestibular.

A partir desse experimento, Oersted concluiu que a corrente elétrica estabelecida no circuito:

- a) gerou um campo elétrico numa direção perpendicular à da corrente.
- b) gerou um campo magnético numa direção perpendicular à da corrente.
- c) gerou um campo elétrico numa direção paralela à da corrente.
- d) gerou um campo magnético numa direção paralela à da corrente.
- e) não interfere na nova posição assumida pela agulha da bússola que foi causada pela energia térmica produzida pela lâmpada.

2- (MACKENZIE-SP) Uma espira circular condutora é percorrida por uma corrente elétrica de intensidade i e perfura ortogonalmente uma superfície plana e horizontal, conforme a figura acima. O segmento CD, pertencente ao plano da superfície, é diâmetro dessa espira e o segmento AB, também pertencente a esse plano, é perpendicular a CD, assim como EF é perpendicular a GH e ambos coplanares aos segmentos anteriores.

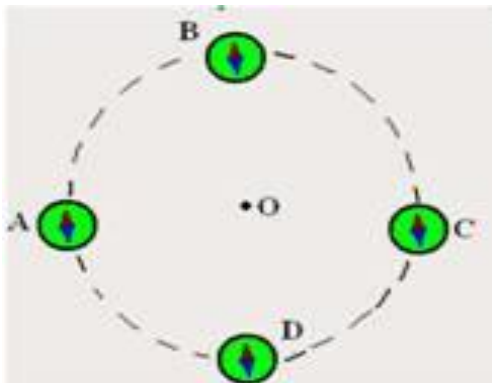


Fonte: Física e vestibular.

Se apoiarmos o centro de uma pequena agulha imantada sobre o centro da espira, com liberdade de movimento, ela se alinhará a:

- a) AB b) CD c) EF d) GH

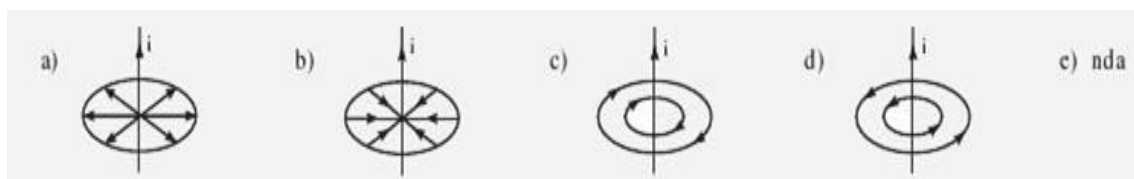
3- A figura representa 4 bússolas apontando, inicialmente, para o polo norte terrestre. Pelo ponto O, perpendicularmente ao plano do papel, coloca-se um fio condutor retilíneo e longo. Ao se fazer passar pelo condutor uma corrente elétrica contínua e intensa no sentido do plano do papel para a vista do leitor, permanece praticamente inalterada somente a posição:



- a) das bússolas A e C
b) das bússolas B e D
c) das bússolas A, C e D
d) da bússola C
e) da bússola D

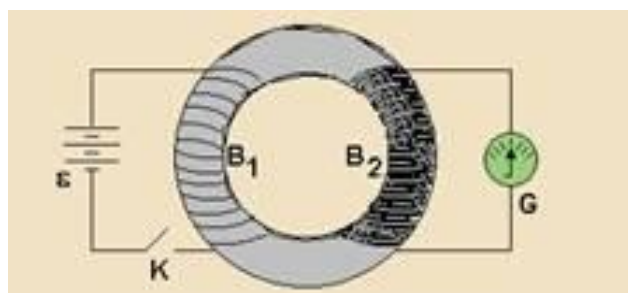
Fonte: Física e vestibular.

4- Um condutor reto e longo é percorrido por corrente elétrica invariável i . As linhas de indução de seu campo magnético seguem o esquema:



Fonte: Física e vestibular.

5- A figura representa uma das experiências de Faraday que ilustram a indução eletromagnética, em que ϵ é uma bateria de tensão constante, K é uma chave, B₁ e B₂ são duas bobinas enroladas num núcleo de ferro doce e G é um galvanômetro ligado aos terminais de B₂ que, com o ponteiro na posição central, indica corrente elétrica de intensidade nula.

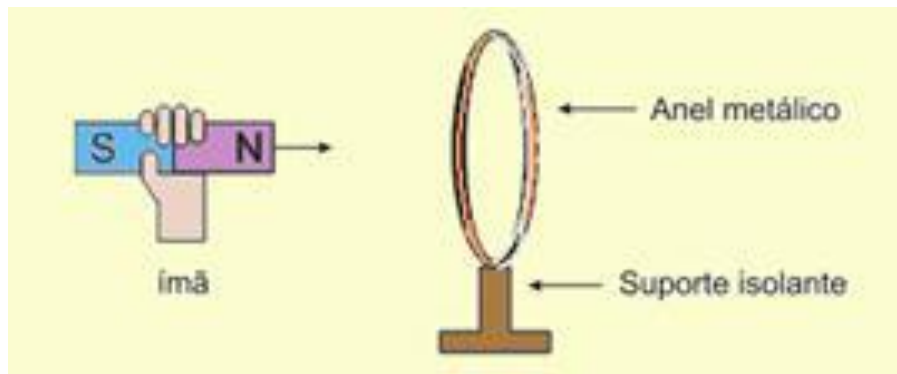


Fonte: Física e vestibular.

Quando a chave K é ligada, o ponteiro do galvanômetro se desloca para a direita e:

- assim se mantém até a chave ser desligada, quando o ponteiro se desloca para a esquerda por alguns instantes e volta à posição central.
- logo em seguida volta à posição central e assim se mantém até a chave ser desligada, quando o ponteiro se desloca para a esquerda por alguns instantes e volta à posição central.
- logo em seguida volta à posição central e assim se mantém até a chave ser desligada, quando o ponteiro volta a se deslocar para a direita por alguns instantes e volta à posição central.
- para a esquerda com uma oscilação de frequência e amplitude constantes e assim se mantém até a chave ser desligada, quando o ponteiro volta à posição central.
- para a esquerda com uma oscilação cuja frequência e amplitude se reduzem continuamente até a chave ser desligada, quando o ponteiro volta à posição central.

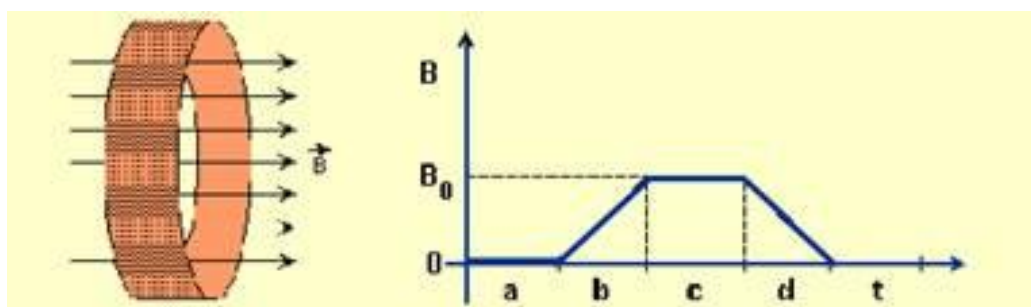
6- (FUVEST-SP) Aproxima-se um ímã de um anel metálico fixo em um suporte isolante, como mostra a figura. O movimento do ímã, em direção ao anel,



Fonte: Física e vestibular.

- a) não causa efeitos no anel.
- b) produz corrente alternada no anel.
- c) faz com que o polo sul do ímã vire polo norte e vice-versa.
- d) produz corrente elétrica no anel, causando uma força de atração entre anel e ímã.
- e) produz corrente elétrica no anel, causando uma força de repulsão entre anel e ímã.

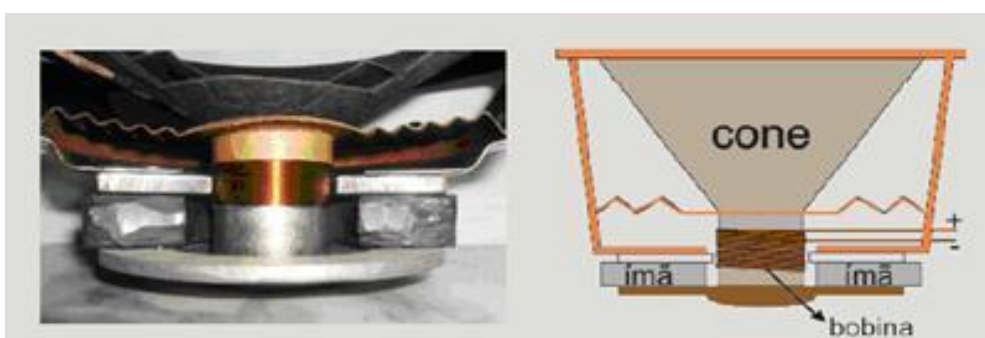
7- (UFPR) Um anel está numa região do espaço onde existe uma densidade de campo magnético \vec{B} que varia com o tempo. A densidade de campo magnético é uniforme em toda a região e perpendicular ao plano do anel. O gráfico mostra a magnitude de \vec{B} em função do tempo. Observando o gráfico, assinale a afirmação correta com relação às forças eletromotrizes induzidas, "a", "b", "c" e "d", durante os respectivos intervalos de tempo a, b, c e d.



Fonte: Física e vestibular.

- a) $\epsilon_a = \text{constante} \neq 0$.
- b) $\epsilon_b = 0$.
- c) $\epsilon_c = \text{constante} \neq 0$.
- d) $\epsilon_d = 0$.
- e) $\epsilon_d = \text{constante} \neq 0$.X

8- Um dos componentes fundamentais para uma boa qualidade de som é o alto-falante, que consiste basicamente de um cone (geralmente de papelão), uma bobina e um ímã permanente, como mostrado nas figuras abaixo.



Fonte: Física e vestibular.

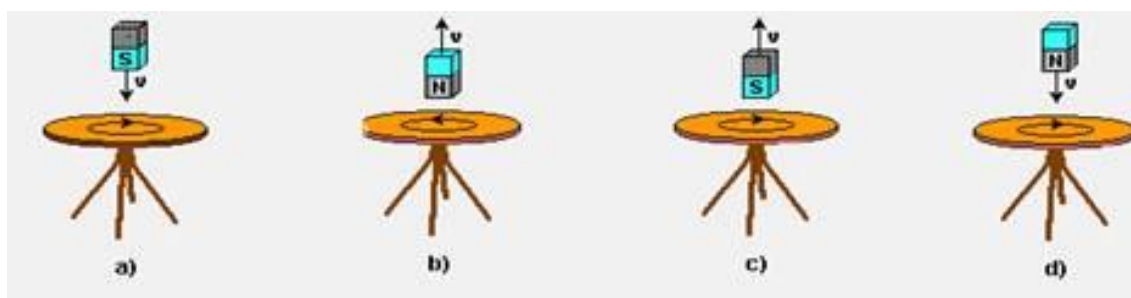
A respeito do funcionamento do alto-falante, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

- a) A intensidade do campo magnético criado pela bobina depende unicamente do número de espiras da mesma.
- b) O movimento do cone do alto-falante é consequência da lei de Lenz.
- c) A vibração do cone cria no ar regiões de altas e baixas pressões, que se propagam na forma de ondas transversais.
- d) A altura do som reproduzido pelo alto-falante depende da frequência do sinal elétrico enviado pelo aparelho de som.

e) A intensidade da onda sonora reproduzida pelo alto-falante é proporcional à intensidade da corrente elétrica que percorre a bobina.

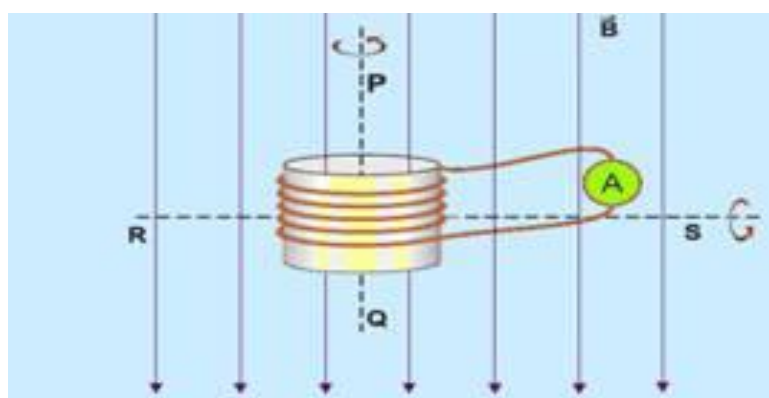
f) A corrente elétrica enviada ao alto-falante percorre a bobina, gerando um campo magnético que interage com o ímã permanente, ocasionando o movimento do cone na direção axial da bobina.

9- Nas figuras a seguir, um ímã é movimentado sobre uma espira condutora, colocada sobre uma mesa, de tal forma que há uma variação do fluxo do campo magnético na espira. As figuras indicam o sentido da velocidade imprimida ao ímã em cada caso e o pólo do ímã, que se encontra mais próximo da espira. Assinale a alternativa que representa corretamente o sentido da corrente induzida na espira, de acordo com o movimento do ímã.



Fonte: Física e vestibular.

10- Uma bobina condutora, ligada a um amperímetro, é colocada em uma região onde há um campo magnético, uniforme, vertical, paralelo ao eixo da bobina, como representado nesta figura:



Fonte: Física e vestibular.

Essa bobina pode ser deslocada horizontal ou verticalmente ou, ainda, ser girada em torno do eixo PQ da bobina ou da direção RS, perpendicular a esse eixo, permanecendo, sempre, na região do campo. Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que o amperímetro indica uma corrente elétrica quando a bobina é:

- A) deslocada horizontalmente, mantendo-se seu eixo paralelo ao campo magnético.
- B) deslocada verticalmente, mantendo-se seu eixo paralelo ao campo magnético.
- C) girada em torno do eixo PQ.
- D) girada em torno da direção RS.

Após os alunos responderem as questões, que serão utilizadas no processo de avaliação da evolução no conhecimento científico dos educandos, também será proposto o desenvolvimento de um mapa conceitual com o intuito de avaliar se os alunos conseguem fazer relações significativas entre os conceitos trabalhados durante a sequência didática.

Primeiro será proposto a leitura do texto sobre mapas conceituais, neste momento o professor deve esclarecer as dúvidas sobre como produzir um mapa conceitual.

O que são mapas conceituais e quais suas características

Mapas conceituais podem ser caracterizados como representações gráficas que se assemelham a diagramas, ou seja, são estruturas esquemáticas que relacionam conceitos ou ideias, organizados e ligados por palavras.

Geralmente seus conceitos são colocados dentro de círculos ou quadros, e suas relações são indicadas por linhas ou setas que os interligam, sendo que o verbo fica entre dois conceitos, interligando-os.

Quando dois conceitos estão unidos por uma linha ou seta significa que existe uma relação entre eles, porém o tamanho dessas linhas e setas não é de grande importância.

Geralmente, mapas conceituais são construídos a partir de uma só ideia particular que procuramos trabalhar, essa ideia particular é a questão de foco,

que conforme é elaborada, outras ideias e conceitos de temas diferentes são inseridos.

Existem também as ligações entre conceitos nos diferentes segmentos do mapa conceitual. Estas ligações cruzadas ajudam a ver como um conceito de um tema diferente do mapa conceitual se relaciona a outro, impulsionando a criação de novos conhecimentos.

Em um mapa conceitual, é importante manter as ideias organizadas hierarquicamente, de forma que os conceitos menos específicos fiquem no topo e os mais específicos e menos gerais fiquem abaixo, para que facilite o entendimento da ideia geral do mapa, pois normalmente um mapa conceitual é lido de cima para baixo, não sendo isto uma regra, seja a ideia própria do indivíduo criador ou de uma área científica do conhecimento específico.

Um mapa conceitual é de fácil compreensão, pois faz uso de grande parte da memória visual, sendo necessário menos transformações cognitivas do que um texto, por exemplo.

Texto retirado e adaptado dos anais eletrônicos do Encontro Internacional de Formação de Professores 2014.

<https://www.uniso.br/publicacoes/anais_eletronicos/2014/1_es_formacao_de_professores/23.pdf>.

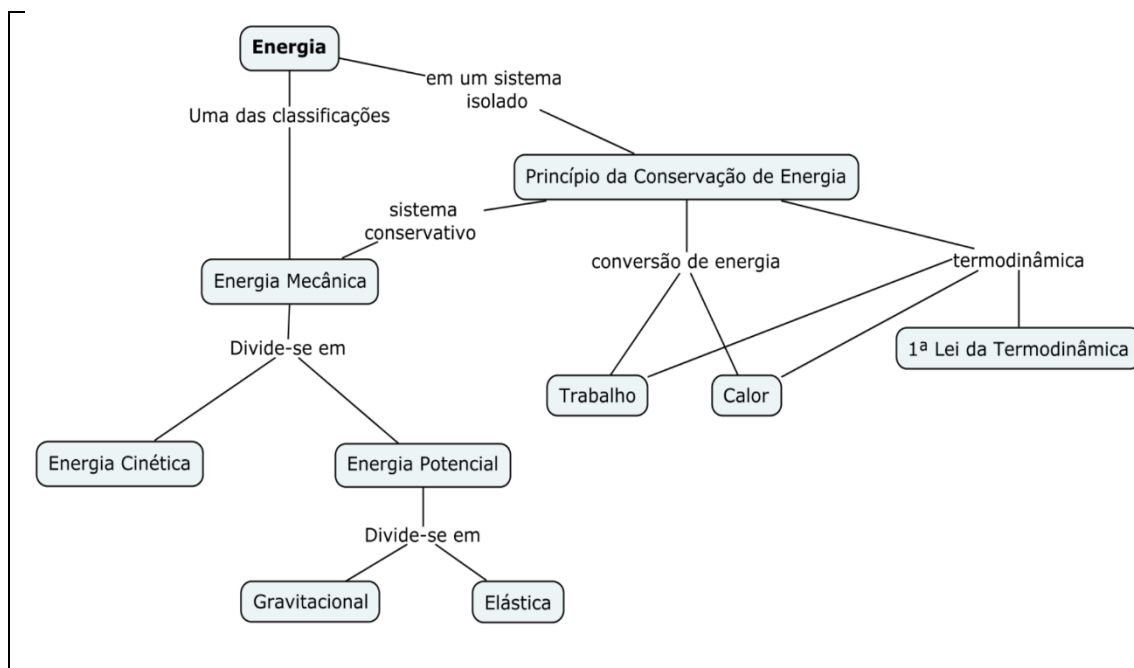
Como elaborar um bom mapa conceitual

Primeiro devemos organizar, em forma de lista, os conceitos que devem estar no mapa conceitual a ser elaborado, lembrando que se existirem muitos conceitos a serem colocados, deve-se repensar a possibilidade de fazer mais de um mapa conceitual para o melhor detalhamento das ideias.

A lista deve ser organizada de forma que as palavras mais gerais fiquem na parte superior da lista e as menos abrangentes e mais específicos fiquem na parte inferior. Desta lista, devem ser selecionados um, dois ou três conceitos, que são os principais e iniciarão o mapa conceitual. Após essa separação, outros dois ou três sub conceitos devem ser separados e colocados abaixo dos conceitos gerais. Após isso começa as ligações dos conceitos, unindo-os dois a dois, sobre a linha que os une devemos usar palavras de ligação de forma que ficará conceito de início, conexão de explicação, e novamente o outro conceito de início. Esta ligação deve conter um sentido, e formar uma unidade semântica.

É importante a revisão do mapa conceitual, pois sempre há algo que podemos incluir ou melhorar, e são nessas tentativas de melhora que o aprendizado será eficaz.

Figura 18 – Ilustração de um mapa conceitual



Fonte: <<http://blog.aulalivre.net/mapa-conceitual/>>.

Com base no que foi apresentado acima desenvolva um mapa conceitual com os conhecimentos desenvolvidos no decorrer da sequência didática sobre eletromagnetismo.

CONCLUSÃO DO PRODUTO

A sequência didática aqui apresentada teve o intuito de colaborar com o ensino de indução eletromagnética, tendo como foco o uso de experimentos confeccionados com materiais de baixo custo, além de utilizar diferentes estratégias didáticas procurando dinamizar as aulas de maneira a tornar as mesmas as mais prazerosas possíveis.

Possibilitou-se a manipulação de materiais mediante orientações e encaminhamentos de atividades, ou seja, organizadores prévios com o objetivo de apoiar os conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, facilitando a aproximação do conteúdo aos conhecimentos prévios, relacionando o contexto histórico envolvido e integrando os educandos ao processo de ensino-aprendizagem.

A motivação e a participação dos alunos foram muito efetivas. Entre as principais conclusões, destaca-se a observação de uma grande mudança na dinâmica das aulas com a utilização de diferentes estratégias didáticas. Os educandos avaliaram a nova postura como positiva, chegando a questionar o porquê de não serem trabalhados mais tópicos com essas metodologias. Além disso, também aprovaram o trabalho em grupo, alegando que as trocas de conhecimento e a socialização entre os mesmos melhoraram com essa conduta.

Nesse sentido, a utilização desta sequência didática é um contributo para a mudança do contexto do ensino de Física atual, podendo ser utilizada por diversos professores do Ensino Médio em todas as instituições, tendo em vista as grandes dificuldades encontradas na docência, principalmente nas escolas públicas, frente as inúmeras vertentes envolvidas, desde a falta de investimentos até a próprio desinteresse dos educandos.

REFERÊNCIAS

BLOG AULA LIVRE. **Mapa conceitual**. Disponível em: <<http://blog.aulalivre.net/mapa-conceitual/>>. Acessado em: 24 de agos. de 2017.

BRASIL. **Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. LEI nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. D. O. U. de 23 de dezembro de 1996.

CRUZ, José. **Lei de faraday**. EBAH. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAqMdUAG/lei-faraday>>. Acessado em: 01 de dez. de 2017.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: SCHNEUWLY, Bernard; DOLZ, Joaquim; e col.. **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas; SP: Mercado das Letras, 2004. p. 95-128.

FARIA, de Wilson. **Mapas Conceituais: aplicações ao ensino, currículo e avaliação**. São Paulo: EPU - Temas Básicos de Educação e Ensino, 1985.

FEIRA DE CIÊNCIAS. **Faraday**. O imperdível mundo da Física Clássica. 1999. Disponível em: <<http://www.feiradeciencias.com.br/cientistas/faraday.asp>>. Acessado em: 30 de agos. de 2017.

_____. **Ilustração do aparato experimental de Michael Faraday**. Disponível em: <<http://www.feiradeciencias.com.br/cientistas/faraday.asp>>. Acessado em: 30 de agos. de 2017.

_____. **Prato falante**. O imperdível mundo da Física Clássica. 1999. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala15/15_44.asp>. Acessado em: 30 de agos. de 2017.

FÍSICA E VESTIBULAR.. **Exercícios de vestibulares com resoluções comentadas sobre campo magnético gerado por uma espira circular ou por um solenoide**. Disponível em: <<http://fisicaevestibular.com.br/novo/eletricidade/eletromagnetismo/forca-eletromotriz-induzida-transformadores/exercicios-de-vestibulares-com-resolucao-comentada-sobre-forca-eletromotriz-induzida-transformadores/>>. Acessado em: 27 de agos. de 2017.

_____. **Exercícios de vestibulares com resolução comentada sobre força eletromotriz induzida – transformadores**. Disponível em: <<http://fisicaevestibular.com.br/novo/eletricidade/eletromagnetismo/campo-magnetico-gerado-por-uma-espira-circular-ou-por-um-solenoide/exercicios-de-vestibulares-com-resolucoes-comentadas-sobre-campo-magnetico-gerado-por-uma-espira-circular-ou-por-um-solenoide/>>. Acessado em: 22 de agos. de 2017.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**, Volume 3; LTC; 2012.

KAZUHITO, Y.; FUKUE, L. F. **Física para o Ensino Médio: Eletricidade Física Moderna**, Volume 3, Saraiva, pg.230, 2013.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes curriculares de Física**. SEED: Curitiba, 2008.

PHET COLORADO. **Laboratório De Faraday**. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/faraday/faraday_pt_BR.jnlp>. Acessado em: 15 de jun. de 2017.

SACRISTÁN, J. G. **O Currículo: uma reflexão sobre a prática**. 3.ed. Porto-Alegre-RS: Artmed, 2000.

SIMÕES. Marco A. **Indução eletromagnética**. Disponível em: <http://masimoes.pro.br/fisica_el/inducaoeletromagnetica.html>. Acessado em: 13 de nov. de 2017.

_____. **Representação da aproximação e afastamento do campo magnético norte do ímã de uma espira, apresentando o campo opositor gerado pela corrente induzida**. Disponível em: <http://masimoes.pro.br/fisica_el/inducaoeletromagnetica.html>. Acessado em: 25 de setembro de 2017.

YOUTUBE. **A vida no campo**. Disponível em: <<https://youtu.be/bPpUjLZvY?t=561>>. Acessado em: 18 de agos. de 2017.

_____. **Concepts in Science**. Disponível em: <<https://youtu.be/b-PpUjLZvY?t=561>>. Acessado em: 18 de agos. de 2017.

_____. **Viagem na eletricidade**. Disponível em: <<https://youtu.be/1fdEgkVaNdY>>. Acessado em: 18 de agos. de 2017.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa. Como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE C

MAPA CONCEITUAL DESENVOLVIDO PELOS ALUNOS

