



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

DANIELA KEURY SANTOS DA SILVA

**JOGOS E EXPERIMENTOS NO ENSINO DO
ELETROMAGNETISMO: UMA PROPOSTA
METODOLOGICA**

ARIQUEMES - RO
2018

Daniela Keury Santos da Silva

**JOGOS E EXPERIMENTOS NO ENSINO DO
ELETROMAGNETISMO: UMA PROPOSTA
METODOLOGICA**

Trabalho apresentado ao curso de Licenciatura em Física da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, como requisito parcial a obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Esp. Fábio Prado de Almeida.

Ariquemes - RO

2018

Daniela Keury Santos da Silva

**JOGOS E EXPERIMENTOS NO ENSINO DO
ELETROMAGNETISMO: UMA PROPOSTA
METODOLOGICA**

Trabalho apresentado ao curso de Licenciatura em Física da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, como requisito parcial a obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Esp. Fábio Prado de Almeida

COMISSÃO EXAMINADORA

Orientador: Prof. Esp. Fábio Prado de Almeida
Nome da Instituição: Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Prof. Esp. Fabrício Pantano
Nome da Instituição: Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Prof. Esp. Jociel Honorato de Jesus
Nome da Instituição: Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Ariquemes 26 de Junho de 2018

A minha mãe, que sempre me apoiou.

A todos os amigos, que contribuíram grandemente nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Orientador por fazer o possível para contribuir na elaboração do trabalho.

A minha família pelo apoio nos momentos difíceis.

Aos amigos pelo incentivo.

E a todos que contribuíram de alguma forma para finalização desse trabalho.

RESUMO

Este trabalho trata-se de uma proposta metodológica para facilitar o ensino-aprendizagem do Eletromagnetismo no ensino médio. Sabe-se que o avanço tecnológico atual, apresenta toda sua base na Física, porém é difícil para os alunos relacionar os conteúdos estudados em sala de aula, com a tecnologia presente em seus cotidianos. O estudo desse tema é fundamental para entendimento de diversos assuntos, trata-se de um conteúdo complexo e extenso, porém com diversas possibilidades de aplicação de metodologias ativas, como utilização de experimentos, jogos etc., que promovem aulas dinâmicas, participativas e garantem um ensino de qualidade. De início essa proposta apresenta o conceito dos temas ligados ao eletromagnetismo, em seguida se reúne em um roteiro de aula seis experimentos e um jogo, com os quais se busca exemplificar e demonstrar todo conteúdo abordado até então. A utilização de experimentos e jogos nesse contexto é importante, por corresponder a um instinto natural do aluno, desperta no mesmo, interesse, curiosidade, prazer, esforço e cooperação, melhorando não somente a aprendizagem, mas também a relação interpessoal e o trabalho em grupo.

Palavras-chave: Eletromagnetismo, jogos, experimentos, ensino-aprendizagem.

ABSTRACT

This work is a methodological proposal to facilitate the teaching-learning of electromagnetism in high school. It's known that the current technological advancement, presents its entire physical base, but it is difficult for students to relate the contents studied in the classroom, with the technology present in their daily lives. The study of this has is fundamental to the understanding of various subjects, it's a complex and extensive content, but with several possibilities of application and active methodologies, such as use of experiments, games etc that promote dynamic classes, and guarantee quality education. At the beginning this proposal presents the concept of the themes related to electromagnetism, then brings together in a script of lesson six experiments and a game, with which one seeks to exemplify and demonstrate all content addressed until then. The use of experiments and games in this context is important, because it corresponds to a natural instinct of the student, awakens in it, interest, curiosity, pleasure, effort and cooperation, improving not only the learning, but also the interpersonal relationship and the group work.

Keywords: Electromagnetism, games, experiments, teaching-learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Rocha de magnetita	18
Figura 2 - Pena sendo atraída pelo ambôr	19
Figura 3 - Linhas de campo magnético	19
Figura 4 - Linhas de Campo Magnético que incidem de maneira perpendicular à superfície.....	21
Figura 5 - Linhas de Campo Magnético incidindo paralelamente à superfície	21
Figura 6 - Linhas de campo magnético em um condutor retilíneo	22
Figura 7 - Sentido das linhas de campo magnético criado por corrente elétrica, regra da mão direita	23
Figura 8 - Simbologia para representação do sentido das linhas de campo no plano	23
Figura 9 - Linhas de campo em uma espira circular, regra da mão direita	24
Figura 10 - Linhas de campo magnético, imã natural e solenoide	25
Figura 11 - Experimento de Faraday, indução eletromagnética	27
Figura 12 - Experimento de Faraday, indução eletromagnética	28
Figura 13 Linhas de campo magnético gerado por um imã	31
Figura 14 - Linhas de campo magnético saindo do polo norte para o polo sul	32
Figura 15 - Linhas de campo magnético se repelindo	32
Figura 16 - Demonstração das linhas de campo magnético.....	33
Figura 17 -Imã se aproximando da bobina	34
Figura 18 - Imã se afastando da bobina	34
Figura 19 - Bússola apontando para o norte, sob um fio condutor retilíneo	35
Figura 20 - Bússola apontando para o sentido do campo magnético.....	36
Figura 21 - Bússola apontando para o norte da Terra, Espira circular	37
Figura 22 - Bússola apontando o sentido do campo magnético, Espira circular	37
Figura 23 - Bússola apontando para o norte da Terra, Solenoide.....	38
Figura 24 - Bússola apontando o sentido do campo magnético, solenoide	38
Figura 25 - Fio condutor entre dois imãs, fonte desligada.....	39
Figura 26 -Fio condutor entre dois imãs, fonte ligada	40

LISTA DE ABREVIATURAS

PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
Wb	Weber
Fem	Força Eletromotriz
FAEMA	Faculdade de Educação e Meio Ambiente

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	13
3 METODOLOGIA	14
4 REVISÃO DE LITERATURA	15
4.1 PCNS E A FÍSICA	15
4.2 IMPORTÂNCIAS DOS JOGOS E EXPERIMENTOS NO ENSINO/ APRENDIZAGEM.....	16
4.3 ELETROMAGNETISMO.....	18
4.3.1 Linhas de Campo Magnético	19
4.3.2 Fluxo Magnético	20
4.3.3 Permeabilidade Magnética	21
4.3.4 Fontes de Campo Magnético	22
4.3.4.1 Campo magnético gerado por corrente elétrica em um condutor retilíneo	22
4.3.4.2 Campo magnético criado por uma espira circular	24
4.3.4.3 Campo magnético criado por um solenoide	25
4.3.5 Força Eletromotriz	26
4.3.6 Força Eletromagnética	26
4.3.7 Indução Eletromagnética	27
5 PROPOSTA METODOLOGIA	30
5.1 EXPERIMENTO - CAMPO MAGNÉTICO E LINHAS DE CAMPO MAGNÉTICO	30
5.2 EXPERIMENTO - FLUXO MAGNÉTICO E INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA ...	33
5.3 EXPERIMENTO - CAMPO MAGNÉTICO GERADO POR CORRENTE ELÉTRICA EM UM CONDUTOR RETILÍNEO	34
5.4 EXPERIMENTO - CAMPO MAGNÉTICO CRIADO POR UMA ESPIRA CIRCULAR.....	36
5.5 EXPERIMENTO - CAMPO MAGNÉTICO CRIADO POR UM SOLENOIDE	37
5.6 EXPERIMENTO - FORÇA ELETROMAGNÉTICA	39
5.7 JOGO DE ELETROMAGNETISMO	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	43

INTRODUÇÃO

Del Claro (2009) expõe que na década de 80 se deu início a um período nomeado de Era Digital ou Era da Informação. Essa fase trouxe da década de 70 novas tecnologias como microprocessador, fibra ótica, rede de computadores e computador pessoal que logo passaram a fazer parte do cotidiano das pessoas, o avanço tecnológico gerado a partir dessa época foi significativo.

De acordo com Silvério (2013) a tecnologia, muito presente no cotidiano dos alunos, apresenta sua base na física, porém existem certas dificuldades em relacionar os avanços tecnológicos com os conhecimentos adquiridos.

Alguns dos fatores que influenciam esse déficit podem ser os diferentes níveis de aprendizagem, a falta de estruturas e materiais apropriados para o ensino, ou até mesmo ausência de interesse dos alunos.

Na concepção dos alunos, a física é uma disciplina que utiliza muitos cálculos. A falta de interesse dos alunos pode estar relacionada ao destaque dado à aplicação de fórmulas e resolução de atividades nos livros didáticos, focada a preparação para o vestibular, os conteúdos são abordados a partir de conceitos específicos, passando uma imagem distorcida da Física, pois os alunos vêm sendo exposto primeiramente à matemática formal, antes mesmo de terem compreendido as teorias físicas. (Freitas e Fujii, 2014)

Silvério (2013) relata que ao apresentar uma boa didática o professor consegue que o educando tenha uma aprendizagem duradoura e efetiva, e assim conseqüentemente, entenda melhor o mundo tecnológico em que vive. Sendo assim, o presente estudo visa auxiliar na elaboração de aulas dinâmicas no estudo do eletromagnetismo, que facilitem o ensino, considerando os diferentes níveis de aprendizagem dos discentes, utilize materiais de fácil acesso, e que principalmente possibilite a participação ativa dos mesmos na obtenção de seu conhecimento.

Percebe-se que os estudos a respeito desse tema vêm sendo feitos há séculos, o que o torna um assunto muito amplo, e de difícil entendimento. Partindo desse ponto, e do fato de que os alunos apresentam muitas dificuldades no aprendizado, reúnem-se nesse trabalho vários estudos coletados com o intuito de responder as seguintes situações problemas: Existe uma forma de conciliar o curto tempo com qualidade de ensino? É possível chamar a atenção dos discentes

promovendo participação e aprendizado significativos? Como promover aulas dinâmicas em ambientes com poucos recursos?

Tendo o trabalho analisado os problemas citados, a hipótese levantada por essa pesquisa é que: a criação de um roteiro de aula pode vir a ser um recurso indispensável, pois nele o professor poderá se programar de forma a utilizar o tempo da maneira mais proveitosa possível. Empregar metodologias ativas, nas quais os alunos possam participar e interagir, como jogos e experimentos seria um recurso valioso, já que a aprendizagem é facilitada quando a atividade lhes é prazerosa. Por fim, utilizar matérias de baixo custo, que os alunos possam ter em casa, para fabricação dos experimentos e jogos, seria viável nas escolas com poucos recursos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar uma proposta metodológica que vise à utilização de experimentos e jogos lúdicos no ensino do Eletromagnetismo.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Propor utilização de experimentos e jogos para garantir aulas mais dinâmicas e participativas;
- Organizar uma proposta contendo atividades lúdicas para o ensino do eletromagnetismo.

3 METODOLOGIA

Esse estudo foi primeiramente realizado através de uma revisão de literatura tendo como principais bases de dados indexadas consultadas, *Scielo*, Google Acadêmico, Revista Brasileira de Ensino de Física e Biblioteca Júlio Bordignon, entre os anos de 1988 a 2018, sendo que os mais utilizados foram publicados na última década, utilizando como descritores, história do eletromagnetismo, jogos e atividades lúdicas, ensino-aprendizagem, PCNs de física. Tendo como critério de inclusão, artigos publicados na língua portuguesa. Como critério de exclusão foi determinado, artigos fora da metodologia de pesquisa mencionada, e desatualizados. Após conceituar eletromagnetismo, definir e exemplificar sua área de abrangência buscou-se realizar uma proposta contendo seis experimentos e um jogo, com os quais se podem alcançar uma aula mais dinâmica.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 O ENSINO DE FÍSICA DE ACORDO COM OS PCNs

Conforme Camargo e Nardi (2004) o surgimento de novas políticas públicas para a educação, especificamente a implantação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), permitiu ver-se a necessidade da reformulação do ensino médio.

Sendo assim no que diz respeito à Física a sugestão dos PCNs é que ela deve se apresentar com determinadas competências que possibilitem a compreensão da tecnologia e dos fenômenos naturais a ela relacionados, sendo que para isso é necessário que se utilize os princípios, leis e modelos abordados pela área. (PCN+, 2002)

Em um estudo realizado por Ricardo e Freire (2007), nota-se que alguns alunos acreditam que só se estuda física para prestar vestibular, ou até mesmo que é uma matéria sem nenhuma importância, que somente cientistas vistos por eles como loucos e alienados podem entendê-la. Outra queixa dos alunos são as aulas monótonas e sem praticidade, que ocorrem geralmente porque se utiliza de forma tradicional a aplicação de fórmulas.

Por esse motivo os PCNs relatam que o ensino de Física vem deixando de ser automatizado, ou seja, percebe-se que cada vez menos a aplicação de fórmulas e memorização é utilizada, passando ao entendimento de que ela necessita de um significado, apontando seu sentido já no momento do aprendizado. (PCN+, 2002)

Nascimento (2010) acredita que seja necessário refletir o que ensinar, e como utilizar aulas práticas em determinados assuntos de forma que a avaliação seja rígida porém equitativa.

O PCN+ (2002) aborda que a escolha dos conhecimentos que serão tratados tem sido feita de maneira tradicional, limitando-se a termos centrais de determinadas áreas, os conteúdos estudados se limitam a Mecânica, Termologia, Óptica e Eletromagnetismo. Os livros acabam apresentando um conteúdo abreviado daqueles utilizados no Ensino Superior.

O professor deve levar em consideração, os recursos disponíveis para trabalhar com os alunos, e fazê-lo da maneira mais proveitosa possível.

De acordo com o PCN+ (2002) mesmo que um estudo específico seja feito, é difícil listar as competências em Física desejadas. O professor deve escolher, e

organizar os objetivos desejados de acordo com as condições e o projeto pedagógico de sua escola.

A respeito da experimentação o PCN+ (2002) relata que a mesma deve estar presente em todo o processo ensino-aprendizagem, pois garante que o aluno tenha contato direto com o objeto de estudo, desenvolvendo melhor as competências propostas pela matéria, construindo seu próprio conhecimento e se tornando um ser crítico, que questiona o saber, sem aceita-lo como verdade absoluta e inquestionável.

Segundo Pinheiro Filho (2007) as competências esperadas na área da física são:

- Investigação e Compreensão Científica – que seria a habilidade de questionar os fenômenos, identificar os conteúdos, e interpretar de forma científica e racional.
- Representação e comunicação – que tem como objetivo desenvolver a oralidade e comunicação do aluno.
- Contextualização sócio-cultural – que seria a capacidade de interpretar e identificar a ciência presente no cotidiano, e perceber a tecnologia como fenômeno físico fundamental e de sentido prático.

4.2 IMPORTÂNCIAS DOS JOGOS E EXPERIMENTOS NO ENSINO/APRENDIZAGEM

Atualmente é difícil para os educadores conseguirem a atenção e o interesse dos alunos, muitos ainda utilizam aulas somente expositivas, nas quais os alunos não participam ativamente, atuando como receptores enquanto o professor é visto como transmissor do conhecimento.

De acordo com Coelho e Pisoni (2012), na teoria vigotskyana existem dois tipos de desenvolvimento, o real referente ao conhecimento que o aluno já possui e as capacidades e funções que realiza sem ajuda, e o desenvolvimento potencial que se refere àquilo que a criança pode vir a realizar com auxílio, a distância entre os dois níveis de desenvolvimentos é chamado de zona de desenvolvimento potencial ou proximal, que é o período no qual o aluno precisara de um auxílio, ate que aprenda e seja capaz de realizar determinadas atividades sozinho.

Ou seja, o papel principal do professor, seria atuar como mediador do conhecimento, dando auxílio necessário para que o aluno evolua, e alcance a zona de conhecimento potencial, dessa forma o professor possibilita que o aluno construa seu próprio conhecimento, com o embasamento científico fornecido pelo mesmo.

Segundo Haydt (2011), com a utilização de jogos, o professor motiva os alunos a participar ativamente do processo ensino-aprendizagem, permitindo a eles assimilar experiências e informações e incorporar atitudes e valores. O jogo acaba se tornando um ótimo recurso didático, pois o ser humano tende a apreciar naturalmente atividades lúdicas, além disso o jogador fica completamente entusiasmado e envolvido de forma emocional, gerando assim prazer e esforço.

Percebe-se então que a utilização de jogos torna as aulas mais dinâmicas, e além de proporcionar diversão também pode auxiliar grandiosamente na aprendizagem dos discentes.

Silva et al. (2016) relata que a experimentação, assim como os jogos também contribui de forma significativa com a aprendizagem quando é desenvolvida sob diferentes pontos de vista, dependendo das dificuldades e necessidades do aluno perante o conteúdo, dos materiais e do espaço que o professor dispõe.

Silva e Castilho (2010) afirmam que as atividades práticas permitem que os discentes solucionem dúvidas e levantem hipóteses sobre acontecimentos que podem ser comprovadas ou não no decorrer da experiência, desenvolvem assim o pensamento reflexivo, aprofundam saberes e transformam suas perspectivas do mundo em novos conhecimentos de ciências.

Porém vale lembrar que a parte teórica é também fundamental é necessário que haja uma contextualização do conteúdo para melhor identificá-lo no cotidiano.

Borges (2002) expõe que a maior parte dos professores acredita que incluir aulas práticas no currículo melhoraria o ensino. O ensino teórico em concordância com as atividades práticas possibilitaria que o aluno integrasse os dois conhecimentos. A falta de importância que se dá aos laboratórios acaba destruindo o conhecimento científico de seu contexto, o tornando um amontoado de leis, definições e fórmulas.

É comum para alunos do ensino médio a visão de que física se resume a cálculos, por esse motivo é importante que o professor consiga conciliar de maneira interessante e dinâmica a teoria, a prática e os cálculos, para obtenção de melhores resultados. (PCN+, 2002)

De acordo com Pereira, Fusinato e Neves (2009), em relação à questão lúdica, é difícil para o professor encontrar jogos envolvendo física. Dessa forma para que consiga desenvolver aulas com melhores resultados, é proposto ao docente nesse trabalho à conciliação de jogos e experimentos fabricados com matérias de baixo custo e/ou reciclados, para que um padrão de qualidade no ensino/aprendizagem seja mantido.

4.3 ELETROMAGNETISMO

De acordo com Isola (2001), a descoberta do magnetismo se deu há vários séculos, graças a Magnes, um pastor de ovelhas, nascido na Grécia que descobriu que ao aproximar seu cajado de ferro de determinadas pedras, o mesmo era atraído por elas. Essa pedra ilustrada na figura 1 recebeu o nome de Magnetita, e mais tarde seus fenômenos de atração e repulsão foram estudados por Tales, de Mileto.

Figura 1 - Rocha de Magnetita



Fonte: Blog Italpro.

Oka (2000) relata que os gregos já sabiam que ao se atritar âmbar com pelo de algum animal, este adquiria a capacidade de atrair partículas de pó, pequenos pedaços de palha ou plumas como demonstra a figura 2. Elektron em grego significa âmbar, por isso o nome “elétrico”.

Figura 2 - Pena sendo atraída pelo Âmbar

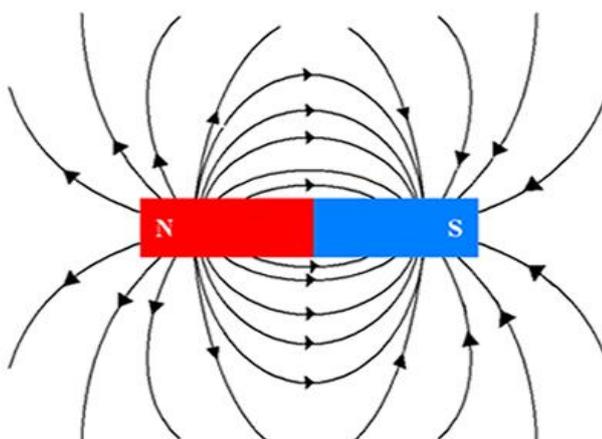


Fonte: Site Passei Direto.

4.3.1 Linhas de Campo Magnético

Segundo Mussoi (2005), a região ao redor do ímã onde uma força magnética de atração ou de repulsão pode ser observada é denominada campo magnético. A representação de campo é feita por linhas que saem do polo norte para o polo sul, que também são conhecidas como linhas de indução magnética ou linhas de fluxo magnético como ilustra a figura 3:

Figura 3 - Linhas de campo magnético



Fonte: Site Aprender Eletricidade.

As principais características das linhas de campo magnético são:

- são sempre linhas fechadas: saem e voltam a um mesmo ponto;
- as linhas nunca se cruzam;
- fora do ímã, as linhas saem do polo norte e se dirigem para o polo sul;

- dentro do ímã, as linhas são orientadas do polo sul para o polo norte;
- saem e entram na direção perpendicular às superfícies dos polos;
- nos polos a concentração das linhas é maior. (SAMBAQUI; MARQUES, 2010, p. 06)

As linhas de campo magnético são circulares e passam através do eixo do ímã, como nos polos se encontram um maior número de linhas, nessa área o campo magnético é mais forte.

4.3.2 Fluxo Magnético

Conforme Tipler e Mosca (2006) a medida de campo magnético que passa por uma determinada área é denominada Fluxo Magnético. O fluxo magnético será mais intenso quando houver mais linhas atravessando a área que pode ter qualquer tamanho, e ser orientada em qualquer direção relativamente ao campo magnético.

Segundo Mussoi (2005) Quando as linhas de campo incidem perpendicularmente à superfície, o ângulo de incidência é de 90° ($\text{sen}90^\circ = 1$) e o Fluxo Magnético será máximo como demonstra a figura 4, caso as linhas de campo incidam paralelamente à superfície, o ângulo de incidência será 0° ($\text{sen}0^\circ=0$) e o Fluxo Magnético será nulo evidenciado na figura 5. Sendo assim, percebe-se que o fluxo Magnético Φ , é dado pelo produto da componente vertical do campo magnético B pela área da superfície A e pelo cosseno do ângulo θ , formado entre B e uma linha perpendicular à superfície. A equação 1 demonstra como se calcula o fluxo magnético:

Equação 1 - Fluxo magnético.

$$\Phi = B \times A \times \cos \theta$$

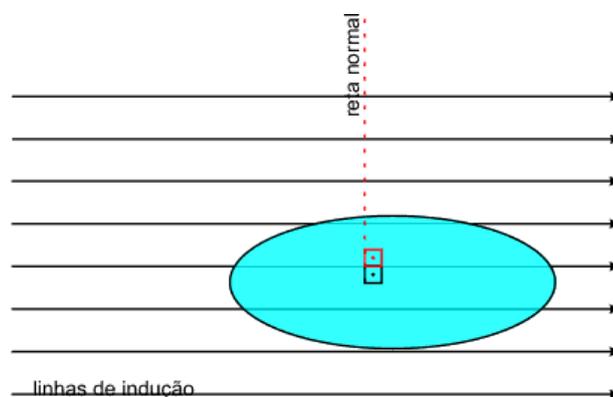
Φ = Fluxo magnético (Wb)

B = Vetor indução magnética (T)

A = Área da espira (m)

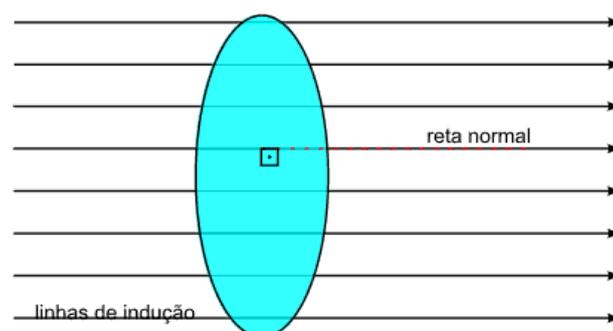
θ = Ângulo entre B e n

Figura 4 - Linhas de Campo Magnético que incidem de maneira perpendicular à superfície



Fonte: Site só física.

Figura 5 - Linhas de Campo Magnético incidindo paralelamente à superfície



Fonte: Site só física.

4.3.3 Permeabilidade Magnética

O número de linhas de campo magnético que passam por determinado material se deve a uma característica dos materiais denominada permeabilidade magnética, ou seja, a permeabilidade magnética de um material é a facilidade com que as linhas de campo podem atravessá-lo. Os materiais não magnéticos tem o valor da permeabilidade magnética similar a permeabilidade no vácuo que é $\mu = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ wb/a.m}$. Os materiais diamagnéticos têm permeabilidade inferior a do vácuo, os paramagnéticos têm a permeabilidade maior, e os ferromagnéticos têm a permeabilidade centenas de vezes maior que a do vácuo. (MUSSOI 2007)

Conforme Ribeiro (2000) materiais diamagnéticos criam um campo magnético de sentido contrario ao que lhe gerou, diminuindo o campo no seu interior, esses materiais tem momento angular nulo, ou seja, não possuem momento de dipolo

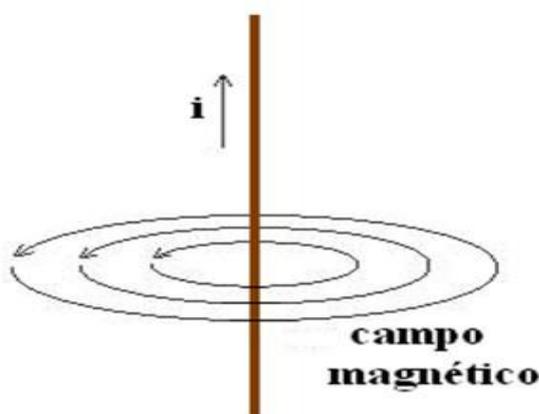
magnético intrínseco. Os materiais paramagnéticos que sofrem influência de campo magnético têm seus dipolos alinhados ao campo, ou seja, tendem a gerar um campo no mesmo sentido, por isso esses materiais têm susceptibilidade magnética positiva, que depende da temperatura, quanto maior a temperatura menor a susceptibilidade. Em materiais ferromagnéticos, os dipolos magnéticos intrínseco são extremamente interagentes e se alinham paralelamente, então, mesmo com baixa temperatura, esses materiais continuaram tendo alta magnetização.

4.3.4 Fontes de Campo Magnético

4.3.4.1 Campo magnético gerado por corrente elétrica em um condutor retilíneo

A descoberta da relação entre eletricidade e magnetismo se deu no ano de 1820, segundo Alcantara Junior e Aquino (200-) quando Hans Cristian Oersted em um de seus experimentos percebeu que a agulha da bússola quando colocada próxima a um condutor percorrido por corrente elétrica mudava de direção. Oersted descobriu assim que correntes elétricas também geram campos magnéticos, e que campos magnéticos gerados em um condutor retilíneo têm suas linhas de força fechadas, na forma de círculos, conforme a figura 6:

Figura 6 - Linhas de campo magnético em um condutor retilíneo

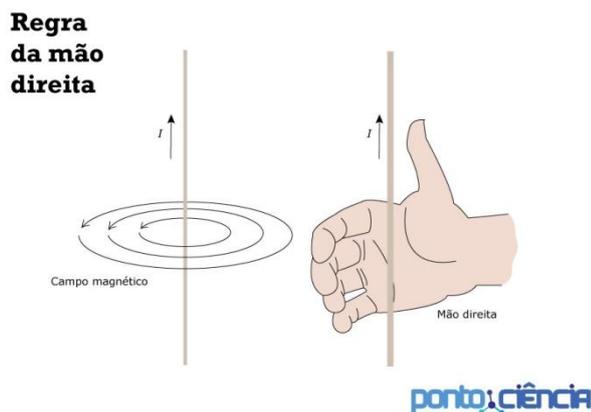


Fonte: Site alunos online.

Martins (1988) explica que se pode demonstrar o sentido das linhas de campo magnético através da regra da mão direita, nessa regra o polegar aponta o sentido

da I (corrente elétrica) e os dedos restantes dobram-se no sentido das linhas de campo como na figura 7:

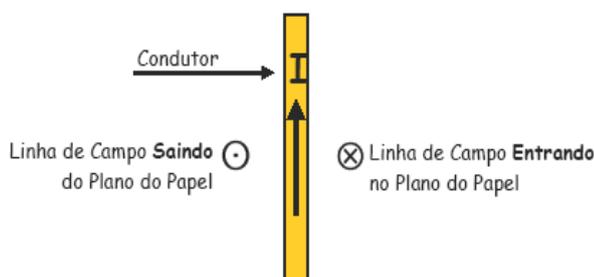
Figura 7 - Sentido das linhas de campo magnético criado por corrente elétrica
- regra da mão direita



Fonte: Site Ponto Ciência.

A figura 8 mostra que as linhas de campo podem ser representadas por símbolos:

Figura 8 - Simbologia para representação do sentido das linhas de campo no plano



Fonte: Sambaqui e Marques (2010).

Pode-se observar que a representação das linhas de campo saindo do Plano é assimilada a uma flecha vista de frente, e a representação das linhas de campo entrando no plano é feita por um símbolo similar a uma flecha vista de trás.

Sambaqui e Marques (2010) explicam que a intensidade do campo magnético B num ponto p , “é diretamente proporcional à corrente no condutor, inversamente proporcional à distância entre o centro do condutor e o ponto e depende do meio”, A equação 2 demonstra matematicamente a lei de Ampère:

Equação 2 –Lei de Ampère – condutor retilíneo.

$$B = \frac{\mu \times I}{2\pi \times r}$$

B= intensidade do campo magnético num ponto p (T)

r = distância entre o centro do condutor e o ponto p considerado (m)

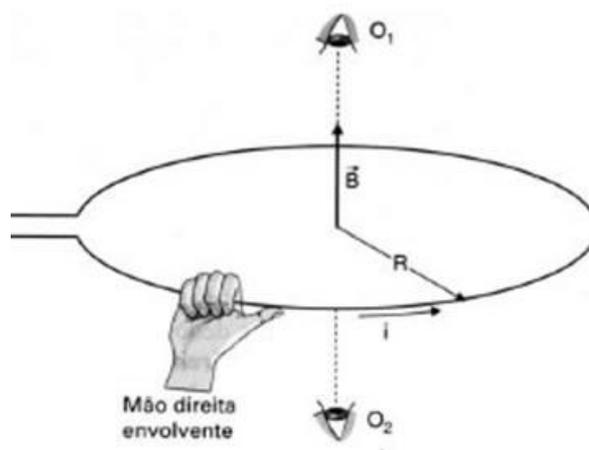
I = intensidade de corrente no condutor (A)

μ = permeabilidade magnética do meio (T.m/A)

4.3.4.2 Campo magnético criado por uma espira circular

Segundo Sorte (2018) quando se enrola um fio retilíneo de forma circular, obtemos uma espira. Quando essa espira é submetida a uma corrente, surge nela um campo magnético, e seu sentido pode ser definido pela regra da mão direita.

Figura 9 - Linhas de campo em uma espira circular- regra da mão direita



Fonte: Site Brasil Escola.

Barreto Filho e Silva (2016) relatam que no centro da espira o vetor campo magnético B é paralelo ao seu eixo, e perpendicular ao seu plano. A intensidade do campo magnético é calculada com a seguinte expressão:

Equação 3 –Lei de Ampère – espira circular.

$$B = \frac{\mu \cdot I}{2 \cdot r}$$

Onde:

B: intensidade do campo magnético num ponto p (T)

r: raio da espira (m)

I: intensidade de corrente no condutor (A)

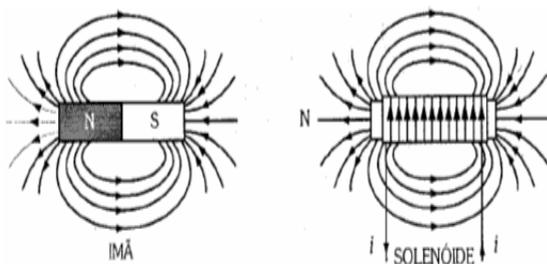
μ : permeabilidade magnética do meio (T.m/A)

4.3.4.3 Campo magnético criado por um solenoide

De acordo com Graça (2012) um campo magnético de maior intensidade e mais homogêneo é obtido através de solenoides que são feitos enrolando-se um fio condutor em forma helicoidal.

Tipler e Mosca (2006) explicam que dentro do solenoide quanto mais próximas e uniformemente espaçadas as espiras estiverem, maior e mais uniforme será a intensidade das linhas de campo magnético, que em um solenoide são similares as linhas de campo de uma barra imantada, ou imã, conforme a figura:

Figura 10 - Linhas de campo magnético em um imã natural e em um solenoide



Fonte: Mussoi (2005).

Segundo Mussoi (2005) em solenoides que apresentam comprimento maior que o diâmetro de suas espiras, o campo magnético será uniforme em todo seu interior. A intensidade do campo é calculada com através da equação 4:

Equação 4 –Lei de Ampère-solenóide.

$$B = \frac{\mu \times N}{l \times L}$$

B = intensidade do campo magnético no centro do solenoide (T)

L = comprimento do solenoide (m)

I = intensidade de corrente elétrica no solenoide (A)

μ = permeabilidade magnética do meio (T.m/A)

N = número de espiras do solenoide

4.3.5 Força Eletromotriz

Segundo Young e Freedman (2009) um circuito elétrico necessita de uma fonte para manter uma corrente estacionária, essa fonte fornece a denominada força eletromotriz que em dispositivos geradores faz com que a corrente flua de um baixo potencial para um mais elevado. A força eletromotriz representada por \mathcal{E} pode ser calculada com a equação 5, onde W é a energia fornecida pelo gerador por um tempo determinado e Q a carga elétrica.

Equação 5 - Força eletromotriz.

$$\mathcal{E} = \frac{W}{Q}$$

4.3.6 Força Eletromagnética

As forças que movimentam cargas elétricas e magnéticas são consequência da força eletromagnética ou força de Lorentz. Objetos contendo carga que se movimentam no mesmo sentido têm uma força magnética de atração entre eles. Assim como objetos que tem cargas se movimentando em direções opostas possuem uma força repulsiva entre eles. (Graça 2012)

Seway e Jewett Jr. (2011) explicam que a força magnética sobre um condutor retilíneo pode ser visualizada ao de colocar um fio condutor entre ímãs, nesse caso o fio deve balançar para esquerda ou direita quando uma corrente o atravessa.

Sabe-se através de experimentos que uma partícula carregada em movimento por um campo magnético de densidade de fluxo B experimenta uma força cuja intensidade é proporcional ao produto das intensidades da carga Q , da sua velocidade v , da densidade de fluxo B e do seno do ângulo entre os vetores v e B . A direção da força é perpendicular a ambos v e B e é

dada por um vetor unitário na direção de $v \times B$. (HAYT JR.; BUCK, 2010, p. 260)

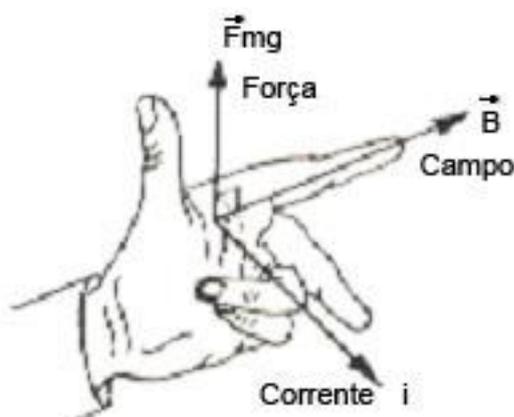
Sendo assim a força pode ser expressa matematicamente por meio da equação 6:

Equação 6 – Força magnética.

$$F = Qv \times B$$

A direção e o sentido da força eletromagnética podem ser determinados pela regra da mão esquerda, para isso os dedos da mão são dispostos ortogonalmente entre si, o polegar apontará na direção da força, o indicador na direção do campo magnético, e o dedo médio na direção da corrente. (Ferraro e Soares 2004)

Figura 11 - Determinação do sentido da força eletromagnética



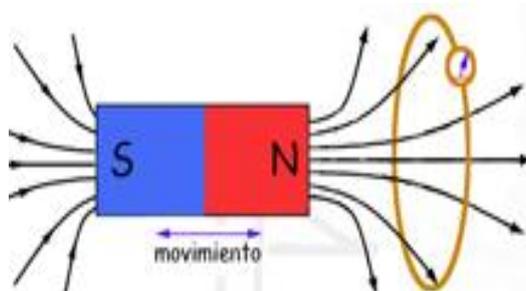
Fonte: Site Dom Bosco.

4.3.7 Indução Eletromagnética

De acordo com Young e Freedman (2009), na indução eletromagnética, quando ocorre uma variação em função do tempo em um campo magnético, o mesmo pode agir como uma fonte de campo elétrico, e um campo elétrico ao sofrer variação em função do tempo também podem atuar como fonte de campo magnético. Exemplificando, Faraday relatou em suas experiências que quando se movimenta um ímã próximo a uma bobina, ou seja, quando se varia o fluxo magnético, surge uma corrente na bobina, caso a bobina esteja em movimento próximo ao ímã, tem-se o mesmo resultado, essa corrente recebe o nome de

corrente induzida e a fem (força eletromotriz) necessária para gerar essa corrente denomina-se fem induzida.

Figura 12 - Experimento de Faraday - indução eletromagnética



Fonte: Site e-ducativa.

Mangolin (2016) relata a existência de duas equações que demonstram a relação entre o fluxo magnético e a força eletromotriz, a primeira é chamada de Lei de Faraday, e é representada matematicamente na equação 7:

Equação 7 – Lei de Faraday – Força eletromotriz induzida

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Onde:

\mathcal{E} = Força Eletromotriz Induzida (V)

$\Delta\Phi$ = Variação do fluxo (Wb)

Δt = Variação do tempo (s)

Através da equação 8, pode-se descobrir o fluxo magnético que atravessa a espira:

Equação 8 – Lei de Faraday – Fluxo magnético

$$\Phi = B \times A$$

Onde:

Φ = Fluxo magnético (Wb)

B = Campo magnético (T)

A = Área (m^2)

O sinal negativo na Lei de Faraday está relacionado à direção da fem induzida, que pode ser determinada por um princípio físico geral, conhecido como lei de Lenz: “A fem induzida está em uma direção que se opõe, ou tende a se opor, à variação que a produz”. (TIPLER; MOSCA 2006)

5 PROPOSTA METODOLOGIA

A seguir encontram-se algumas atividades sugeridas para serem usadas em sala de aula, com a finalidade de demonstrar os fenômenos eletromagnéticos de forma dinâmica, promovendo maior participação da turma nas aulas e conseqüentemente, melhorando o ensino-aprendizagem.

Essa proposta deve ser aplicada após o conteúdo já ter sido explicado, para que além de fixar o conteúdo possa ser feita uma avaliação do grau de aprendizagem dos alunos a respeito do tema. Para isso o professor deve seguir alguns passos:

- 1º passo – Pedir que a turma se divida em 6 grupos;
- 2º passo – Fazer um sorteio para decidir qual experimento cada grupo deverá realizar;
- 3º passo – O grupo receberá cerca de uma semana para pesquisar o conteúdo e montar os experimentos;
- 4º passo – Cada grupo irá dispor de cerca de 10 minutos para fazer a apresentação dos experimentos;
- 5º passo – O professor deve fazer perguntas e avaliar a apresentação.

5.1 EXPERIMENTO - CAMPO MAGNÉTICO E LINHAS DE CAMPO MAGNÉTICO

Com intuito de demonstrar o campo magnético e as linhas do campo magnético, serão propostos dois experimentos, para isso, utilizaram-se os seguintes materiais:

- 1 Palha de aço
- 2 ímãs
- 1 recipiente contendo óleo mineral (transparente)
- 1 funil (opcional)
- 1 saco plástico

O primeiro experimento constitui-se em extrair o pó da palha de aço, isso pode ser feito colocando-se fogo no material e em seguida peneirando o pó, depois

o pó é depositado dentro do recipiente, pode-se utilizar o funil, o frasco deve ser agitado para que o pó se misture ao óleo mineral. Para demonstrar o funcionamento do experimento é necessário passar o ímã pelo frasco dessa forma é possível observar o campo magnético criado, passar um ímã de cada lado, um com o polo norte no recipiente e o outro com o polo sul, assim visualiza-se as linhas que saem do polo norte para o polo sul, e por ultimo passar um ímã de cada lado, dessa vez com polos iguais, para verificar que são feitas dois bolos de palha se repelindo.

A explicação desse fenômeno se deve ao fato de que a lã de aço é atraída pelo campo magnético do ímã, e assume suas linhas de campo.

Figura 13 – Linhas de campo magnético gerado por um ímã



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Figura 14 - Linhas de campo magnético saindo do polo norte para o polo sul



Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

Figura 15 – Linhas de campo magnético se repelindo



Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

O Segundo experimento tem os mesmos resultados, dessa vez se utiliza um ímã posicionado dentro de um saco plástico, o pó da lã de aço é depositado sobre o saco plástico e assumi a direção das linhas de campo magnético do ímã.

Figura 16 – Demonstração das linhas de campo magnético



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

5.2 EXPERIMENTO - FLUXO MAGNÉTICO E INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

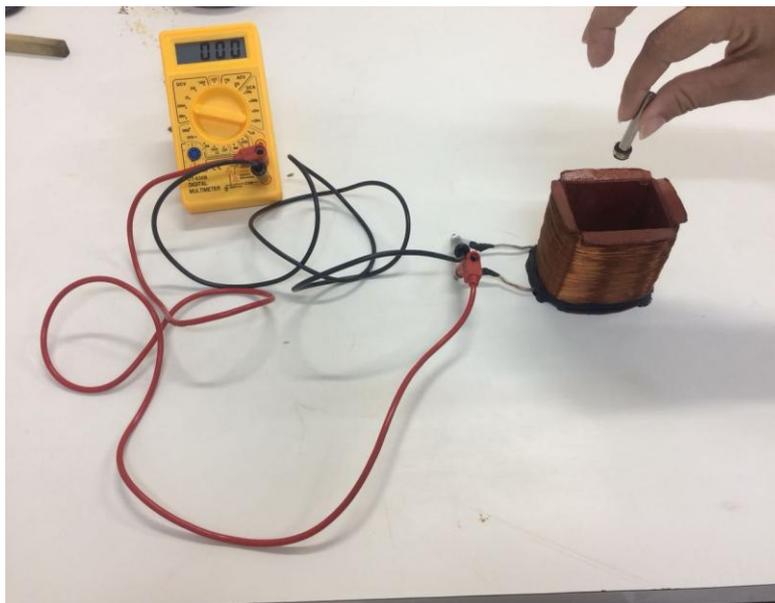
O experimento que demonstra que na indução eletromagnética, um campo magnético que sofre variação do fluxo magnético produz campo elétrico é o mesmo realizado por Faraday, em suas experiências quando um ímã está em movimento próximo a uma bobina, ou seja, quando se tem uma variação do fluxo magnético, surge uma corrente na mesma.

Os materiais utilizados são:

- Um ímã
- Uma bobina
- Um amperímetro
- Dois fios conectores

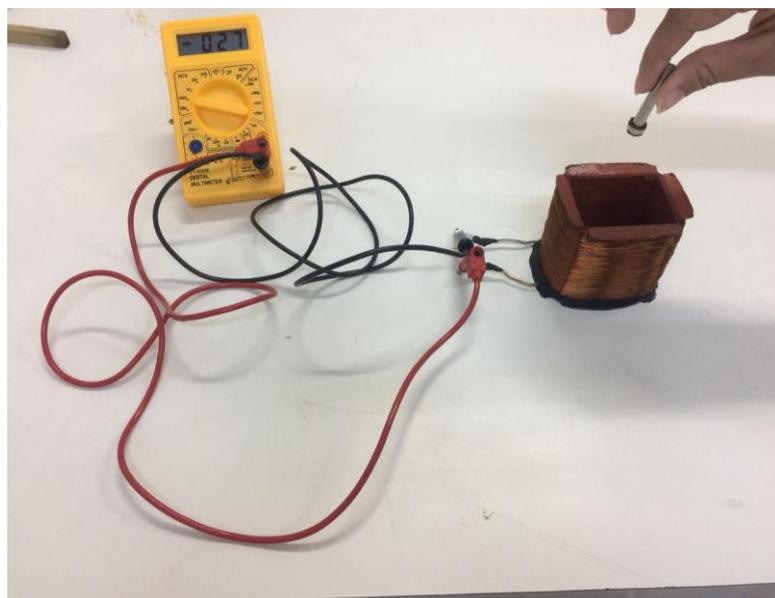
A bobina pode ser construída utilizando-se um fio condutor enrolado. O primeiro passo é conectar o amperímetro já ajustado aos terminais da bobina, em seguida aproximar o ímã do centro da bobina, ao afastar o ímã do centro pode-se notar uma fem induzida no circuito que gera uma variação da tensão na tela do amperímetro. O fenômeno pode ser visualizado nas figuras 17 e 18:

Figura 17 – Imã se aproximando da bobina



Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

Figura 18 - Imã se afastando da bobina



Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

5.3 EXPERIMENTO - CAMPO MAGNÉTICO GERADO POR CORRENTE ELÉTRICA EM UM CONDUTOR RETILÍNEO

Como já citado, Oersted descobriu que correntes elétricas geram campos magnéticos, para recriar o seu experimento utiliza-se os seguintes materiais:

- Uma fonte geradora
- Dois fios condutores
- Uma bússola

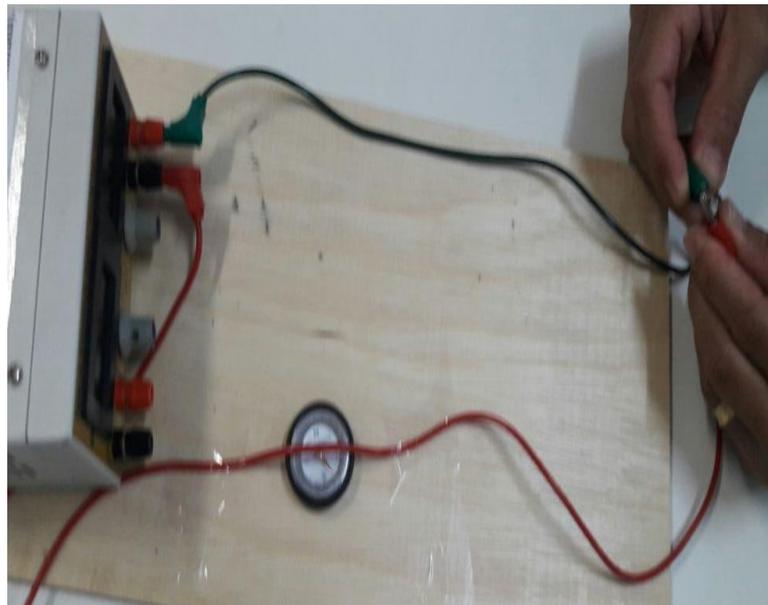
Primeiramente se conecta os fios condutores ao polo negativo e positivo da fonte geradora, o fio deve ser posto de maneira retilínea sobre uma superfície, e a bússola posicionada em baixo do condutor como na figura 19, quando se fecha o circuito encostando as extremidades dos condutores, percebe-se uma mudança na direção da agulha da bússola, a mesma assume a direção do campo magnético gerado pelo condutor demonstrado na figura 20. Utiliza-se a regra da mão direita para descobrir o sentido do campo magnético. Caso a bússola seja colocada em cima do condutor, a bússola apontará na direção contrária, pois se invertem os polos.

Figura 19 – Bússola apontando para o Norte - sob fio condutor retilíneo



Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

Figura 20 – Bússola apontando para o sentido do campo magnético



Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

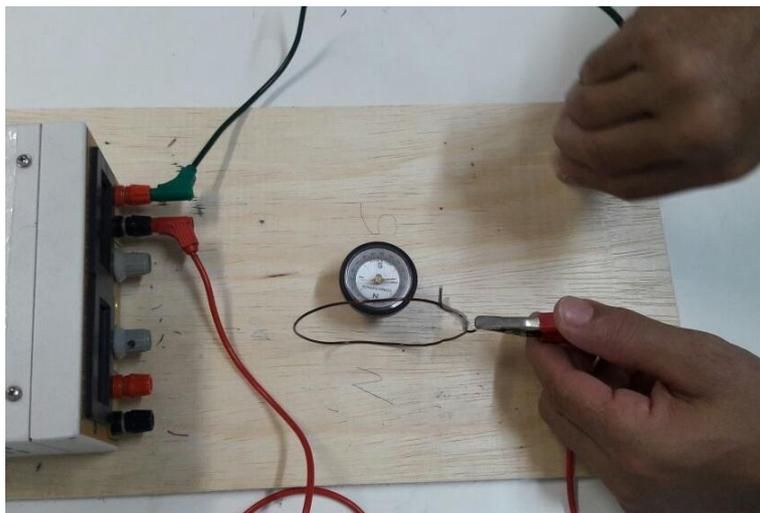
5.4 EXPERIMENTO - CAMPO MAGNÉTICO CRIADO POR UMA ESPIRA CIRCULAR.

O mesmo experimento citado anteriormente pode ser realizado para demonstrar o campo magnético de uma espira circular, a lista de materiais passa a ser:

- Uma fonte geradora
- Um fio condutor
- Dois fios conectores
- Uma bússola

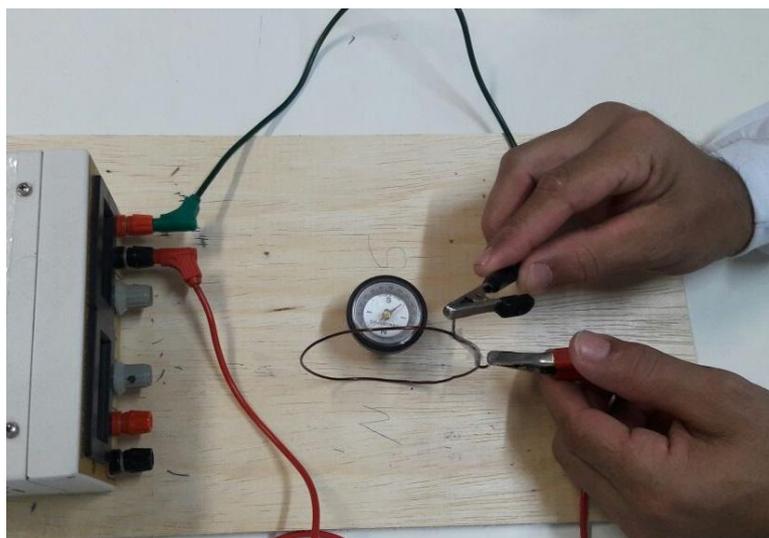
Primeiro se enrola o fio de maneira circular, formando assim uma espira, a bússola deve ser posicionada próximo ao centro da espira (se necessário utilizar suporte para elevar a bússola) como na figura 21, em seguida se conecta as extremidades do fio conector a espira como demonstrado na figura 22, nesse momento se fecha o circuito, e novamente nota-se uma mudança na direção da agulha da bússola, que passa a indicar o sentido das linhas de campo magnético.

Figura 21 - Bússola apontando para o Norte da Terra - Espira circular



Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

Figura 22 – Bússola apontando o sentido do campo magnético - Espira circular



Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

5.5 EXPERIMENTO - CAMPO MAGNÉTICO CRIADO POR UM SOLENOIDE

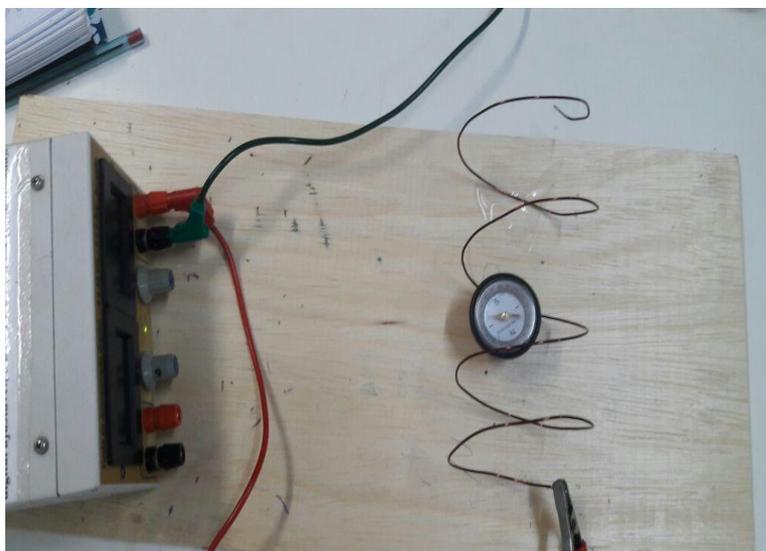
Continuando com os mesmos princípios dos experimentos anteriores, a lista de materiais utilizados será:

- Uma fonte geradora
- Um fio condutor
- Dois fios conectores

- Uma bússola

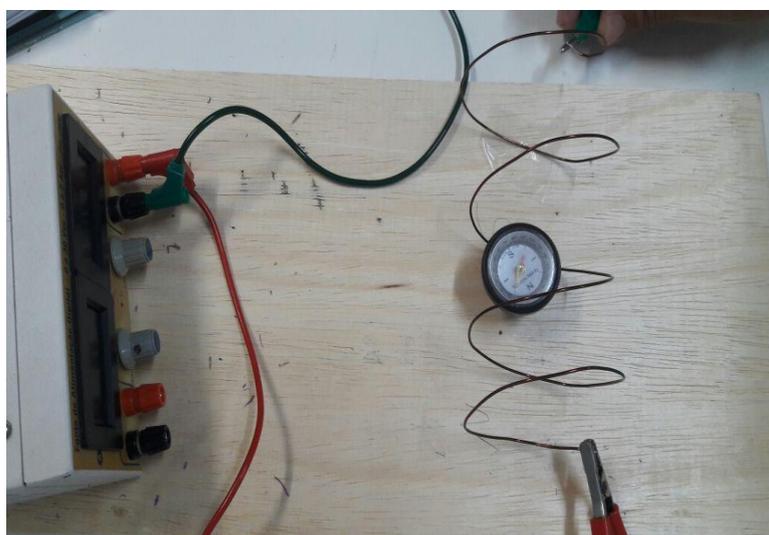
O fio dessa vez deve ser enrolado de forma que a distancia entre as espiras seja maior que o raio da mesma, formando-se assim um solenoide, a bússola deve ser posicionada em seu centro como se vê na figura 23. Nesse experimento nota-se que a bússola passa a apontar o sentido do campo magnético, que em um solenoide é similar ao campo magnético de uma barra imantada ou imã natural, pode-se observar o fato na figura 24.

Figura 23 – Bússola apontando para o Norte da Terra - Solenoide



Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

Figura 24 – Bússola apontando o sentido do campo magnético - Solenoide



Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

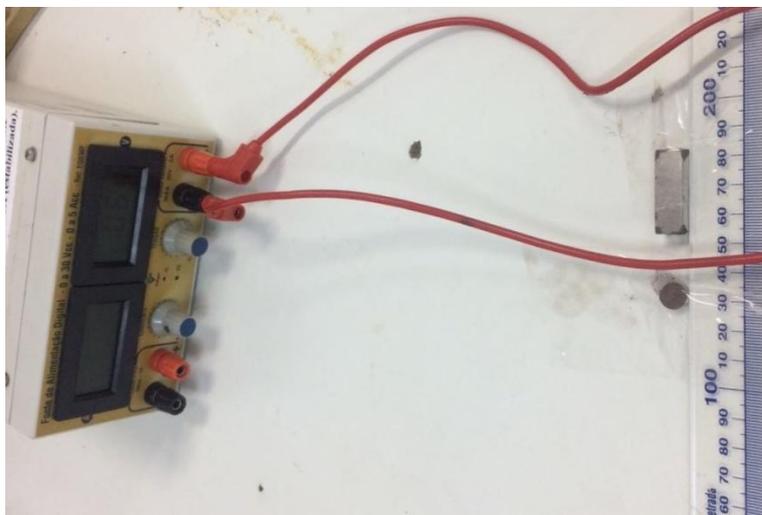
5.6 EXPERIMENTO - FORÇA ELETROMAGNÉTICA

Esse experimento consiste em demonstrar a força que um campo magnético exerce sobre uma corrente elétrica, para isso utilizam-se os seguintes materiais:

- Uma Fonte geradora
- Dois imãs
- Fio condutor

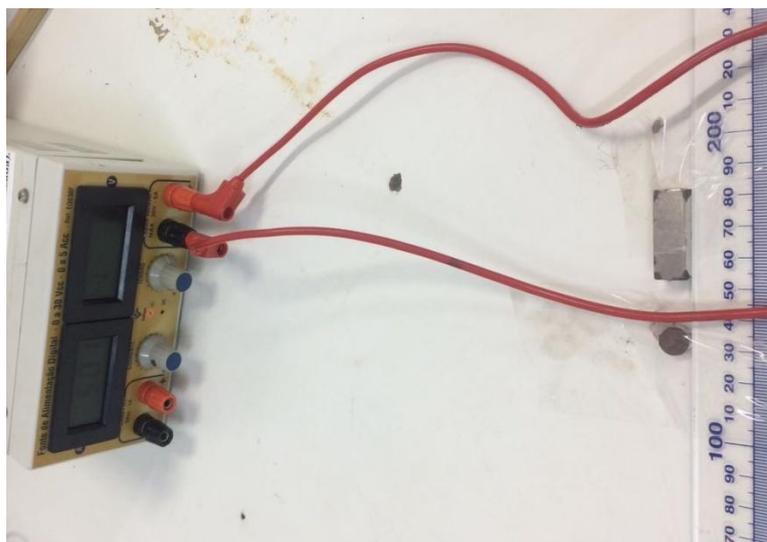
O primeiro passo é conectar o fio condutor ao polo negativo e positivo da fonte geradora, em seguida posicionar os imãs de modo que o condutor passe pelo centro conforme a figura 25, quando a fonte geradora é ligada e o fio passa a conduzir corrente, a força magnética gerada pelos imãs faz com que o condutor se movimente para um dos lados como na figura 26, evidenciando assim a presença da força eletromagnética.

Figura 25 – Fio condutor entre dois imãs - Fonte desligada



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Figura 26 – Fio condutor entre dois ímãs - Fonte ligada



Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

5.7 JOGO DE ELETROMAGNETISMO

Após a realização dos experimentos será proposto um jogo didático, relacionado ao conteúdo apresentado.

O primeiro passo é dividir a turma em duas equipes, é interessante que cada equipe tenha um nome para identificá-las. O grupo deve escolher um líder.

Em seguida deve-se apresentar aos alunos as fichas contendo perguntas e pontuação como na tabela. Essas fichas ficam em um recipiente e o líder da equipe 1 escolhe uma aleatoriamente, assim o grupo passa há ter 1 minuto para responder a questão.

Se acertarem ganham a pontuação presente na ficha, se errarem a pontuação vai para a equipe 2. Se não souberem respondem, o grupo pode passar a vez, ficando sem pontuação, nesse caso a equipe 2 decide se responde a questão da equipe 1 ou se escolhem uma nova questão.

Ganha quem fizer mais pontos, a premiação fica a critério, podendo ser feita com a obtenção de pontos na média para a equipe vencedora.

Tabela - perguntas do jogo de eletromagnetismo

O que é permeabilidade magnética? Vale: 50 pontos.	Como ocorreu a descoberta do magnetismo? Vale: 20 pontos	Enuncie a lei de Lenz: Vale: 30 pontos.
Cite no mínimo duas características das linhas de campo magnético: Vale: 50 pontos.	Explique a regra da mão direita em um condutor retilíneo: Vale: 20 pontos	A fem (Força Eletromotriz) é encontrada principalmente em que tipo de dispositivos? Vale: 30 pontos

Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desse trabalho percebeu-se que atualmente no ensino médio existe uma falta de interesse por parte dos alunos na disciplina de Física, a partir do momento que os alunos recebem a oportunidade de promover o seu próprio conhecimento, como por exemplo, através de experimentos, eles passam a dar mais importância à matéria e a entender melhor o conteúdo.

Essa proposta teve o intuito de promover aulas mais dinâmicas, além de permitir que o professor concilie o pouco tempo disponível de aula e a falta de recurso com metodologias ativas que melhoram o aprendizado.

Os experimentos e o jogo foram dispostos em um roteiro de aula, e apresentam de forma eficaz os temas abordados dentro do eletromagnetismo, temas esses que como mencionado podem ser considerados de difícil aprendizagem. Para isso buscou-se sintetizar o conteúdo e aplicá-los de forma que a participação e interesse dos alunos sejam garantidos.

É interessante que essa metodologia seja estendida a diferentes conteúdos, pois melhoraria de forma efetiva o ensino-aprendizagem em outras áreas da Física.

O eletromagnetismo está fortemente relacionado à tecnologia atual, sendo assim ao entender os princípios do eletromagnetismo, o aluno ganha base para compreender os avanços tecnológicos a sua volta.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA JUNIOR, Naasson Pereira de; AQUINO, Claudio Vara de. Apostila de Eletromagnetismo I. Universidade Estadual Paulista- UNESP. [200-].

BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: Eletromagnetismo, Física Moderna**. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CAMARGO, Sergio; NARDI, Roberto. Prática de ensino de física: marcas de referenciais teóricos no discurso de licenciandos. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 17, n. 1, p. 23-42, 2004.

COELHO, Luana; PISONI, Sileno. Vygotsky: sua teoria e a influência na educação. **Revista Modelos–FACOS/CNE C Osório**. v. 2, n. 1, ago. 2012.

DEL CLARO, Fernanda. O avanço tecnológico no mundo econômico. **Revista FAE, Vitrine da Conjuntura**, v. 2, n. 8, 2009.

FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antonio de Toledo. **Física: básica: volume único**. 2 ed. São Paulo: Atual, 2004.

FREITAS, Edson da Costa; FUJII, Américo Tsuneo. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE: Práticas de laboratório sobre eletromagnetismo para o ensino médio, 2014** / Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. Programa de Desenvolvimento Educacional. – Curitiba : SEED – Pr., 2014. - V.1

GRAÇA, Claudio de Oliveira. **Série Didática, Física 3: Eletromagnetismo**. Universidade Estadual de Santa Maria UFSM. 2012.

HAYDT, Regina Célia C. **Curso de didática geral**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2011.

HAYT JR., William Hart; BUCK, John A. **Eletromagnetismo**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

ISOLA, Vinicius; MARTINS, R. A. **A História do Eletromagnetismo**. 2001.

MANGOLIN, Elissandra Beneti Cateli. **Do senso comum ao conhecimento científico: uma proposta didático-pedagógica para o ensino de indução eletromagnética no ensino médio**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

MARTINS, R. de A. Contribuição do conhecimento histórico ao ensino do eletromagnetismo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, p. 49-57, 1988.

MUSSOI, Fernando Luiz Rosa. Fundamentos de eletromagnetismo. **PORTAL WIKI DO INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA**. Florianópolis. Nov. 2005.

MUSSOI, Fernando Luiz Rosa. Fundamentos de eletromagnetismo. **PORTAL WIKI DO INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA**. Florianópolis. Nov. 2007.

NASCIMENTO, Tiago Lessa. Repensando o ensino da Física no ensino médio. **UECE. Centro de Ciências e Tecnologia**. Fortaleza, 2010.

OKA, Mauricio Massazumi. História da eletricidade. **História da Eletricidade**, 2000.

PCN+: Ensino médio: **orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

PEREIRA, Ricardo Francisco; FUSINATO, Polônia Altoé; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física. **ENCONTRO DE NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII**, 2009.

PINHEIRO FILHO, Almino Rodrigues. **O Professor de Física os PCN 10 Anos Depois**. 2007. Trabalho de conclusão de curso. Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2007.

RIBEIRO, Giuliano Augustus Pavan. As propriedades magnéticas da matéria: um primeiro contato. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, 2000.

RICARDO, Elio. C. e FREIRE, Janaína. C. A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2: p. 251-266. 2007

SAMBAQUI, Ana Barbara Knolseisen; MARQUES, Luis S. B. **Apostila de Eletromagnetismo**. Ministério da Educação - Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Joinville. Ago. 2010.

SERWAY, Raymond A.; JEWETT JR., Jhon W. **Princípios de Física: Eletromagnetismo**. 3 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

SILVA, Daniela Keury Santos da Silva et al. Pesquisa bibliográfica: a importância do uso de experimentos para a aprendizagem de física na educação básica. Anais do I Encontro Científico da FAEMA. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**. [S.l.], v. 6, n. 2-Sup, p. 227-331, mar. 2016. ISSN 2179-4200. Disponível em: <<http://www.faema.edu.br/revistas/index.php/Revista-FAEMA/article/view/360>>. Acesso em: 12 de maio 2018.

SILVA, Isa Michelle Bezerra; CASTILHO, Weimar Silva. Experimentação: uma alternativa para o progresso educacional e desenvolvimento social. Resumos (da) 1ª Jornada de Iniciação Científica. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFTO**. Palmas. Out. 2010. ISSN: 2179-5649. Disponível em: <<http://livrozilla.com/doc/379088/anais-eletr%C3%B4nicos-1%C2%AA-jornada-de-inicia%C3%A7%C3%A3o-cient%C3%ADfica-e-ex...>> Acesso em 10 de maio de 2018.

SILVÉRIO, Antonio dos Anjos et al. **As dificuldades no ensino/aprendizagem da física**. 2013.

SORTE, Michelli da Silva Arruda et al. **Uma proposta de recurso educacional para o ensino de campo magnético na educação básica**. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2018.

TIPLE, Paul A.; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros: Eletricidade e magnetismo, ótica**. v.2. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física III: Eletromagnetismo**. 12 ed. São Paulo: Pearson, 2009.