

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA – MNPEF – POLO 21**

**SITUAÇÕES DE ENSINO INVESTIGATIVAS COM ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS NO ELETROMAGNETISMO**

Marcos Antonio Gruppelli Raubach

Rio Grande

Agosto de 2018



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



SITUAÇÕES DE ENSINO INVESTIGATIVAS COM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ELETROMAGNETISMO

Marcos Antonio Gruppelli Raubach

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Matemática, Estatística e Física da FURG, dentro do Programa de Pós-Graduação vinculado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Polo 21, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Rosângela Menegotto Costa

Co-orientador:

Prof. Dr. Valmir Heckler

Rio Grande

Agosto de 2018

Ficha catalográfica

R239s Raubach, Marcos Antonio Gruppelli.
Situações de ensino investigativas com atividades experimentais
no eletromagnetismo / Marcos Antonio Gruppelli Raubach. – 2018.
103f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande –
FURG, Programa de Pós-Graduação em Física, Rio Grande/RS,
2018.

Orientadora: Dra. Rosângela Menegotto Costa.

Coorientador: Dr. Valmir Heckler.

1. Ensino Investigativo 2. Experimentos 3. Eletromagnetismo I. Costa,
Rosângela Menegotto II. Heckler, Valmir III. Título.

CDU 37: 537

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

SITUAÇÕES DE ENSINO INVESTIGATIVAS COM
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO
ELETROMAGNETISMO

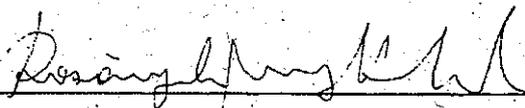
Marcos Antonio Gruppelli Raubach

Orientador:

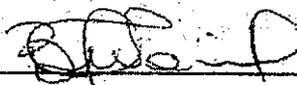
Prof.^a Dr.^a Rosangela Menegotto Costa

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Polo Rio Grande 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.

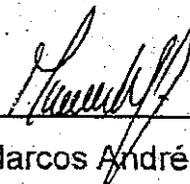
Aprovada por:



Prof.^a Dr.^a Rosangela Menegotto Costa



Prof.^a Dr.^a Berenice Vahl Vaniel



Prof. Dr. Marcos André Betemps Vaz da Silva

Rio Grande

Agosto de 2018

A minha esposa Ângela Margarete e meus filhos Ângela Jessica e Arthur Jefferson que sempre me apoiaram em meus estudos e para que sirva de inspiração na busca de seus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me oferecer a oportunidade de evoluir, como ser humano e espiritualmente. Aos meus pais Ermindo Raubach (in memória) e Maria Antonia Gruppelli Raubach (in memória), por terem dedicado grande parte de suas vidas na minha formação ética, ensinando-me principalmente valores como: trabalho, respeito e honestidade, mostrando-me que devemos lutar pelos nossos ideais, e não somente esperar.

A todos os mestres que tive, até aqui em minha vida acadêmica pelo conhecimento que me proporcionaram ao longo dos meus estudos,

Em especial aos meus orientadores Rosângela Menegotto Costa e Valmir Heckler, pela paciência e pelo apoio que deram durante a realização desta dissertação, os quais não mediram esforços para me orientarem, pois sem o apoio deles com certeza teria sido muito mais difícil a conclusão este trabalho.

A Sociedade Brasileira de Física por ter criado e manter o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física no polo 21 da FURG, uma vez que é uma oportunidade para pessoas assim como eu que querem melhorar o ensino da Física em sala de aula, buscando salientar a sua importância no dia-a-dia dos alunos.

A CAPES pelo apoio financeiro concedido por meio de bolsa de pesquisa que foi fundamental para custar o deslocamento e para os gastos na construção dos experimentos.

As direções e coordenações das escolas João de Deus Nunes nas pessoas de Fabiane Timm e Miriam Muller e Elizabeth Blaas Romano nas pessoas de Zaida Leitzke e Felipe de Farias por organizar os meus horários a fim de que pudesse assistira às aulas e me ausentar das mesmas.

Aos colegas das escolas que em algumas oportunidades tiveram que suprir a minha ausência.

Enfim a todos aqueles que de alguma forma contribuíram ao acreditaram em mim e me deram a força necessária para alcançar mais este objetivo. O meu MUITO OBRIGADO.

RESUMO

Situações de Ensino Investigativas com atividades experimentais no eletromagnetismo.

Marcos Antonio Gruppelli Raubach

Orientadora: Prof^a. Dr^a Rosângela Menegotto Costa

Co-orientador: Valmir Heckler

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Matemática, Estatística e Física da FURG, dentro do Programa de Pós-Graduação vinculado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Polo 21, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Neste trabalho procuro criar uma Sequência de Ensino Investigativo para estruturar o conteúdo sobre eletromagnetismo. Acredito que este conteúdo está bastante relacionado com o nosso cotidiano. Considerando que os alunos têm muito a contribuir para a sua própria aprendizagem, busco relacionar o conteúdo de eletromagnetismo com os conhecimentos prévios que eles trazem do seu dia-a-dia a respeito do mesmo. Penso que o eletromagnetismo é um dos conteúdos que mais provoca os alunos, tendo em vista que muitos deles possuem questionamentos sobre o funcionamento dos motores elétricos e como ocorre a produção e a transmissão da energia elétrica que eles recebem em suas casas. Busco, a partir de dois experimentos, mostrar como ocorre a produção do movimento nos motores elétricos e como a variação do fluxo magnético pode produzir uma corrente induzida. Antes da aplicação dos dois experimentos, abordo conteúdos que dão subsídios para que os alunos compreendam o funcionamento dos experimentos. Para isto, optei em atividades diversas como a utilização de simuladores na construção de circuitos virtuais, construção de circuitos com o funcionamento baseado em uma residência, atividades experimentais, bem como a produção de pequenos textos em que os alunos podem expressar o que perceberam após cada atividade. Com isso

procuro criar um ambiente propício para que se desenvolva uma Aprendizagem Colaborativa, e os alunos possam interagir entre si e com isso possa haver uma aprendizagem mútua.

Palavra-chave: Ensino Investigativo, experimentos, eletromagnetismo.

Rio Grande

Agosto 2018

ABSTRACT

Investigative Teaching Situations with Experimental Activities in Electromagnetism.

Marcos Antonio Gruppelli Raubach

Advisor: Prof.^a. Dr^a. Rosângela Menegotto Costa

Co-advisor: Valmir Heckler

Abstract of the master's thesis submitted to FURG's Math, Statistics and Physics Institute, in Graduation Program linked to Professional Master Degree National Graduation in the Physics Education (MNPEF), Pole 21, in partial fulfillment of the requirements for Physics Education Master Degree.

In this work I intend to create an Investigative Teaching Sequence with the purpose of structuring the content on electromagnetism, that I believe is very related to our daily life. Considering that students have much to contribute to their own learning, I try to relate the content on electromagnetism with the prior knowledge that the students bring from their daily life on it. I believe that electromagnetism is one of the contents that most instigate the students, since many of them have doubts about the operation of electric motors and how the production and transmission of electric energy they receive in their homes occurs. From two experiments, I try to show how the movement in the electric motors occurs and how the variation of the magnetic flux can produce an induced current. Before the application of the two experiments, I discuss contents that give the students the ability to understand the experiments. For this I opted in diverse activities like the use of simulators in the construction of virtual circuits, construction of circuits with the operation based on a residence, experimental activities, as well as the production of small texts where the students can express what they perceived after each activity. this, I try to create a proper environment for the development of a Collaborative Learning where students can interact to each other and a mutual learning happens.

Keywords: Investigative Teaching, experiments, electromagnetism.

Rio Grande

August 2016

Sumário

LISTA DE FIGURAS, TABELAS E FOTOS.....	13
1- INTRODUÇÃO	16
1.1- Minha Formação.....	16
1.2-Justificativa	18
2- REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1- Vygotsky e o Desenvolvimento Intelectual e Social.....	20
2.2- Sequência de Ensino Investigativa (SEI).....	22
2.2.1- Ensino Investigativo e Aula Experimental.....	26
2.3- Aprendizagem Colaborativa	27
2.3.1- Alfabetização científica no contexto colaborativo	29
3- A ESCOLA.....	30
3.1- Levantamento Histórico	30
3.2- Infraestrutura	31
3.3- Feira de Ciências na Escola	33
3.4- A Chegada à Escola.....	34
4- EXPERIMENTO DO CONDUTOR EM MOVIMENTO.....	34
4.1- Embasamento Teórico	34
4.2- Aulas	36
4.3 – Condutor em Movimento	45
4.3.1 – Apresentação	45
4.3.2- Aplicação	48
4.3.3- Relato das atividades.....	51
5- EXPERIMENTO DO FREIO MAGNÉTICO	62
5.1- Embasamento Teórico	62
5.2- Aulas	64
5.3- Freio Magnético.....	65

5.3.1- Apresentação	65
5.3.2- Aplicação	67
5.3.3- Relato das atividades.....	69
6- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
7- REFERÊNCIAS	80
APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL	83
PRODUTO: Experimentos de Eletromagnetismo.....	83
A1- CONDUTOR EM MOVIMENTO.....	83
A1.1-Introdução.....	83
A1.2- Apresentação.....	84
A1.3- Sequência de conteúdos	84
A1.4- Construção do experimento.....	86
A1.4.1- Material necessário.....	86
A1.4.2- Montagem	87
A1.5- Aplicação	91
A1.6- Roteiro	91
A1.7- Questionário.....	92
A1.8- Considerações finais	93
A2- FREIO MAGNÉTICO.....	93
A2.1- Introdução	93
A2.2- Apresentação.....	94
A2.3- Sequência de conteúdo	94
A2.4- Construção do experimento.....	94
A2.4.1- Material utilizado	94
A2.4.2- Montagem	95
A2.5- Aplicação	98
A2.6- Roteiro	99

A2.7- Questionário.....	99
A2.8- Considerações finais	100
Anexos.....	101
Anexo 1 – Formulário de Autorização de Direito de Imagem e Voz da Escola.....	101
Anexo 2 – Autorização do uso de imagem do site Oficina Brasil.....	102
Anexo 3 – Autorização do uso de imagem do artigo A frenagem eletromagnética de um imã que cai.....	103

LISTA DE FIGURAS, TABELAS E FOTOS

CLASSIFICAÇÃO	Pág.
Tabela 1 – Abordagens das SEI.	24
Quadro 1 - Aspectos centrais da estrutura da SEI	25
Figura 1: Foto do portão de acesso a parte administrativa.	32
Figura 2: Foto do portão de acesso dos alunos.	32
Figura 3: Fotos do laboratório de ciências da escola.	33
Figura 4: Demonstração da regra da mão direita para obtenção da direção e sentido da força magnética.	35
Figura 5: Esquema do funcionamento de um motor elétrico.	36
Figura 6: Foto dos alunos montando os esboços do circuitos.	38
Figura 7: Visualização de tela que mostra o curto-circuito planejado no simulador.	39
Figura 8: Visualização de tela com o circuito em funcionamento construído no simulador.	39
Figura 9: Sequência de fotos que mostram os cicuitos construidos pelos alunos.	40
Figura 10: Foto do conjunto experimental utilizado para mostrar o comportamento do campo magnético ao redor dos imãs.	42
Figura 11: Foto conjunto experimental para demonstrar a experiência Oersted.	43
Figura 12: Foto da limalha de ferro orientada ao redor do condutor.	44
Figura 13: Alunos observando o alinhamento da limalha de ferro ao redor do condutor.	45
Figura 14: Conjunto de fotos sobre o experimento do condutor em movimento.	46
Figura 15: Comportamento do vetor campo magnético gerado pelo imã de HD.	47
Figura 16: Direção e sentido da força magnética que surge quando o polo norte do imã está para baixo.	48
Figura 17: Foto dos grupos para a aplicação do experimento do condutor em movimento.	48
Figura 18: Fotos das intervenções que foram feitas nos grupos.	50

Figura 19: Anotações dos alunos para o procedimento I do roteiro.	52
Figura 20-: Anotações dos alunos para o procedimento II do roteiro.	53
Figura 21: Anotação feita por um dos grupos a respeito do item III do roteiro.	53
Figura 22: Anotação feita por um dos grupos para o item IV.	54
Figura 23: Anotações dos grupos para o item V	55
Figura 24: Anotações sobre o item VI do roteiro	56
Figura 25: Opinião de um dos grupos sobre o trabalhar com o experimento do condutor em movimento	61
Figura 26: Experimentos realizados para a geração de uma corrente induzida.	63
Figura 27: Conjunto experimental para demonstrar o surgimento da corrente induzida.	64
Figura 28: Conjunto experimental do freio magnético.	66
Figura 29: Comportamento do ímã durante a queda dentro do cano de alumínio.	67
Figura 30: Balança de precisão para aferir as massas dos corpos.	68
Figura 31: Fotos dos grupos realizando as atividades propostas com o conjunto experimental do freio magnético.	69
Figura 32: Avaliação sobre o experimento do freio magnético feita pelo grupo A.	75
Figura 33: Avaliação sobre o experimento do freio magnético feita pelo grupo B.	75
Figura 34: Avaliação sobre o experimento do freio magnético feita pelo grupo C.	76
Figura 35: Avaliação sobre o experimento do freio magnético feita pelo grupo D.	76
Figura 36: Avaliação sobre o experimento do freio magnético feita pelo grupo E.	77
Tabela A1.1: Cronograma dos conteúdos trabalhados antes da aplicação do produto.	85

Figura A1.1: Foto dos materiais utilizados para a montagem do produto.	87
Figura A1.2: Foto que mostra a fixação dos trilhos.	87
Figura A1.3: Foto que mostra a fixação dos fios aos trilhos.	88
Figura A1.4: Foto que mostra a conexão do soquete aos fios.	88
Figura A1.5: Foto dos fios conectados aos conectores.	89
Figura A1.6: Foto do conjunto experimental pronto e ligado a fonte.	89
Figura A1.7: Diagrama esquemático do circuito do conjunto experimental aberto.	90
Figura A1.8: Conjunto experimental em funcionamento.	90
Figura A1.9: Esboço do circuito em funcionamento.	91
Figura A2.1: Em (a) Foto do material utilizado para montar o experimento do freio magnético, em (b) foto do ímã da peça de chumbo e de dois parafusos.	95
Figura A2.2: Foto das laterais fixadas na base e no sarrafo de cima.	96
Figura A2.3: Foto que mostra os sarrafos de sustentação dos tubos.	96
Figura A2.4: Conjunto experimental do freio magnético montado.	97
Figura A2.5: Fotos do molde e da peça de chumbo colocada no molde.	98
Figura A2.6: Fotos da peça de chumbo (a) e do ímã de HD (b).	98

1- INTRODUÇÃO

1.1- Minha Formação

Desde muito cedo me interessei pelos fenômenos da natureza e em compreender como as coisas funcionavam. Me lembro de perguntar ao meu pai, por volta dos cinco anos de idade, como ocorriam os raios, de olhar atrás do espelho para entender como a imagem se formava, desmanchar todos os brinquedos que ganhava para ver como eles eram montados (por este motivo não pude passar para os meus filhos nenhum destes brinquedos). Lembro-me de desmontar as tomadas de casa para ver como a eletricidade funcionava, correndo certos riscos. Na escola sempre fui questionador, principalmente quando o assunto era ciências. Recordo que não perdia um episódio do seriado Macgyver e no outro dia tinha vários questionamento para a professora de ciências, que muitas vezes mandava que eu ficasse quieto pois não sabia me responder, uma vez que não tinha formação em ciências. Paralelo a isto meu pai era um mecânico de caminhões e carros que, preocupado em não me deixar pela rua, levava-me junto para a oficina onde eu tinha a função de lavar as peças dos motores para que ele pudesse montar os mesmos. Isto tudo fez com que eu me interessasse pelos fenômenos que envolvem o funcionamento dos motores.

Quando completei quatorze anos e estava na sétima série parei de estudar porque reprovei na primeira prova de português. Permaneci fora da escola formal até os vinte e dois anos. Durante este tempo trabalhei na oficina realizando apenas cursos que estavam direcionados a minha profissão de mecânico. Em agosto de 1994 retornei à escola e, quando tive as primeiras aulas de Física, percebi que ela explicava grande parte dos meus questionamentos sobre os fenômenos da natureza.

Então decidi estudar Física e me tornar um professor para trabalhar com esta disciplina que, na minha opinião, é maravilhosa, pois lida com o que há de mais fascinante que são os fenômenos que nos rodeiam cotidianamente, seja no simples aquecimento de um chaleira de água, até a produção de energia elétrica.

Em 1997 entrei na Universidade Federal de Pelotas no curso de Licenciatura em Física. Durante os quatro anos seguintes, ao longo do curso, a cada disciplina que me era apresentada

e que se relacionava com os fenômenos físicos, mais aficionado pelo curso ficava, principalmente nas disciplinas que envolviam aulas experimentais, como nos Laboratórios I, II e III, onde era dado sentido ao conteúdo apresentado nas disciplinas de Física I, II, III e IV.

Através dos experimentos eu podia observar como os fenômenos ocorriam, e nas disciplinas de Seminários, onde tínhamos que abordar certos conteúdos, aprendia a gostar cada vez mais do ofício de ser professor.

Com a conclusão do curso em dezembro de 2000 fui selecionado para os mestrados em Supercondutividade na Universidade Federal de Santa Maria e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Entretanto, como não consegui bolsa de estudo, e como já possuía família com dois filhos, não pude realizar o mestrado naquele momento. No entanto, já naquele tempo, havia muita falta de professores de Física. Então passei a ser professor da educação básica, inicialmente no ensino fundamental, na cidade de Canguçu, RS, onde fui professor de ciências de quinta, sexta, sétima e oitava séries, nas escolas municipais Irmã Maria Firmina Simon (de 2001 até 2003), e São João Batista de La-Salle (de 2004 de 2009).

Após seis meses de formado passei a lecionar no ensino médio no Colégio Municipal Pelotense onde continuo até o dia de hoje. Durante 12 anos trabalhei sempre com sessenta horas semanais, para dar melhores condições aos meus filhos e a minha esposa, sem tempo para aprofundar meus estudos. Em 2013, com os filhos crescidos e encaminhados, decidi retornar aos estudos. Ingressei então no curso de Especialização em Ciências e Tecnologias na Educação no Núcleo de Ensino em Ciências e Matemática (NECIM), do Instituto Federal Sul Rio-grandense, campus Visconde de Graça, onde conheci melhor a teoria Construtivista a qual me chamou muito a atenção fazendo repensar meu papel de professor. No meu trabalho de conclusão, cujo o título foi “O Uso De Protótipos De Foguetes Como Forma De Ensinar Conservação De Energia: Um Estudo Baseado Na Teoria De Vygotsky”, abordei o uso de pequenos protótipos de foguetes com a finalidade de aplicar o estudo de conservação de energia em foguetes movidos a partir de reações químicas entre um ácido e um sal. Este trabalho me deu muito orgulho, pois foi a primeira vez que realizei uma publicação científica, sendo que a conclusão foi em dezembro de 2015.

Com a conclusão da especialização senti a necessidade de avançar em meus estudos e por esse motivo decidi realizar o mestrado, com a certeza que devo continuar na área da educação, com o objetivo de aprimorar a maneira de interagir com os alunos, melhorar a aprendizagem dos mesmos, e por consequência qualificar o meu trabalho como professor.

Assim sendo, no final do ano de 2015, me inscrevi para a prova de seleção para o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, onde obtive a aprovação e passei então a desenvolver o trabalho que será apresentado adiante.

1.2-Justificativa

Ao longo destes meus anos de profissão venho percebendo um desinteresse cada vez maior dos estudantes do ensino médio pela Física. Penso que este comportamento pode, em parte, ser devido ao que ocorre no ensino fundamental. De acordo com a minha experiência como professor do ensino fundamental em Canguçu, percebi que os professores de ciências, em sua maioria, são formados em Ciências Biológicas. Muitas vezes estes professores preferem trabalhar nas áreas da Biologia e Química. Além disso, temos situações de profissionais das séries iniciais, que são formados em pedagogia e, por consequência, na maioria das vezes, não estão preparados para trabalhar com os conteúdos da área das Ciências. Em trabalhos de vários autores este comportamento de não se ensinar ciências é questionado, como retratado a seguir:

“Cada vez que escuto que as crianças pequenas não podem aprender ciências, entendo que essa afirmação comporta não somente a incompreensão das características psicológicas do pensamento infantil, mas também a desvalorização da criança como sujeito social. Nesse sentido, parece que é esquecido que as crianças não são somente 'o futuro' e sim que são 'hoje' sujeitos integrantes do corpo social e que, portanto, têm o mesmo direito que os adultos de apropriar-se da cultura elaborada pelo conjunto da sociedade para utilizá-la na explicação e na transformação do mundo que a cerca. E apropriar-se da cultura elaborada é apropriar-se também do conhecimento científico, já que este é uma parte constitutiva dessa cultura.” (FUMAGALLI, 1998, p. 15).

Ainda, de acordo com a citação acima, devemos levar em conta a vivência que a criança traz a respeito dos fenômenos que ela presencia em seu dia-a-dia. Esta vivência que ela traz consigo pode produzir um material riquíssimo para ser abordado pelo professor, onde o mesmo pode se utilizar de conceitos que, não estando de acordo com as normas científicas, podem ser aprimorados fazendo com que a criança tenha contato com a linguagem científica. Segundo os Planos Curriculares Nacionais (PCNs) para o ensino de física:

É imprescindível considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam, ou os problemas e indagações que movem sua curiosidade. Esse deve ser o ponto de partida e, de certa forma, também o ponto de chegada. Ou seja, feitas as investigações, abstrações e generalizações potencializadas pelo saber da Física, em sua dimensão conceitual, o conhecimento volta-se novamente para os fenômenos significativos ou objetos tecnológicos de interesse, agora com um novo olhar, como o exercício de utilização do novo saber adquirido, em sua dimensão aplicada ou tecnológica. (Brasil, 2002, p. 23).

Já a nova base curricular indica, de forma bem direta, que o ensino de ciências deve aplicar o ensino investigativo de forma a gerar a colaboração entre os educandos:

Espera-se, desse modo, possibilitar que esses alunos tenham um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também façam escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum. Para tanto, é imprescindível que eles sejam progressivamente estimulados e apoiados no planejamento e na realização cooperativa de atividades investigativas, bem como no compartilhamento dos resultados dessas investigações. Isso não significa realizar atividades seguindo, necessariamente, um conjunto de etapas predefinidas, tampouco se restringir à mera manipulação de objetos ou realização de experimentos em laboratório. (Brasil, 2016, p. 320).

Dessa forma, o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem. (Brasil, 2016, p. 320).

Durante minha vida como professor frequentemente ouço a pergunta: Onde irei utilizar este conteúdo de Física na minha vida? Penso que dar sentido ao conteúdo de Física para os alunos seja uma tarefa complexa para o professor. Isto por que o aluno tem dificuldade de relacionar os fenômenos físicos que ele presencia cotidianamente com os conteúdos abordados pelo professor. Percebo que, mesmo ao chegar ao terceiro ano do ensino médio, os alunos em geral não conseguem ainda fazer esta relação. Como professor procuro mostrar que a Física contribuiu para o avanço tecnológico e que proporciona muitas das comodidades que possuímos nos dias atuais, tais como o uso de máquinas de lavar roupas, o micro-ondas, o celular, etc. Um conteúdo muito relacionado com este avanço é o eletromagnetismo. O eletromagnetismo, por exemplo, explica o funcionamento dos eletrodomésticos, a geração e transmissão de energia elétrica.

Para compreender, por exemplo, o funcionamento dos motores elétricos, é necessário identificar as grandezas que se encontram envolvidas, como corrente elétrica e campo magnético, e como elas estão relacionadas com o surgimento da força magnética, e consequentemente com a produção do movimento. Sendo assim me propus a produzir dois experimentos onde ocorresse a interação entre corrente elétrica e campo magnético com fenômenos visíveis aos alunos.

O primeiro experimento consiste no condutor em movimento. Neste caso, um trecho de condutor que está imerso em um campo magnético entra em movimento quando por ele passa uma corrente elétrica. O objetivo é que os alunos compreendam como ocorre o movimento do trecho condutor e assim possam relacionar com o movimento que ocorre nos motores elétricos dos eletrodomésticos. O segundo é o freio magnético, onde um pequeno ímã desce dentro de um cano metálico não ferromagnético (de Alumínio ou de Cobre). O ímã tem seu movimento de queda freado devido a uma corrente induzida no condutor. O objetivo é que os alunos percebam que a frenagem ocorre devido à produção desta corrente induzida que surge a partir da variação do fluxo magnético que ocorre durante a queda do ímã.

2- REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo apresento interlocuções teóricas sobre os processos de ensino e da aprendizagem que auxiliam na estruturação e no desenvolvimento do produto educacional em sala de aula. Quando se fala em teorias para o contexto educacional temos que ter a consciência de que apenas uma teoria não comporta a aprendizagem dos nossos educandos, isto por que uma teoria pode explicar muito bem como um determinado público aprende e outra pode funcionar com um outro público. Sendo assim, busquei alguns teóricos que defendem a ideia de trabalharmos em grupos na sala de aula, de valorizarmos as questões levantadas pelos estudantes, compreendermos os modelos que eles utilizam para explicar os fenômenos, dentro de uma abordagem sociocultural de Vygotsky (1998) e que contemple os processos investigativos e colaborativos defendidos por Carvalho (2009). Essas perspectivas teóricas valorizam a contribuição do conhecimento que o aluno traz do seu cotidiano e a sua participação na construção da aprendizagem.

2.1- Vygotsky e o Desenvolvimento Intelectual e Social

Durante a minha especialização trabalhei com a teoria de mediação de Vygotsky, que leva em consideração o que o aluno traz do seu meio social. Moreira (2009) nos traz um conceito no qual são abordados os processos mentais baseado na teoria de Vygotsky.

Os processos mentais superiores (pensamento, linguagem, comportamento volitivo) do indivíduo têm origem em processos sociais. O desenvolvimento desses processos

no ser humano é mediado por instrumentos e signos construídos social, histórica e culturalmente no meio social em que ele está situado. (MOREIRA, 2009, p. 19).

Sendo assim, para Vygotsky a aprendizagem está diretamente relacionada com o ambiente social no qual aluno está inserido. Para o autor é muito importante analisarmos a forma como aluno interage socialmente dentro deste ambiente, tanto com as pessoas, bem como com os materiais que ele utiliza, pois ambos são promotores da linguagem. O referido autor afirma que o “[...] o momento de maior significado no curso do desenvolvimento intelectual, que dá origem às formas puramente humanas de inteligência prática e abstrata, acontece quando a fala e a atividade prática, até então duas linhas completamente independentes, convergem”. (Vygotsky, 1998, p. 27). O teórico considera que a aprendizagem também acontece quando a fala do estudante se relaciona com as atividades que o mesmo realiza e ao ler, ou escutar a fala dos demais membros de uma turma (professor e estudantes).

Assumo que quando um aluno manuseia um objeto, este não manipula apenas um meio material, mas também surge um conjunto de significados atrelados à linguagem (os signos). Por isso, quando um aluno manuseia um experimento, ele passa a ter uma visão diferente de como ocorre o fenômeno, trazendo elementos de sua experiência anterior para explicar o mesmo. Significo, para esse contexto, que a formação intelectual do aluno ocorre quando o ambiente cria o que Vygotsky chama de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Essa ZDP “[...] define as funções que ainda não amadureceram, mas que estão no processo de maturação. É uma medida do potencial de aprendizagem; representa a região na qual o desenvolvimento cognitivo ocorre; é dinâmica e está constantemente mudando”. (MOREIRA, 2009, p. 21). A prática de sala aula poderá nos dar certos indicativos dos pontos de referência para que o novo conhecimento seja desenvolvido e tenha um significado para o aluno, o que o professor poderá coletar pela linguagem expressa nas perguntas geradas nas atividades experimentais da sala de aula. Se as novas informações, em sala de aula, estiverem muito distantes da sua ZDP o aluno não irá compreender o conteúdo.

Desta forma, em momento algum um professor pode desconsiderar o que o seu aluno já sabe sobre determinado tema, pois os mesmos trazem consigo toda uma bagagem de conhecimento que vem desde o momento do seu nascimento. Essa característica, da diferença na bagagem cultural, é percebida em uma mesma sala de aula quando se trabalha com alunos que moram nos centros urbanos e com alunos que residem na região rural de um determinado município. Não podemos, como professores, desenvolver os conteúdos relacionando-os apenas

com um ou com outro espaço (urbano ou rural), pois isto fará com que uma parcela dos alunos fique desconectada e ou tenha dificuldade de significar a linguagem de determinados temas. Quando se trabalha, por exemplo, com transmissão de energia elétrica, um aluno da região urbana tem uma realidade bem diferente daquele que mora na região rural. Na cidade dificilmente acontecem cortes de energia, já aquele aluno que mora na região rural, devido às grandes distâncias que a rede de transmissão percorre até chegar a sua residência, convive com frequentes cortes de energia.

Paralelo ao conhecimento prévio que o aluno traz consigo, o professor, no meu entendimento, poderá produzir um ambiente de discussão para que o estudante possa exteriorizar este conhecimento. Isto pode ser proposto através de uma provocação feita pelo professor por meio de um filme, um documentário, uma simulação, ou com uma atividade experimental. Esta última, em especial, me atrai bem mais, isto porque ao longo dos meus anos como professor percebo que os alunos se sentem desafiados quando proponho uma atividade experimental. Observo que eles se envolvem ativamente na construção de explicações para o fenômeno que estão observando e em geral a aula se torna mais dinâmica. Importante ressaltar que alguns alunos consideram chatas as atividades experimentais.

A partir das ideias centrais vykostkyanas, para o desenvolvimento intelectual e social dos estudantes, busco aproximar as mesmas dos aspectos que constituem uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) e da Aprendizagem Colaborativa (AC). Neste sentido, interligo no próximo item, o como ao propor uma SEI e aplicá-la em grupos de alunos poderá ser constituída a interação social entre sujeitos de forma a gerar uma AC em sala de aula.

2.2- Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

A perspectiva teórica da SEI tem seu início a partir da inserção da disciplina de ciências nas escolas e, mais precisamente, quando os alunos passam a ter a possibilidade de trazer situações do seu cotidiano. A partir de Guidotti e Heckler (2017), registro que um dos defensores da disciplina de ciências, Thomas Huxley (1825 – 1895)¹, era um grande entusiasta do ensino de ciências, pois acreditava que este dava ao aluno a capacidade de compreender o meio no qual estava inserido. De certa forma, é possível afirmar que o Ensino de Ciências no currículo escolar é recente, comparada com a história da Ciência.

¹ Thomas Huxley formado em medicina, exerceu a função durante quatro anos (1845 à 1849), quando abandonou a marinha e passou a ensinar ciências na School of mines (Escola de Minas). Foi defensor das ideias de Darwin.

De acordo com Guidotti e Heckler (2017) até meados do século XIX o ensino de ciências ainda não estava inserido no currículo das escolas em termos mundiais. No Brasil só em 1880 é que ele passa a fazer parte da vida estudantil nas escolas secundárias de São Paulo. Os referidos autores apoiados em Deboer (2006), afirmam que o ensino de ciências deveria proporcionar ao aluno a capacidade de formular as próprias hipóteses para os fenômenos que eram percebidos. Este contexto, de o aluno estar envolvido no processo de formular hipóteses ao estudar determinado fenômeno da natureza, desencadeia a ideia central do ensino por investigação.

Observo que, no ensino por investigação, o professor é desafiado a romper com o tipo de aula tradicional em que apenas ele transmite as informações que constituem um determinado conteúdo das Ciências. A perspectiva de se incluir o ensino por investigação na sala de aula requisita do professor uma mudança em sua postura, ou seja, ele deve tomar decisões que quebrem com sua rotina de trabalho, estar disposto a enfrentar desafios e dilemas e alterar sua prática. A saber, o trabalho em sala de aula, com o envolvimento ativo dos estudantes ao formular modelos explicativos para os fenômenos não é uma prática simples, abrange um conjunto de fatores como: planejamento das atividades, escuta atenta aos alunos, pensar nos materiais didáticos e experimentais e no processo avaliativo do que acontece durante as aulas.

A minha proposta para envolver os estudantes de forma ativa, com a construção de argumentos em grupos, se dá com o desenvolvimento e implementação de uma SEI para o contexto do Ensino Médio. Significo a partir de Bellucco e Carvalho (2014) que uma “[...] SEI propicia o aparecimento de situações argumentativas para abordar um tema pouco explorado no ensino médio” (p.53). As situações argumentativas podem surgir durante a aplicação de uma SEI, pois os alunos têm a possibilidade de levantar questões que o professor não havia pensado ou elaborado. Estas questões, sendo levantadas pelos próprios educandos, propiciam com que os colegas possam contribuir na formulação de respostas e esta interação leva a uma ação colaborativa.

Acredito que as atividades em que se desenvolvem a SEI podem se apresentar nas formas aberta, onde o professor dá liberdade para que os alunos tragam seus questionamentos a respeito de algo do seu cotidiano como, por exemplo, sobre a produção da energia elétrica. Neste caso o professor pode deixar os estudantes argumentarem a fim de identificar o que eles trazem de conhecimento sobre o assunto para construir junto com eles o material que dará as respostas aos questionamentos. Na forma fechada, onde o professor traz um determinado

assunto para ser abordado, já com um caminho pré-determinado a ser percorrido pelos alunos. Assim eles devem seguir um tipo de receita. Neste tipo de atividade se enquadram algumas atividades experimentais, porém é importante que o professor dê a liberdade para que se façam questionamentos e levantem hipóteses para o que está sendo observado. Dessa forma podemos seguir diferentes tipos de abordagens em aula que levem à SEI, que de forma geral partem da participação ativa dos alunos.

Para Guidotti e Heckler (2017) as atividades em sala de aula de Ciências podem ser classificadas de acordo com a tabela 1.

Tabela 1: Abordagens Investigativas em Sala de Aula.

Abordagem	Características	Vantagem	Desvantagem
Heurística (ou por descoberta)	Os estudantes tinham total autonomia para explorar o mundo, sem quaisquer orientações de material ou do professor.	O método colocava o aluno no papel de descobridor.	O método exigia muito tempo e preparo dos estudantes para não tirar conclusões superficiais de suas investigações.
Verificação	Os estudantes eram conduzidos a confirmarem princípios ou fatos científicos em laboratório.	A abordagem fortalecia a compreensão dos estudantes acerca dos conceitos de ciência.	O método levava os estudantes a desenvolverem atitudes não científicas, pois eram induzidos a procurarem respostas corretas ou considerar apenas as evidências em que o resultado fosse o esperado.
Investigação Orientada (Inquiry)	Os estudantes não tinham que descobrir algo mas teriam que procurar soluções para questões que não sabiam responder.	Nessa abordagem os estudantes agiam como verdadeiros investigadores, não apenas simplesmente confirmando algo que já sabiam.	Os estudantes seguiam rigorosamente o método científico. Estudar ciência exigia vocação e preparo.

Fonte: Guidotti e Heckler (2017, p. 193).

A tabela 1 apresenta em síntese diferentes abordagens para as atividades investigativas desenvolvidas em sala de aula. Essas abordagens registram distintas características. Ao longo da proposta identifiquei uma aproximação com a investigação orientada para ser desenvolvida na Sequência de Ensino Investigativa, em que os estudantes possam procurar soluções para os questionamentos emergentes na turma, bem como para as questões do professor que orientam as atividades experimentais.

Dentre as situações que posso citar como investigativas, em sala de aula, está a possibilidade de se fazer uso de simuladores virtuais no Ensino de Física. Neste caso o aluno acessa o software (se na escola existe um laboratório de informática) e o professor pode elaborar um conjunto de questões sobre a simulação, ou pode deixar com que os alunos formulem questionamentos. Esse é um processo que precisa ser mediado, pois do contrário a atividade pode fugir ao controle daquilo que foi planejado pelo professor e deixará de ser orientada, podendo ser transformada em atividade investigativa aberta.

A partir destas distintas percepções das atividades investigativas, como abertas ou fechadas, imagino que a SEI proposta neste estudo se torna mista, sem seguir rigorosamente nenhum desses referenciais. Assumo que com frequência desenvolvo o uso de aulas experimentais, onde proponho um experimento de Física e os alunos são instigados inicialmente a opinar sobre o experimento, buscando encontrar uma explicação para os fenômenos apresentados - uma demonstração investigativa. Após as discussões iniciais, enquanto professor, posso aplicar um conjunto de questões para que eles respondam, ou ao longo de atividades em grupo os estudantes podem elaborar os seus próprios questionamentos. Tais questionamentos fazem parte do material a ser utilizado pelo professor durante as aulas. Assim, esse tipo de atividade pode ser realizada dividindo a turma em grupos, em que inicialmente as discussões podem ser feitas dentro do grupo e depois com a turma toda.

Significo, a partir de Bellucco e Carvalho (2014), que na estruturação da SEI, enquanto professor, levo em consideração a construção de conhecimentos pelo indivíduo. Neste sentido assumo os pontos destacados no quadro 1.

Quadro 1: Aspectos centrais da estrutura da SEI.

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1- A relevância de um problema para um início da construção do conhecimento.2- A passagem da ação manipulativa para a ação intelectual.3- A importância da tomada de consciência dos próprios atos para a construção do conhecimento.4- As diferentes etapas das explicações científicas. |
|--|

Fonte: Adaptado de (Bellucco e Carvalho, 2014, p 37-38).

A partir dos aspectos apresentados no quadro 1 reconheço que, de um modo geral, para além da estrutura da SEI, os professores podem utilizar os próprios questionamentos que os alunos trazem do seu dia-a-dia. Estes questionamentos estão para além da ação de manipular o

material e ou experimento, estão interligados aos meios para se desenvolver a ação intelectual do aluno. Isso pode auxiliar na tomada de consciência dos próprios atos de cada indivíduo na construção do conhecimento, bem como, o instigar para que o mesmo fale e se envolva nas diferentes etapas da construção de modelos e das explicações científicas, durante as atividades desenvolvidas.

2.2.1- Ensino Investigativo e Aula Experimental

Neste item busco fundamentar o porquê de incluir as atividades experimentais na SEI. As atividades com experimentos muitas vezes proporcionam ao aluno uma situação em que ele consegue demonstrar habilidades que, em dias comuns de aula, passam despercebidas. Entre essas habilidades estão: o estudante propor o experimento; a coleta de informações; análise destas informações; o trabalho conjunto de construir explicações; e comunicar compreensões no grande grupo. As referidas atividades oportunizam que o estudante mostre o seu lado criativo. Para Araújo e Abib (2003),

“[...] o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente. Nesse sentido, no campo das investigações nessa área, pesquisadores têm apontado em literatura nacional recente a importância das atividades experimentais. (ARAÚJO, ABIB, 2003, p.176).

Nessa perspectiva, posso dizer que as atividades experimentais vão ao encontro da base comum curricular e das interlocuções teóricas apresentadas, que fazem referência à participação direta do aluno na construção do seu conhecimento, não sendo adequado apenas o aluno reproduzir algo que o leve a um resultado previsto. Assim, ao estudante deve ser oportunizada a possibilidade de interagir de forma ativa com o experimento, em que ele possa formular suas hipóteses e seus questionamentos sobre o que está acontecendo. Para tal, formular os questionamentos, a partir do experimento, assume grande importância em atividades investigativas.

Considero que nem sempre as atividades experimentais são bem aceitas pelos alunos. Para Hudson (1994) nas turmas sempre existem alunos que têm mais facilidade com este tipo de atividade do que outros, porém devemos tentar envolver a todos. Pois, caso contrário, para os alunos que não forem envolvidos diretamente na atividade, a aula poderá ser um fracasso do ponto de vista da aprendizagem. O sujeito não ativo no experimento apresenta dificuldades em coletar e analisar as informações que estão disponíveis na atividade, bem como aquelas que são

construídas nas interações sociais como as perguntas, os modelos explicativos, a sistematização da linguagem científica e a própria manipulação do experimento.

Acredito que as aulas experimentais contribuem para uma interação entre os alunos e do professor com os alunos, oportunizando o desenvolvimento de ambos os sujeitos envolvidos no processo educativo, ao se trabalhar em grupo. Como já foi dito, a interação entre os alunos é de suma importância. Em algumas situações os mesmos têm dificuldade em compreender o que o professor está buscando comunicar. Desta forma, aquele aluno que possui uma facilidade em compreender a linguagem do professor em aula pode, de sua forma, explicar para o colega e assim contribuir para um possível entendimento dos conteúdos.

Essa perspectiva, de se assumir a importância da interação social nas atividades experimentais, está ancorada nas ideias de Carvalho et al, (2005). Segundo esses autores,

[...] a interação do aluno com seus iguais é imprescindível na construção, eminentemente social, de um novo conhecimento. É também na discussão com seus pares que surgem o desenvolvimento lógico e a necessidade de se expressar coerentemente. O enfrentamento de outros pontos de vista faz com que seja necessário coordená-los com as próprias ideias e essa coordenação dá lugar à construção de relações, o que contribui para o desenvolvimento de um raciocínio coerente. (p.31).

Desta forma, significa ser importante que o professor oportunize aos alunos espaços em sala de aula para dialogar e compartilhar, em grupos e com a turma, as suas argumentações sobre o fenômeno observado no experimento e as possíveis explicações para o mesmo. As referidas construções conjuntas pautadas na argumentação contribuem para a aprendizagem colaborativa dos alunos e do professor. Por isto acredito que atividades investigativas com experimentação propiciam aos educandos uma oportunidade de se trabalhar com a AC.

2.3- Aprendizagem Colaborativa

A AC tem seu surgimento na educação democrática defendida por John Dewey, que entende que a educação se faça de maneira organizada em pequenos grupos para que os alunos possam desenvolver a argumentação e a prática democrática. Desta forma a AC tem por objetivo reunir alunos com realidades diferentes para que eles possam interagir trazendo seus conhecimentos do cotidiano e, com isto, possam contribuir para a construção da sua aprendizagem. Portanto cabe ao professor promover atividades que propiciem esta interação entre os alunos, e coordenar as mesmas para que todos possam ter a oportunidade de falar e expor suas ideias, tanto no pequeno grupo como para o grande grupo que consiste na turma.

A partir do envolvimento dos estudantes em grupos podemos ter o processo colaborativo como forma de potencializar as atividades investigativas. Nesse sentido, pode ocorrer uma colaboração entre alunos-alunos e entre professor-alunos, isso na montagem dos experimentos, no desenvolvimento das atividades, na construção de explicações, na formulação das questões e das comunicações no grande grupo. Segundo Torres et al., (2004), isso constitui uma AC, como “[...] uma estratégia de ensino que encoraja a participação do estudante no processo de aprendizagem e que faz da aprendizagem um processo ativo e efetivo. É um conjunto de abordagens educacionais também chamadas de aprendizagem cooperativa ou aprendizagem em grupo pequeno” (TORRES, et al, 2004, p. 3).

Nesta perspectiva a AC permite que os indivíduos dêem a sua contribuição para a formulação de hipóteses, nos questionamentos e nas atividades escolares com apoio da SEI. Assim, cada membro do grupo pode ter uma visão diferente ao interagir com os materiais e as ideias dos colegas, e com isso, irá de alguma forma contribuir para a compreensão dos conceitos discutidos. Envolver os estudantes em grupo nem sempre é uma tarefa fácil, frente às diferenças e do desafio de se pensar em como essa organização inclui a AC. Para Panitz (1996):

Em todas as situações onde pessoas formam grupos, a Aprendizagem Colaborativa sugere uma maneira de lidar com as pessoas que respeita e destaca as habilidades e contribuições individuais de cada membro do grupo. Existe um compartilhamento de autoridade e a aceitação de responsabilidades entre os membros do grupo, nas ações do grupo. A premissa subjacente da aprendizagem colaborativa está baseada na construção de consenso por meio da cooperação entre os membros do grupo, contrapondo-se à ideia de competição, na qual alguns indivíduos são melhores que outros. (p. 1).

Desta forma, ao propor uma aula experimental, podemos ao mesmo tempo realizar uma SEI articulada a uma AC. Isso pode ser oferecido através de planejamento do professor, ao incluir um tempo nas atividades da sala de aula, em que os alunos possam interagir com o experimento e com colegas que estão participando das atividades. De certa forma, pensar em uma SEI a partir da experimentação encaminha a questão de se discutir a Alfabetização Científica.

2.3.1- Alfabetização científica no contexto colaborativo

Ao longo deste trabalho, com a inclusão das aulas experimentais na SEI em um contexto da AC, visualizo que pode ocorrer a alfabetização científica. Em um primeiro momento percebo que para acontecer a alfabetização científica, ou letramento científico, é necessário que o aluno tenha uma pequena ideia de como se faz ciência, lógico que numa visão simplista.

A alfabetização científica é defendida para todos os estudantes e não só para aqueles que farão carreira científica. Não se pretende que os alunos saibam tudo a respeito de ciências, mas que consigam entender o mundo ao seu redor, por exemplo, que eles, compreendam o funcionamento dos motores elétricos que estão presentes em grande parte dos eletrodomésticos.

De acordo com Delizoicov (1991) o letramento científico pode ser organizado em três momentos, que são: Problematização, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento. Assim, pautado na ideia de que uma atividade experimental pode ser estruturante da SEI, em uma sala de aula colaborativa essa irá propiciar espaço para a problematização. Segundo o referido autor cabe ao professor:

“[...] problematizar as explicações fornecidas, chamando a atenção e contrapondo distintas interpretação dos alunos, aguçando possíveis explicações contraditórias, procurar as limitações das explicações. A finalidade é promover o distanciamento crítico do aluno do seu conhecimento prevalente e enfim formular problemas que os alunos não formulam[.]” (DELIZOICOV, 1991, p. 179).

Neste contexto, durante a realização das atividades com a SEI, o professor precisa realizar uma recapitulação dos conteúdos a fim de fazer a organização do conhecimento que o aluno já possui. Para Delizoicov e Angotti (1990) “[...] para que o aluno apreenda de forma a, de um lado, perceber a existência de outras visões e explicações para as situações e fenômenos problematizados, e, de outro, a comparar esse conhecimento com o seu, para usá-lo, para melhor interpretar aqueles fenômenos e situações” (DELIZOICOV E ANGOTTI, 1990, p.55).

Este é o contexto que busca valorizar as problematizações, a organização das informações e a aplicação do conhecimento desenvolvido em sala de aula. A partir destas etapas espera-se que o aluno possa “[...] analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento” (DELIZOICOV e ANGOTTI 1990, p. 55).

A partir da abordagem sociocultural assumida neste estudo se tem o propósito de tornar o indivíduo sujeito ativo no seu desenvolvimento intelectual. Essa é a aposta no processo de investigação, a partir da SEI, como forma de auxiliar na alfabetização científica, perpassando o desenvolvimento do educando, mesmo que nem sempre o mesmo esteja motivado para avançar em estudos da área de Ciências da Natureza. A alfabetização científica só irá ocorrer se o professor tiver a consciência que ele é peça fundamental neste processo. Além disso, é de suma importância o apoio institucional da escola, e que esta forneça condições para que o aluno possa realizar as atividades experimentais, dentro da perspectiva assumida nesta dissertação.

3- A ESCOLA

3.1- Levantamento Histórico

Em 14 de fevereiro de 1968 a comunidade de Canguçu recebeu a notícia do Decreto nº 18.934 do Conselho Estadual de Educação, publicado no diário oficial do Estado do Rio Grande do Sul, criando o Ginásio Estadual de Canguçu. Mais tarde, no dia 16 de maio, uma quinta-feira, foi proclamada a portaria nº 06.178 que autorizou o funcionamento do ginásio estadual, mesmo sem lugar fixo. Inicialmente a escola funcionou nas dependências do Colégio Aparecida, no Colégio Irmãos Andradas e no Esporte Clube Cruzeiro.

A primeira pessoa a assumir a direção da escola foi a professora Sônia Goularte Campos, que permaneceu no cargo durante 1 ano e 2 meses. A partir de 07 de julho de 1969 assumiu a direção o professor Sebastião Ribeiro Neto, que permaneceu no cargo até o final de 1974. Durante seu mandato em 1972 foi inaugurada, com uma grande festa, a sede própria da escola que está localizada na Rua Firmina Moreira nº 7, no centro da cidade de Canguçu.

Em 1978 é criada a Escola Estadual Integrada de 1º grau Almirante Alberto da Mota e Silva, composta pelas unidades de ensino Irmãos Andradas, Neusa Paes do Amaral e o Ginásio Estadual que passou a ser chamada de João de Deus Nunes. Nesta junção assume a direção a professora Aliette Martins Ribeiro até março de 1980.

Em 1991, sob a direção da professora Maria Magali Fick Gonçalves, é implantada na escola a modalidade do curso de supletivo de ensino fundamental. Em 1995 a professora Maria

Cleni Lopes Schamalfuss assumiu a direção da escola e, no ano de 2000, conduziu a implantação do ensino supletivo de 2º grau. Somente em 2001 é criado o ensino médio sob o decreto de nº41.286, de 18 de dezembro. Assim, a escola passa a ser chamada de Escola Estadual de Ensino Médio João de Deus Nunes. Em 2003 a escola recebeu a autorização para que, no ano seguinte, fossem iniciadas as aulas para o ensino médio.

Em 2010 é eleito como diretor Cesar José Pinz dos Santos, que permaneceu no cargo até o ano de 2014, quando se afastou para ocupar o cargo de secretário municipal de transportes. Neste momento assume a direção Fabiane Helwig Timm, que permanece até os dias de hoje.

Atualmente a escola conta com 1109 alunos distribuídos em 32 turmas que vão desde o Ensino Fundamental (14 turmas), Médio (11 turmas) e Educação de Jovens e Adultos (EJA) (7 turmas). A instituição atende aos alunos do ensino fundamental que residem na região urbana. Já o Ensino Médio recebe alunos das regiões urbana e rural do município. Esses alunos do interior em sua maioria estão no turno da tarde, pois em algumas localidades não é oferecido transporte no turno da manhã.

No projeto político pedagógico da escola destaca-se a parceria com as empresas instaladas na cidade, que em muitos casos contribuem com verbas para dar suporte a alguns projetos como a banda da escola, a internada artística, que se apresenta sempre na Ciranda Estudantil Nativista (CIENA), entre outros. Tudo isso tem o objetivo de proporcionar aos alunos a construção de uma educação voltada à valorização dos fatos que acontecem na cidade, bem como de mostrar aos educandos que eles devem valorizar as coisas do seu município e da sua comunidade.

3.2- Infraestrutura

A infraestrutura da escola é composta por 13 salas de aulas, laboratório de ciências, laboratório de informática com 20 computadores, biblioteca com um amplo acervo de livros didáticos e literários, três conjuntos de sanitários, cozinha, refeitório e cantina. A escola conta também, com uma ampla área de lazer com pracinha para os alunos das séries iniciais, uma quadra poliesportiva aberta e outra coberta para a prática de futsal, vôlei, basquete, tênis de mesa e xadrez. O setor administrativo da escola possui salas de direção, supervisão, orientação e secretaria.

As figuras 1 e 2 mostram algumas imagens da escola. A figura 1 mostra o portão de acesso às dependências onde se encontra a parte administrativa. A figura 2 mostra a foto do portão de acesso dos estudantes.

Figura 1: Foto do portão de acesso à parte administrativa.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 2: Foto do portão de acesso dos alunos.



Fonte: Arquivo pessoal.

A figura 3 mostra fotos da estrutura do laboratório de ciências. O laboratório é bem amplo com cerca de 50 m², contendo armários que estão divididos com os materiais de acordo com a disciplina, um para Biologia, outro para Física e o terceiro para a Química. O material fica à disposição dos professores, porém existem poucos conjuntos de experimentos de cada área, o que torna complicado a realização de atividades com um número maior de grupos. Isto

faz com que os professores, muitas vezes, tenham que providenciar os seus próprios conjuntos experimentais.

Figura 3: Fotos do laboratório de ciências da escola.



Fonte: Arquivo pessoal.

Atualmente o laboratório é utilizado com frequência, pois os professores de Biologia e Química e os outros professores de Física, que se encontram hoje na escola, também gostam de aulas experimentais. O uso frequente do referido espaço faz com que tenhamos que agendar o uso do laboratório para que possam ser realizada as aulas.

3.3- Feira de Ciências na Escola

A Escola realiza, há 42 anos, a feira de ciência interna a fim de desenvolver nos alunos o interesse por profissões que estão relacionadas com a área da ciências da natureza. Nestes anos, em várias oportunidades, a escola obteve títulos de campeã na feira de ciências do município de Canguçu. No ano de 2006 o grupo formado pelos alunos Anderson Eicholtz e Guilherme Danemberg foi campeão da feira municipal, com o experimento e a pesquisa sobre os trens magnéticos. Os mesmos alunos foram, a seguir, classificados para a Feira de Ciências e Matemática e Mais Saberes da Metade Sul do Rio Grande do Sul (Fecimes), que se realiza no Instituto Federal sul-rio-grandense (IFsul), campus Colégio Agrícola Visconde da Graça, onde obtiveram o primeiro lugar. Esta vitória classificou o grupo para a Feira Nacional de Ciências da Educação Básica (FENACEB), que realizou-se no campus da Universidade Federal de

Minas Gerais (UFMG). Este fato marcou a escola, já que foi a primeira vez que alunos expuseram seus trabalhos fora do estado.

3.4- A Chegada à Escola

O meu trabalho na escola iniciou-se no dia 7 de abril de 2003 quando substituí a professora Jussara Paiva que havia sido selecionada para trabalhar na secretaria de educação do município de Canguçu. Por esse motivo a prefeitura, através de um acordo, fez a minha cedência para que eu pudesse atuar nesta escola através de uma permuta entre o município e o estado.

Inicialmente ministrei aulas para turmas da modalidade EJA nas disciplinas de física e de química sendo 7 aulas semanais de física e 7 aulas semanais de química, que eram componentes curriculares do que na época fazia parte do segundo semestre. Nesta função permaneci até o final de 2007. Em 2005 ministrei aulas de matemática para a 5ª série do Ensino Fundamental. No mesmo ano assumi as turmas do ensino médio com a disciplina de química, sendo que eram duas turmas de 1º ano e uma turma de 2º ano. A partir do mês de julho, com a licença maternidade da professora de física Mara Thurow, assumi também a disciplina de física. Em 2011 passei a ministrar apenas a disciplina de física na qual permaneço até o presente momento.

4- EXPERIMENTO DO CONDUTOR EM MOVIMENTO

Ao longo dos anos como professor venho buscando relacionar o conteúdo do eletromagnetismo com o dia-a-dia dos alunos a fim de obter um melhor desempenho dos mesmos. Com este fim procurei criar um experimento que mostrasse uma relação entre os motores elétricos que são utilizados no cotidiano com o conteúdo de Física do 3º ano do ensino médio.

4.1- Embasamento Teórico

A partir da experiência de Oersted percebeu-se a união da eletricidade com o magnetismo, o que levou os pesquisadores a realizarem vários experimentos. Num destes, quando foi colocado um ímã próximo a um condutor que era percorrido por uma corrente

elétrica, verificou-se que este sofria uma força. Esta força se dá devido à interação que ocorre entre a corrente elétrica e o campo magnético no qual o condutor está imerso, de acordo com a equação 1.

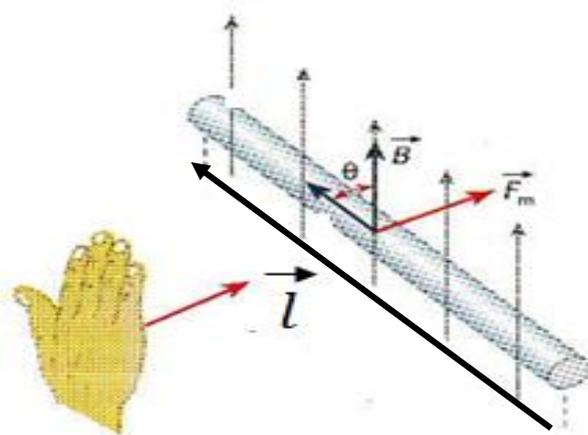
$$\vec{F}_m = i \cdot \vec{l} \times \vec{B} . \quad (1)$$

O módulo da força magnética pode ser determinado pela equação 2.

$$F_m = i \cdot l \cdot B \cdot \text{sen}\theta . \quad (2)$$

Nas equações 1 e 2 i corresponde à corrente elétrica que percorre o fio, o módulo do vetor \vec{l} corresponde ao comprimento do fio e sua direção e sentido coincidem com a direção e sentido convencional da corrente i . O vetor \vec{B} corresponde ao campo magnético externo ao qual o fio está submetido. O ângulo θ é formado entre os vetores \vec{l} e \vec{B} , como mostrado na figura 4. A direção e sentido da força magnética podem ser obtidos pela regra da mão direita. Nesta regra o polegar indica o sentido da corrente elétrica, os demais dedos indicam o sentido do campo magnético e a palma da mão indica o sentido da força, como ilustrado na figura 4.

Figura 4: Aplicação da regra da mão direita para obtenção da direção e sentido da força magnética.

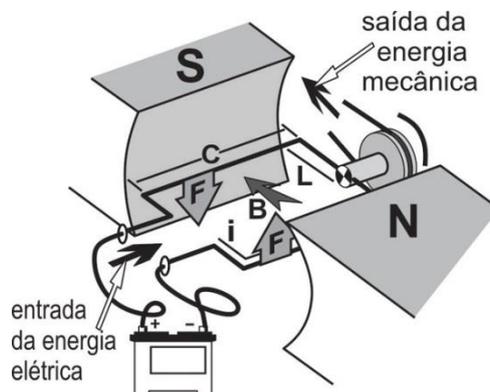


Fonte: Adaptada do Livro Fundamentos da Física vol. 3 p.322.

A partir desta descoberta tornou-se possível a criação dos motores elétricos, que para gerarem movimento de rotação de um eixo, possuem uma espira presa a ele que é percorrida por uma corrente elétrica, como exemplificado na figura 5. Cada lado da espira sofre uma força magnética dada pela equação 1. A soma vetorial destas forças resulta em um torque que provoca

o giro da espira. Este torque faz com que o eixo entre em movimento de rotação e, com isto, possa através da correia transmitir este movimento a outro equipamento.

Figura 5: Esquema do funcionamento de um motor elétrico.



Fonte: <http://oficinabrasil.com.br>.

4.2- Aulas

Para a realização do experimento desenvolvi aulas que abordam conteúdos que servem de ancoragem para a formulação das ideias a respeito do funcionamento do condutor em movimento. Ao meu ver, o embasamento teórico prévio sobre os conceitos envolvidos no experimento é de suma importância para que os alunos consigam formular questões e respostas durante a aplicação do experimento. As aulas desenvolvidas estão expostas a seguir.

Aula 1

Para que os alunos compreendessem onde e como a corrente elétrica é produzida foi feita a seguinte abordagem:

- Qual o fator que determina o surgimento da corrente elétrica;
- Intensidade da corrente elétrica e sua unidade;
- O sentido da corrente elétrica (eletrônico e convencional) e classificação (DC e AC);
- Exercícios

Ao final da aula pedi que os alunos pesquisassem como a corrente pode ser classificada (AC e DC) e os efeitos por ela gerados.

Aula 2

Nesta aula o objetivo foi mostrar aos alunos os componentes básicos de um circuito elétrico para que eles compreendessem o funcionamento das suas residências. Foram apresentados os elementos básicos de um circuito, bem como os equipamentos responsáveis por aferir a diferença de potencial (ddp) e a corrente elétrica, entre os quais estavam:

- Fonte de tensão (geradores);
- Chave ou interruptor e disjuntor;
- Fusível;
- Lâmpadas;
- Motores elétricos;
- Multímetro.

Nesta aula não foi aprofundado o funcionamento de cada elemento, foram apenas citadas as funções de cada um. Optei por não trabalhar o conceito de resistência elétrica e tratei de abordar apenas a associação de lâmpadas de forma simples.

Alguns questionamentos surgiram por parte dos alunos tais como:

1. Quais tipos de fonte que compõem o circuito das residências?
2. Qual a diferença entre a fonte de um celular para a fonte de uma residência?
3. Por que o disjuntor de algumas residências sofre o desarme quando o chuveiro é ligado?
4. Por que o micro-ondas gira mais lentamente quando é ligada uma jarra elétrica?

Durante os questionamentos os alunos foram apresentando suas hipóteses para responder a estas questões. Este fato tornou o final da aula muito interessante, pois alguns alunos achavam que a produção de energia que chegava a suas casas vinha dos transformadores nos postes da rua. Outros não sabiam o porquê dos desarmes dos disjuntores, pois não compreendiam o conceito de intensidade de corrente elétrica.

Aula 3

Tendo como base a aula anterior e as questões levantadas sobre instalações em suas residências e sobre os circuitos, dividi a turma em grupos de quatro alunos. A intenção era de que eles utilizassem os computadores do laboratório de informática, porém devido a um problema com a rede elétrica, mudei a dinâmica. Pedi então que cada grupo, em uma folha de papel, fizesse o esboço de um circuito. Após isto, coloquei no simulador do Phet (phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac) os esboços dos circuitos. Eles puderam ver seus circuitos através da TV que existe na sala de aula. A simulação dos circuitos montados por eles gerou um debate muito proveitoso, eles puderam perceber os seus erros quando, por exemplo, ligavam a bateria em curto-circuito. A figura 6 mostra uma foto dos alunos em grupos planejando os circuitos. Como podemos ver na parte inferior à esquerda, os alunos que possuíam um *Smartphone*² estavam montando o circuito direto no simulador, o que era a minha proposta caso o laboratório de informática não estivesse com problemas. As figuras 7 e 8 mostram visualizações de tela com exemplos de circuitos planejados pelos alunos. O circuito mostrado na figura 7 não funcionou, pois foi ligado em curto. A fonte (representada pela pilha) estava em curto-circuito com o interruptor, o que provocou o não acendimento da lâmpada e o incêndio do circuito. O circuito mostrado na figura 8 funcionou perfeitamente.

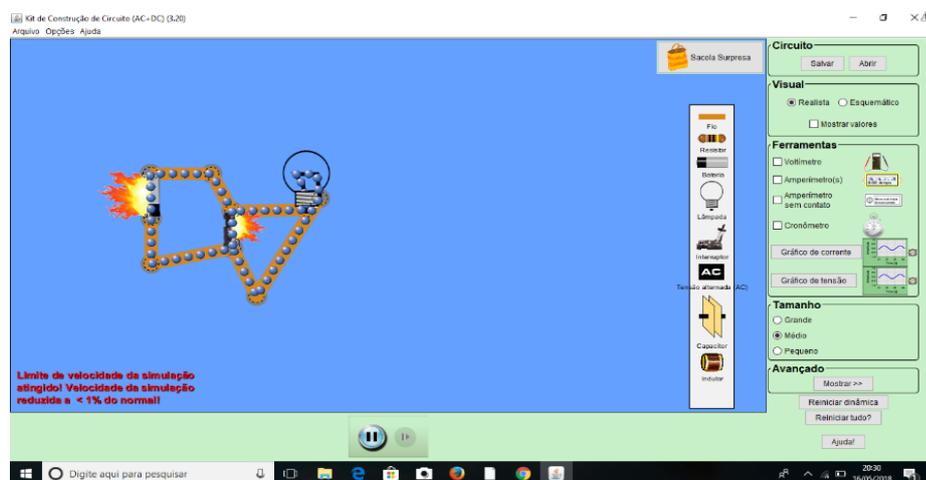
Figura 6: Foto dos alunos montando os esboços do circuitos.



Fonte: Arquivo pessoal.

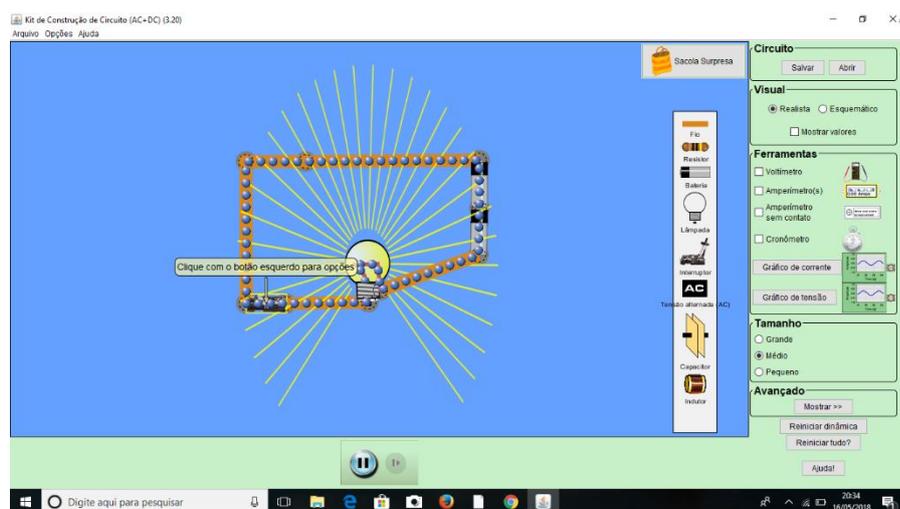
² Smartphone: é um telefone celular com muitas funções. Esta seria a melhor definição para o que a palavra significa “telefone esperto” ou “telefone inteligente”. Fonte: <https://www.telefonescelulares.com.br>.

Figura 7: Visualização de tela que mostra o curto-circuito planejado no simulador.



Fonte: phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac.

Figura 8: Visualização de tela com o circuito em funcionamento construído no simulador.



Fonte: phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac

Após a atividade no simulador, solicitei aos alunos que construíssem um circuito baseado em uma residência de cinco cômodos. O circuito deveria ter seu funcionamento baseado em uma fonte de até 12V contendo os elementos básicos que haviam sido discutidos na aula anterior. Este circuito deveria ser apresentado na aula seguinte.

Ao final da aula solicitei aos alunos que fizessem um breve relato de como tinha sido a aula com comentário sobre o simulador. A maioria achou muito interessante, pois não conheciam o simulador. Alguns que só haviam ouvido falar em curto circuito, acharam bem

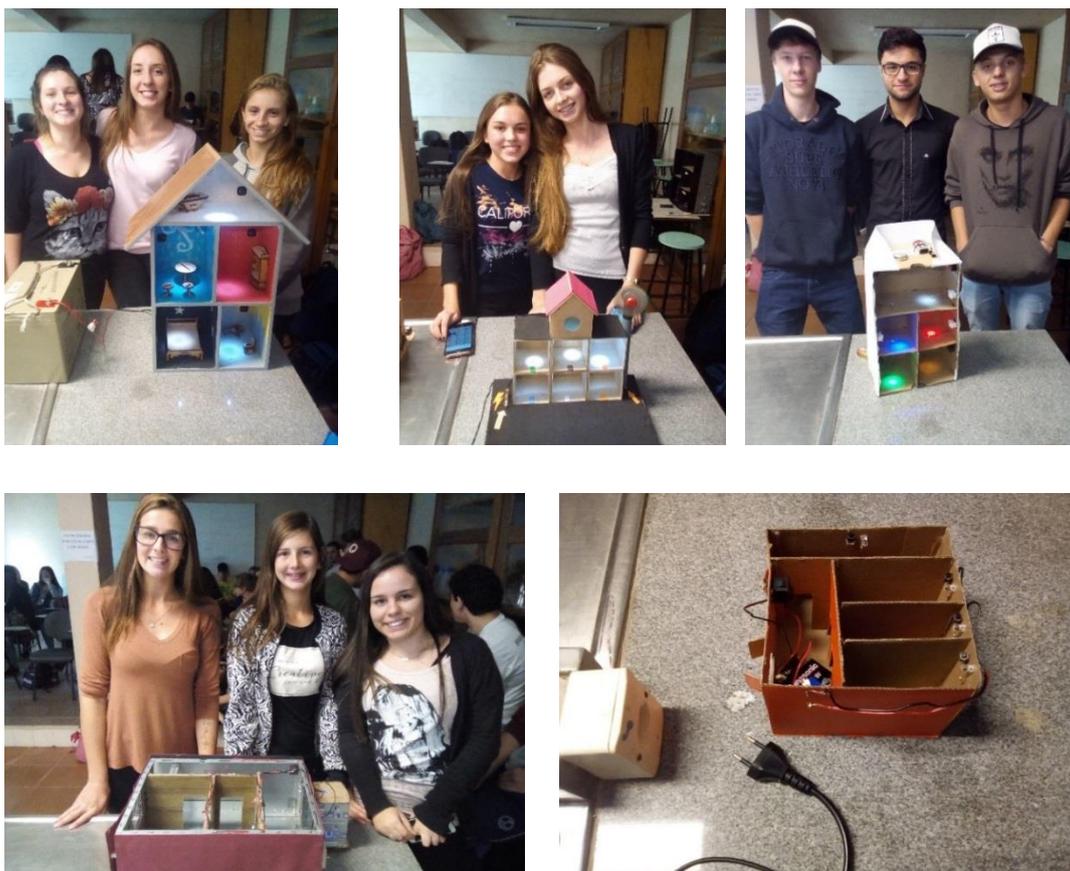
instrutivo, pois conseguiram ver na simulação o que um curto circuito representa e sua consequência.

Aula 4

Neste encontro levei a turma para o laboratório onde os grupos de alunos apresentaram os circuitos construídos por eles. Cada grupo teve que relatar sobre os materiais utilizados para a construção dos circuitos, bem como descrever a montagem dos circuitos.

Na figura 9 temos algumas fotos onde estão alguns dos circuitos construídos pelos alunos. Nestas fotos é possível perceber a criatividade dos alunos que construíram os mais diferentes tipos de circuitos, ao simularem distintas residências. Além da exposição dos experimentos, o encontro oportunizou que cada grupo compartilhasse suas experiências sobre compreensões e os conceitos envolvidos em seus circuitos elétricos.

Figura 9: Sequência de fotos que mostram os circuitos construídos pelos alunos.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Durante as apresentações foram feitas colocações sobre os circuitos. Alguns grupos não colocaram o fusível para a proteção do circuito gerando dúvidas se eles eram realmente necessários nas residências. Outro fato importante foi que alguns grupos colocaram apenas uma chave, isto provocou risos. Então expliquei para os alunos que na cidade de Canguçu a geração de energia elétrica em 1934 era feita com motores a diesel. O responsável pela manutenção dos motores desligava pela primeira vez o fornecimento de energia às 21h 50min. Cinco minutos depois ele desligava a segunda vez e, às 22h ele desligava por completo, retornando somente no outro dia às 6h. Relatei a eles que daí surgiu a expressão utilizada pelas pessoas com mais idade que diziam, “se a luz faltar a terceira vez ela só volta amanhã”, isto provocou vários risos.

Após o debate pedi que cada grupo fizesse um pequeno relato sobre o que achou de realizar a construção do circuito, falando sobre as dificuldades encontradas e o que fez para superá-las. Para muitos grupos o principal problema encontrado foi o de não ter o hábito de construir experimentos, pois os professores anteriores nunca haviam solicitado tal atividade. Alguns dos grupos relataram que precisaram recorrer aos familiares para que os ajudassem na construção. No entanto, a maioria gostou do trabalho uma vez que, segundo eles, proporcionou o conhecimento de como as suas residências funcionam do ponto de vista das ligações elétricas.

Aula 5

Para dar início ao estudo sobre o magnetismo utilizei o filme “O Núcleo”³. O filme faz uma abordagem da possibilidade do núcleo da Terra parar de girar e as consequências que isto acarretaria para o planeta. Como o filme é extenso utilizei apenas 45min do mesmo. O objetivo era que os alunos compreendessem como surge o campo magnético terrestre e quais as influências sobre a vida no planeta.

Ao final da apresentação surgiram questões como:

- 1- O que indica que o campo surge devido a rotação do núcleo?
- 2- Como é que o campo desvia as partículas que o Sol emite?
- 3- O que são linhas de campo?
- 4- Se realmente o núcleo parasse seria possível viver quanto tempo no planeta?

³ O filme está disponível em: www.filmesonlinehd7.cc

5- Os outros planetas possuem campo magnético?

Aula 6

Neste encontro levei para a sala de aula o conjunto experimental mostrado na figura 10, a fim de mostrar as linhas de campo ao redor do ímã. O conjunto experimental é constituído por dois tubos de ensaio (1) em cujo interior são colocados pedaços de ímãs de autofalantes (ferrite) (2). A parte inferior do tubo de ensaio que contém o ímã de ferrite é inserida dentro do recipiente onde está a limalha de ferro (3). A limalha de ferro se alinha de acordo com o campo magnético do ímã.

Durante a aula o conjunto experimental foi disponibilizado aos alunos para que eles pudessem manusear os tubos, interagindo assim com o material.

Figura 10: Foto do conjunto experimental utilizado para mostrar o comportamento do campo magnético ao redor dos ímãs. O conjunto é constituído por tubos de ensaio (1), ímãs de ferrite (2) e limalha de ferro(3).



Fonte: Arquivo pessoal.

No final da aula apresentei os seguintes questionamentos:

1º) O que foi observado quando o tubo de ensaio, com os ímãs no interior, foi colocado dentro do recipiente com a limalha de ferro?

A maioria dos alunos percebeu que a limalha foi atraída e passou a se alinhar ao redor do ímã, conforme as palavras deles, formando um círculo ao redor do ímã. Os alunos relacionaram este fato com a aula anterior, cujo assunto foi a discussão sobre as linhas de campo magnético.

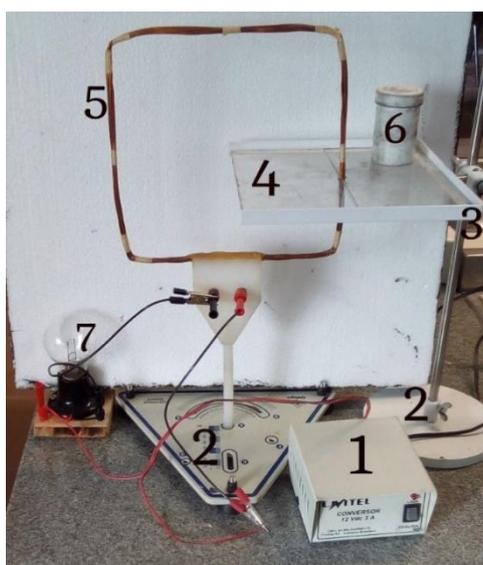
2º) Ao se aproximar os dois tubos de ensaio contendo os ímãs, o que ocorreu com a limalha de ferro?

Neste caso os alunos perceberam que a limalha mostrava a união das linhas de campo dos dois ímãs. Neste momento um dos alunos sugeriu que um dos ímã fosse invertido. A inversão do polo provocou uma redistribuição da limalha indicando a repulsão dos ímãs.

Aula 7

Nesta aula abordei a experiência de Hans Christian Oersted. Para isto utilizei o conjunto experimental mostrado na figura 11. Este conjunto experimental possibilita a visualização das linhas de campo magnético ao redor de um fio percorrido por uma corrente elétrica. O conjunto experimental é constituído por uma fonte de 12V (1), suportes para a bobina e para a base da placa de acrílico (2), base da placa de acrílico (3), uma placa de acrílico cortada ao meio (4), uma bobina de 10 espiras na forma retangular (5), limalha de ferro dentro do pote (6), uma lâmpada de 12V (7).

Figura 11: Foto conjunto experimental usado para mostrar a experiência Oersted. Uma fonte de 12V (1), suportes para a bobina e para a base da placa de acrílico (2), base da placa de acrílico (3), uma placa de acrílico cortada ao meio (4), uma bobina de 10 espiras na forma retangular (5), limalha de ferro dentro do pote (6), uma lâmpada de 12V (7).



Fonte: Arquivo pessoal.

Para a montagem é necessário que o segmento da bobina passe por um orifício que se situa entre as duas metades da placa de acrílico, o que possibilita juntar as placas de acrílico. A

bobina deve estar ligada em série com a lâmpada para evitar o curto da fonte. Libera-se a limalha de ferro sobre a placa de acrílico com a fonte desligada. Após ligar a fonte deve-se dar um leve toque nas placas para que a limalha possa se orientar com o campo magnético gerado ao redor do condutor.

Com o experimento os alunos puderam perceber que a limalha de ferro se orientou em círculos concêntricos ao redor do segmento da espira que se comportava como um segmento de condutor, como está mostrado na figura 12.

Figura 12: Foto da limalha de ferro orientada ao redor do condutor.



Fonte: Arquivo pessoal

Para este experimento só havia um conjunto experimental, a turma foi dividida. Enquanto um grupo observava o experimento, o outro a estudava o material apresentado no livro didático, com mostra a figura 13.

A partir da demonstração do experimento fiz o seguintes questionamentos:

1º) O que aconteceu quando a limalha de ferro foi colocada sobre o acrílico enquanto a fonte estava desligada?

2º) O que aconteceu com a limalha de ferro quando a fonte foi ligada?

Nestes questionamentos os alunos do primeiro grupo que presenciou o fenômeno não conseguiram relacionar de imediato que a passagem da corrente é que gera o campo magnético, enquanto que o segundo grupo que havia lido o livro didático respondeu com clareza a pergunta.

Após a abordagem de conteúdos feita até aqui, e das atividades experimentais, onde os alunos puderam, através dos experimentos, presenciar os fenômenos físicos envolvidos, em

alguns casos interagindo com os mesmos, passei para a aplicação do ensaio que construí e que chamei de condutor em movimento.

Figura 13: Alunos observando o alinhamento da limalha de ferro ao redor do condutor. Ao fundo outro grupo estuda o livro didático.



Fonte: Arquivo pessoal.

4.3 – Condutor em Movimento

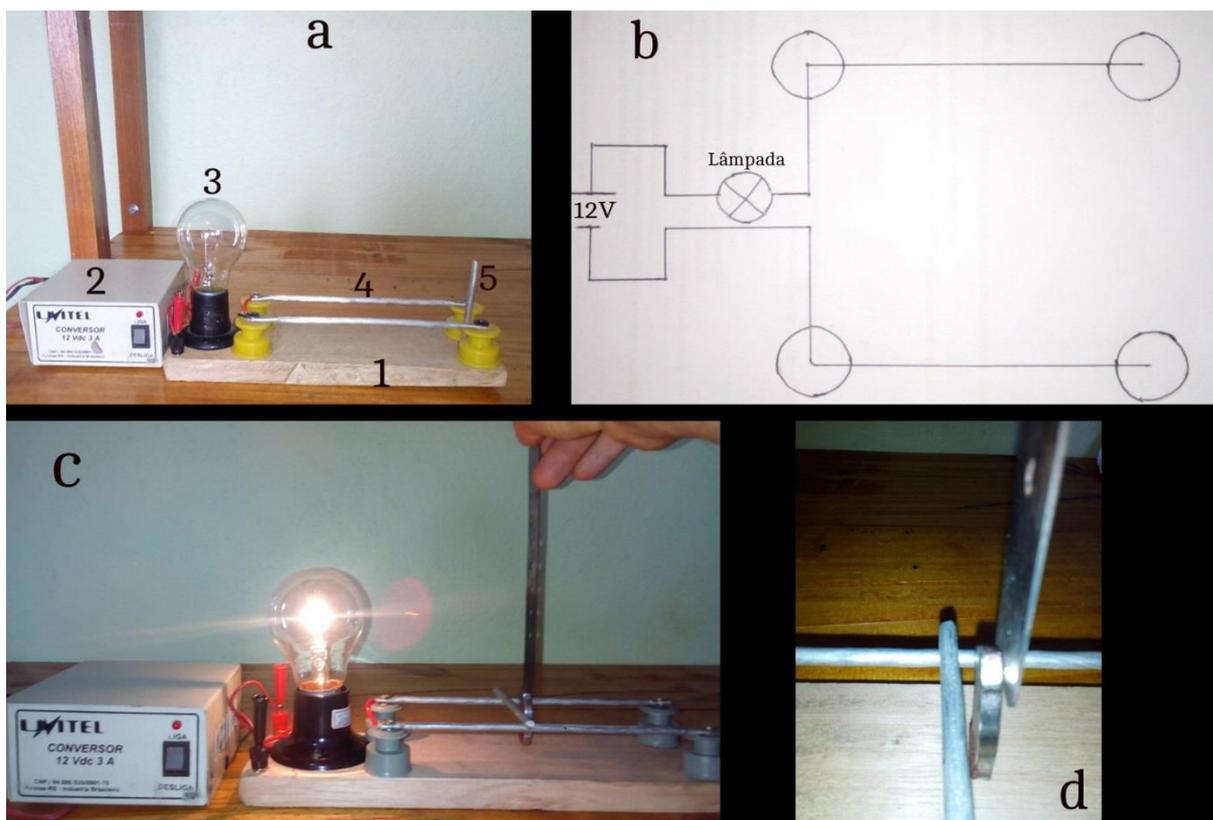
4.3.1 – Apresentação

A proposta de experimento surgiu com a preocupação em mostrar a força magnética de uma maneira simples que os alunos percebessem onde ela atua no seu dia-a-dia. Após várias pesquisas sobre experimentos que mostrassem o surgimento desta força, optei então por construir um experimento que reunisse um pequeno circuito que os alunos pudessem visualizar o funcionamento e que conseguissem operacionalizar. Os materiais e os procedimentos de montagem do experimento estão detalhados no apêndice A1.

A figura 14 mostra fotos do conjunto experimental. O painel 14 (a) mostra o experimento montado. O circuito é montado em uma base de madeira (1), composto por uma fonte de 12V com corrente contínua de 3A (2), uma lâmpada de 12V (3), que está ligada em série com os trilhos de alumínio (4) e o trecho de condutor (5), que não está sobre os trilhos o que deixa o circuito aberto. Em 14 (b) é mostrado o diagrama esquemático do circuito em (a). O painel 14 (c) mostra o circuito fechado com o trecho de condutor entre os trilhos de alumínio,

por isto a lâmpada está acesa. O painel 14 (d) mostra, de forma ampliada, o ímã de HD⁴ que gera o campo necessário para o surgimento da força magnética, colocado próximo ao trecho de condutor.

Figura 14: Conjunto de fotos (a) do circuito aberto, (b) do diagrama esquemático do circuito aberto, (c) do circuito fechado e (d) do ímã colocado próximo ao trecho de condutor



Fonte: Arquivo pessoal.

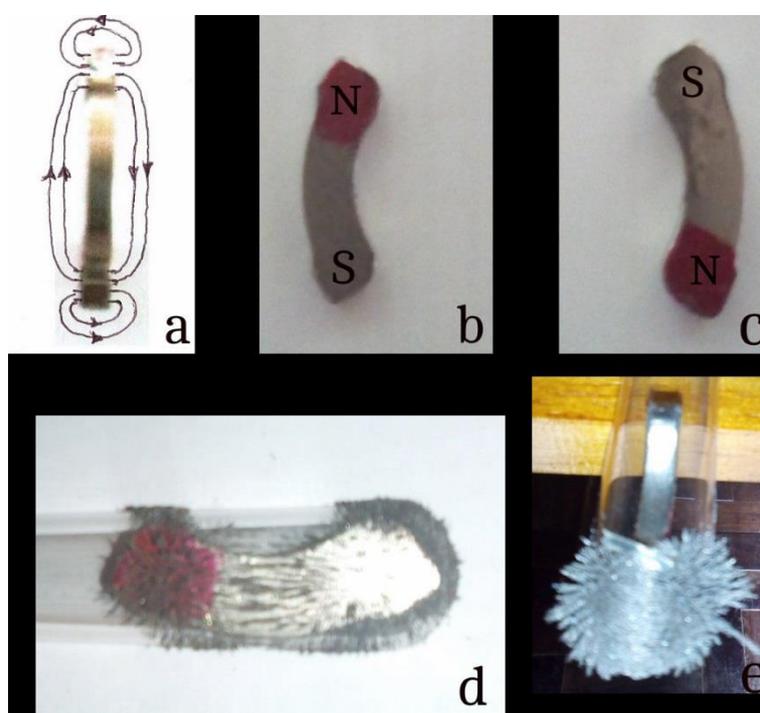
A partir da figura 14 (c) é possível entender o que se pretende, que é produzir o movimento do trecho do condutor. Isto ocorre quando o ímã de HD é posicionado próximo ao trecho de condutor como mostrado em (d). Como já foi abordado, a interação entre a corrente elétrica que percorre o trecho do condutor e o campo gerado pelo ímã de HD faz com que surja a força magnética dada pela equação 1.

O campo magnético gerado pelo ímã de HD tem seu comportamento mostrado na figura 15. Este ímã de HD tem um comportamento bem característico, já que ele possui em cada extremidade um polo sul e um polo norte. O painel 15 (a) mostra esquema do comportamento

⁴ HD: A expressão “*Hard Disk*” significa “Disco Rígido”. O disco rígido é a memória permanente do computador e armazena todas as informações que são salvas pelo usuário, além de aplicações próprias do sistema operativo. Fonte: <https://www.significados.com.br>

das linhas de campo ao redor do imã. Os painéis 15 (b) e (c) mostram as duas faces do imã; nota-se que o polo norte (em vermelho) está em cantos opostos de faces opostas. Os painéis 15 (d) e (e) mostram fotos do imã dentro de um tubo de ensaio e, por fora, limalha de ferro alinhada de acordo com as linhas do campo magnético.

Figura 15: Comportamento magnético do imã de HD. (a) Representação esquemática das linhas de campo magnético (vista de perfil), (b) uma das faces do imã, (c) a face oposta do imã, (d) alinhamento da limalha de ferro na face do imã, (e) alinhamento da limalha de ferro no canto do imã.



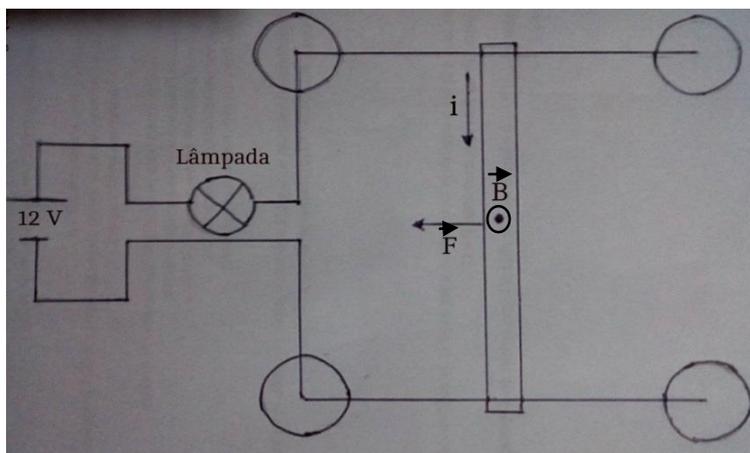
Fonte: Arquivo pessoal

Dessa forma, se o imã for posicionado próximo ao trecho de condutor com o polo norte para baixo (no meu caso o lado vermelho), o trecho de condutor móvel ficara submetido a um \vec{B} , como o mostrado na figura 16. De acordo com a equação 1 e com a regra da mão direita, a configuração de i e \vec{B} dará origem a força magnética \vec{F} que terá a direção e sentido também mostrados na figura 16. Como o trecho de condutor está solto sobre os trilhos o mesmo se movimentará. O movimento será de aproximação à lâmpada.

Se invertermos o posicionamento do imã, isto é, colocarmos o polo norte para cima, a força terá o sentido contrário. O sentido da força também irá sofrer alteração se mantivermos o

polo norte do imã para baixo, porém invertermos a ligação da fonte, isto porque a corrente terá o sentido contrário ao mostrado na figura 16.

Figura 16: Diagrama esquemático que mostra a direção e sentido da força magnética que surge quando o polo norte do imã está para baixo.



Fonte: Arquivo pessoal.

4.3.2- Aplicação

O experimento foi aplicado dividindo-se a turma em cinco grupos de seis alunos em cada grupo, a figura 17 mostra fotos dos grupos formados.

Figura 17: Fotos dos grupos para a aplicação do experimento do condutor em movimento.



Fonte: Arquivo pessoal

Após a divisão dos grupos foi entregue aos mesmos o roteiro para realização da atividade experimental.

Roteiro

- I. Conecte a base com a fonte: Ligue o fio vermelho da fonte no plugue vermelho da base. Fio preto da fonte no plugue preto da base. Conecte a fonte de tensão de 12V à rede elétrica de 110V ou 220V. Ligue a fonte; Anote o que ocorre;
- II. Coloque o trecho de condutor sobre os trilhos da base. Anote o que ocorre;
- III. Aproxime o ímã de HD com o lado vermelho para baixo (com polo norte para baixo), do trecho de condutor. Anote o que ocorre;
- IV. Inverta os polos do ímã, e repita o passo III. Anote o que ocorre;
- V. Desligue a fonte. Inverta os fios ligação: O fio vermelho da fonte no plugue preto da base e o fio preto da fonte no plugue vermelho da base. Ligue a fonte e refaça os passos III e IV;
- VI. Desligue a fonte e refaça os passos III e IV;

A entrega do roteiro deu início à atividade. Logo surgiram os primeiros questionamentos que foram sendo anotados pelos membros dos grupos. Além das anotações, um dos membros de cada grupo ficou responsável por realizar a filmagem de todo o experimento em um *Smartphone*. Estes vídeos foram utilizados por mim para a avaliação das atividades, bem como um recurso para desenvolver parte da análise nesta dissertação de mestrado.

Durante a aplicação surgiram alguns problemas, principalmente no funcionamento das ligações. Isto fez com que eu fosse seguidamente chamado pelos grupos, levando a uma interação entre eu e os estudantes. Isto era parte do planejamento, tendo em vista que a minha intenção era de promover esta interação, por parte tanto dos alunos uns com os outros como com o professor. A figura 18 mostra estas intervenções sendo feitas nos grupos.

Em um dos grupos houve a danificação de um dos soquetes de lâmpadas que se desprende. Isto fez com que o grupo tivesse que esperar até que um outro grupo terminasse para que ele pudesse realizar a atividade. O que principalmente afetou os procedimentos foram os problemas de contato entre o trecho do condutor e os trilhos.

Com o conjunto funcionando os alunos perceberam alguns fenômenos que geraram alguns questionamentos, e como foi solicitado, estes foram sendo anotados, para depois fazerem parte do debate com o grande grupo, isto é a turma.

Figura 18: Fotos das intervenções que foram feitas nos grupos.



Fonte: Arquivo pessoal.

Após a aplicação do roteiro e da formulação das perguntas que cada grupo elaborou, entreguei um questionário para que eles respondessem. O questionário proposto está descrito a seguir.

Questionário

- A. O que ocorreu quando apenas se ligou a fonte, passo I?
- B. Qual o fenômeno que ocorreu quando foi colocado o trecho de fio condutor sobre os trilhos da base, passo II? Realize um esboço.
- C. Qual foi o comportamento do trecho de fio condutor quando colocou-se o ímã com o lado vermelho para baixo próximo dele?
- D. Qual foi o comportamento do pedaço de fio condutor quando colocou-se o ímã com o lado vermelho para cima próximo dele?
- E. O que ocorre quando aproximamos o ímã com a fonte desligada?
- F. De quais fatores depende o fenômeno observado?

G. Qual a explicação para o fenômeno observado?

Quando os alunos acabaram de responder ao questionário foi aberto o espaço para a discussão no grande grupo, isto foi feito para que os grupos pudessem ler as questões que haviam formulado, e as anotações que cada grupo tinha feito durante a realização do roteiro. As questões foram sendo debatidas a fim de que cada aluno desse a sua contribuição, com o objetivo de se obter um consenso sobre a resposta. Durante esta atividade exerci apenas o papel de mediador anotando as respostas que eles formulavam.

4.3.3- Relato das atividades

A partir de agora passo a relatar o que foi produzido pelos alunos durante a aplicação do conjunto experimental do condutor em movimento. Inicialmente irei abordar as anotações feitas e questões levantadas pelos alunos durante a realização do roteiro, questões estas que não faziam parte do planejamento e que foram surgindo na medida que as atividades eram realizadas. Acredito que anotações e questões por eles formuladas mostram suas percepções sobre o funcionamento do experimento proposto. Além disso, a oportunidade de eles expressarem suas dúvidas a respeito do fenômeno observado, no meu entendimento, é parte fundamental da SEI.

A seguir faço o relato das respostas que os grupos deram para as questões do questionário. Acredito que o questionário é um recurso organizacional que fornece informações relevantes sobre o que os alunos compreenderam a respeito do experimento. Esta atividade foi proposta em grupos de modo a propiciar discussões entre os alunos para responder o questionário, criando assim um ambiente propício para a AC. Assim eles interagem entre si havendo uma contribuição coletiva para a resposta. Na sequência faço um relato do que percebi nos vídeos produzidos pelos alunos. A observação dos vídeos serve para obter informações sobre como ocorreu a interação entre os membros do grupo e as principais dificuldades que estes tiveram para a realização do experimento. Por fim trago as respostas para os questionamentos que cada grupo elaborou durante a realização do roteiro. Estas respostas foram elaboradas durante a discussão no grande grupo, isto é na turma, e foram construídas com a contribuição de todos.

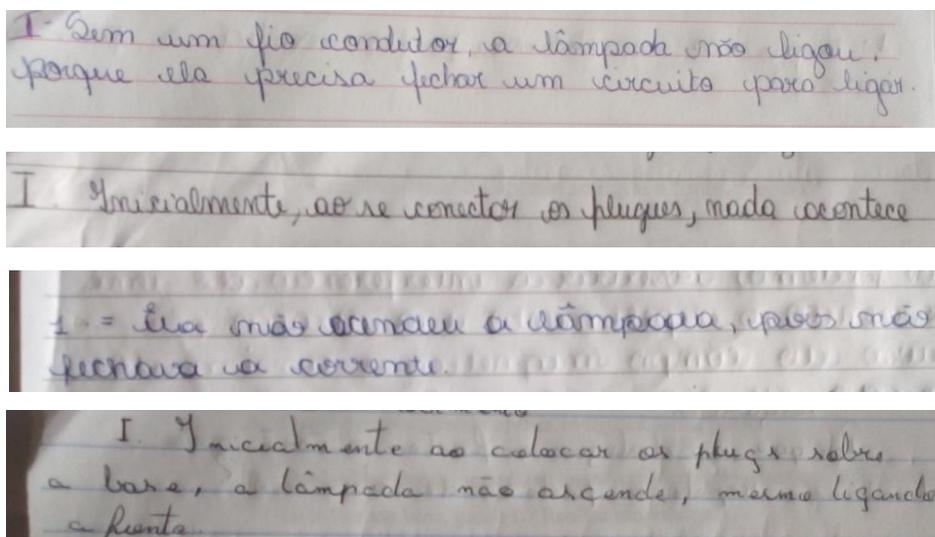
1º- Anotações e questões feitas durante a realização do roteiro.

Durante a realização do roteiro os alunos anotaram o que observavam, além de anotar as questões que eles levantavam. Desta forma organizei as anotações dos itens propostos pelo roteiro e as questões que os grupos formularam de acordo com cada um dos itens, como foi colocado por eles.

- I - Conecte a base com a fonte: Ligue o fio vermelho da fonte no plugue vermelho da base. Fio preto da fonte no plugue preto da base. Conecte a fonte de tensão de 12V à rede elétrica de 110V ou 220V. Ligue a fonte; Anote o que ocorre.

Neste item os grupos perceberam que enquanto o trecho de condutor não era colocado sobre os trilhos não havia passagem de corrente elétrica. A figura 19 mostra as anotações que quatro grupos fizeram para o item I do roteiro, o quinto repetiu a 2ª anotação. Nela evidenciam-se as compreensões dos estudantes sobre o papel da corrente elétrica no funcionamento do circuito. De acordo com as anotações verifica-se que um grupo de estudantes significa que a lâmpada não acendeu, pois não havia fechado a corrente.

Figura 19: Anotações dos alunos para o procedimento I do roteiro.



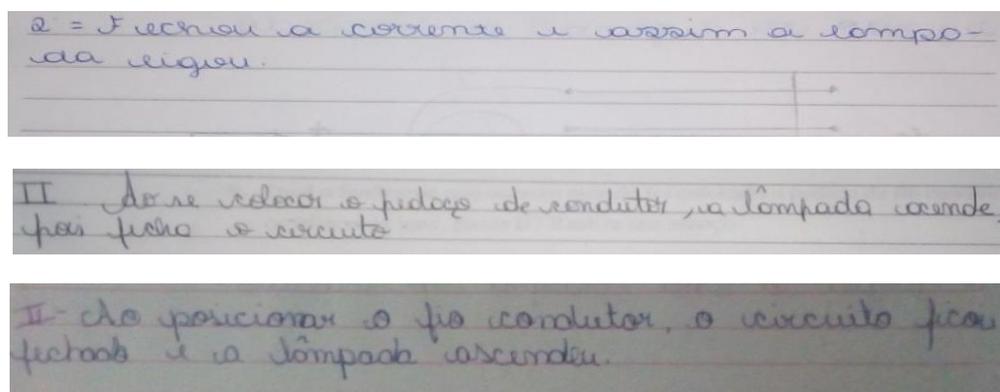
Fonte: Arquivo pessoal.

- II- Coloque o trecho de condutor sobre os trilhos da base. Anote o que ocorre.

Ao realizar este procedimento os grupos perceberam que ao colocar o pedaço de condutor (trecho de fio condutor) sobre os trilhos o circuito ficou fechado, e assim a corrente pode passar pelo mesmo ligando a lâmpada. A figura 20 mostra as anotações que foram feitas por três dos grupos e os outros dois grupos repetiram a segunda anotação. Ao ver as anotações

pude perceber que os alunos fizeram a relação de circuito fechado. O conceito de circuito aberto e fechado foi discutido durante a produção dos circuitos, tanto na aula com os simuladores como na construção dos circuitos baseados nas residências. O que também chamou a atenção foi a linguagem equivocada feita por um dos grupos como, “fechou a corrente”. Isto fez com que eu tivesse que retornar a abordar novamente com a turma sobre a linguagem científica, o que foi feito na aula posterior na qual expliquei para a turma que a forma correta que seria fechar o circuito.

Figura 20: Anotações dos grupos sobre o item II do roteiro.

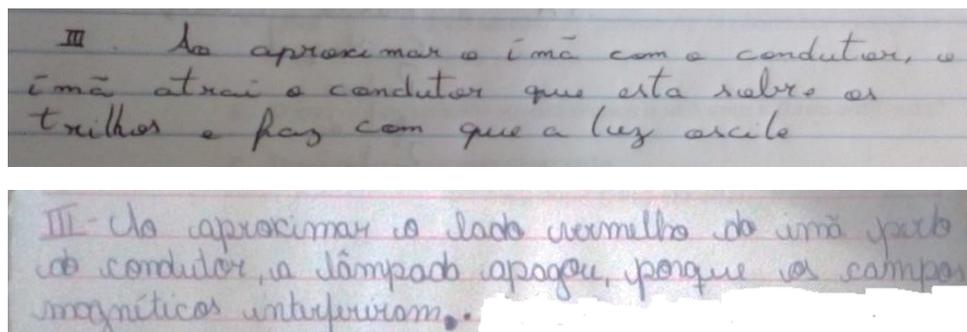


Fonte: Arquivo pessoal.

- III- Aproxime o ímã de HD do trecho de condutor. Posicione o ímã com lado vermelho para baixo (com polo **norte** para baixo). Anote o que ocorre.

Quando aproximaram o ímã eles perceberam que o trecho de condutor entrava em movimento. Neste caso um dos grupos colocou que havia uma interação entre o campo magnético gerado pelo ímã com o campo singular gerado pelo condutor. Os outros perceberam que a aproximação do ímã colocava o trecho de condutor em movimento como é mostrado na figura 21.

Figura 21: Anotação feita por dois dos grupos a respeito do item III do roteiro.



Fonte: Arquivo pessoal.

Entretanto surgiram questões que foram levantadas pelos grupos e que foram debatidas com o grande grupo após o questionário ter sido respondido. As primeiras questões foram:

Grupos A e C

a) Por que quando o ímã é aproximado a lâmpada tem uma oscilação de luminosidade?

Grupo A

b) O que faz com que o condutor entre em movimento?

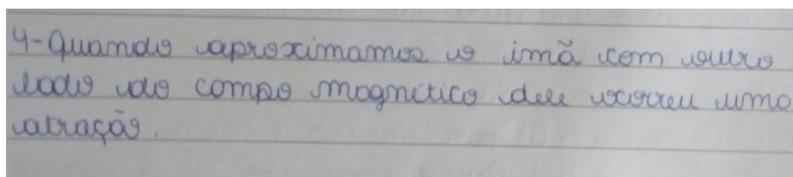
Grupos B e C

c) Por que o ímã ao ser aproximado provoca o movimento do trecho de condutor?

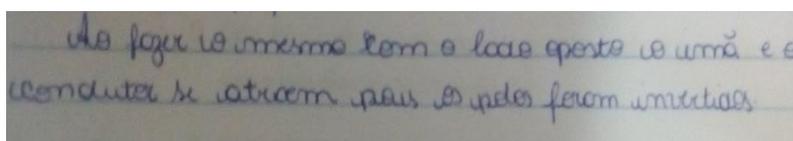
IV- Inverta os polos do ímã, e repita o passo III. Anote o que ocorre.

Ao inverter os polos do ímã os alunos de dois grupos perceberam que o movimento do trecho de condutor se invertia e associaram isso à inversão dos polos, como mostra a figura 22 onde estão as anotações feitas por quatro grupos que se repetiram com o outro.

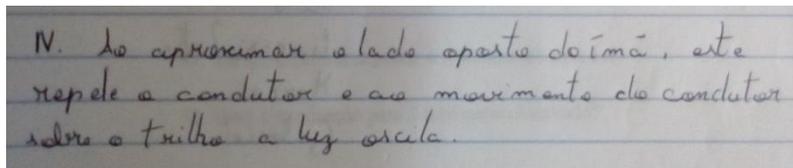
Figura 22: Anotação feita por quarto grupos para o item IV.



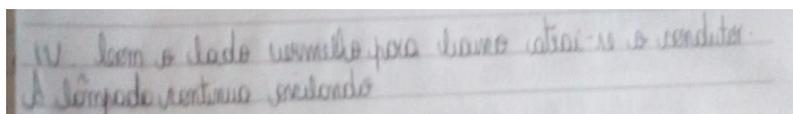
4- Quando aproximamos o ímã com os polos do lado do campo magnético dele ocorre uma vibração.



Ao fazer o mesmo com o lado oposto do ímã e o condutor se atraiem pois os polos foram invertidos.



IV. Ao aproximar o lado oposto do ímã, este repele o condutor e os movimentos do condutor sobre o trilho a luz oscila.



IV. Com o lado contrário para dentro atrai-se o condutor. A lâmpada continua oscilando.

Fonte: Arquivo pessoal.

- V- Desligue a fonte. Inverta os fios de ligação: O fio vermelho da fonte no plugue preto da base e o fio preto da fonte no plugue vermelho da base. Ligue a fonte e refaça os passos III e IV.

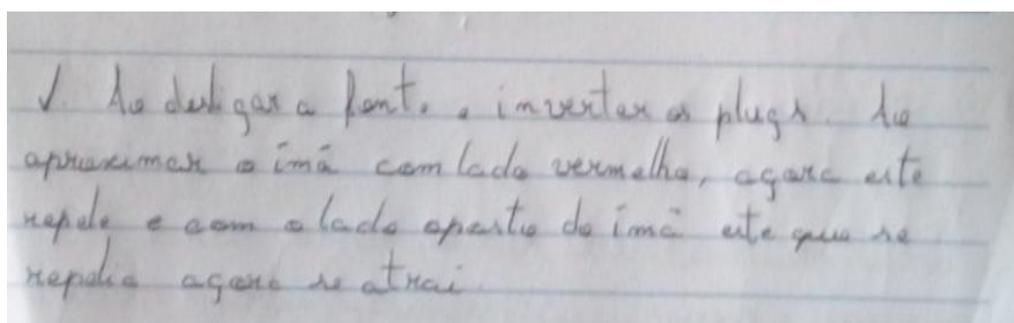
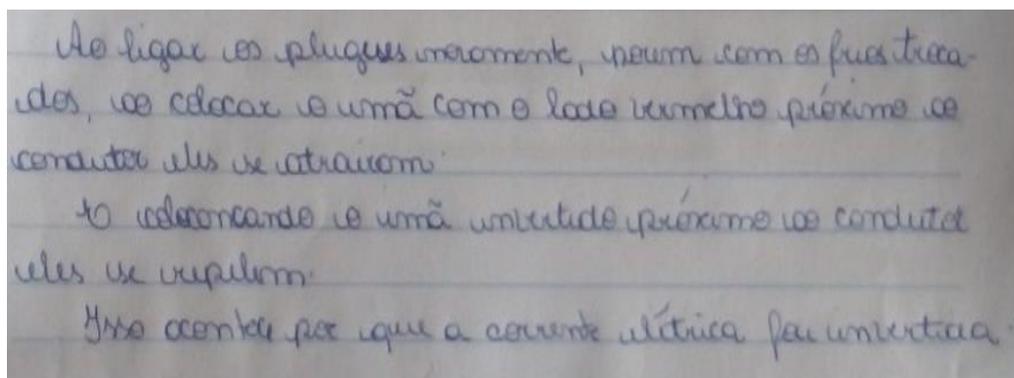
Quando inverteram os plugues e ligaram novamente o circuito alguns grupos perceberam que o movimento do trecho de condutor se invertia. Em suas anotações, como mostra a figura 23, associaram este fato a inversão do sentido da corrente elétrica.

Segue a pergunta que dois dos grupos fizeram:

Grupos C e D

- d) Porque ao inverter a ligação dos fios o movimento do condutor se inverte também?

Figura 23: Anotações dos grupos para o item V.

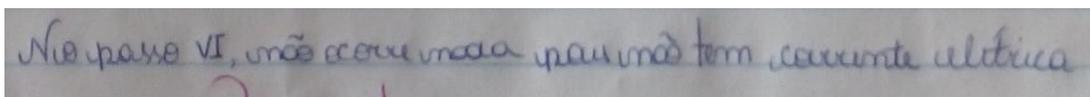


Fonte: Arquivo pessoal.

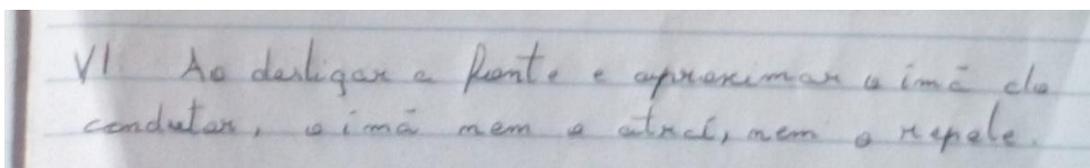
- VI- Desligue a fonte e refaça os passos III e IV.

Ao desligar a fonte, os alunos notaram que não ocorria o fenômeno de movimentação do condutor, nem com aproximação ou afastamento do ímã. Isto foi atribuído por alguns grupos a não existir a passagem da corrente elétrica pelo circuito. A figura 24 mostra as anotações que foram feitas por três dos grupos.

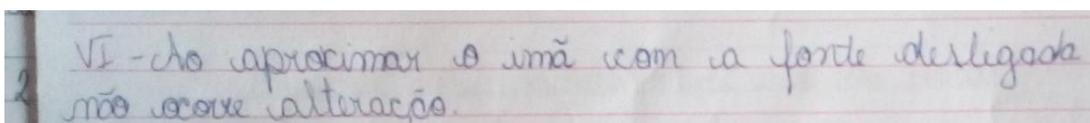
Figura 24: Anotações sobre o item VI do roteiro.



Não passo VI, não ocorre nada pois não tem corrente elétrica



VI. Ao desligar a fonte e aproximar o ímã do condutor, o ímã nem atrai, nem repele.



VI - ao aproximar o ímã com a fonte desligada não ocorre alteração.

Fonte: Arquivo pessoal.

Aqui surgiram três novos questionamentos que foram feitos pelos grupos C, D e E.

Grupo C

e) Por que ao desligar a fonte o ímã não atrai e nem repele o pedaço de condutor?

Grupo D

f) Este fenômeno pode ser ampliado e ter uma utilidade prática no dia-a-dia ou na indústria?

Grupo E

g) Se aumentarmos o valor da corrente elétrica ou do campo magnético o fenômeno será mais intenso?

2º- Respostas que os grupos deram para as questões do questionário.

Ao responder o questionário os alunos, em sua maioria, tiveram as mesmas respostas com exceção de um dos grupos que discordou na questão C. Devido aos problemas que aconteceram com a fonte e com o conjunto experimental, o grupo não percebeu o que estava ocorrendo com o trecho de fio condutor. Isto foi antes da discussão sobre o experimento, pois após o debate eu realizei novamente o experimento e eles puderam observar o que estava acontecendo. As respostas sintetizadas são as seguintes:

1. O que ocorreu quando apenas se ligou a fonte, passo I?

Resposta: A maioria concluiu que o circuito estava aberto porque o trecho de condutor não estava apoiado sobre os trilhos, de modo a permitir a passagem da corrente elétrica.

2. Qual o fenômeno que ocorreu quando foi colocado o trecho de fio condutor sobre os trilhos da base, passo II? Realize um esboço.

Resposta: Com o trecho de condutor o circuito foi fechado, o que possibilitou que a corrente pudesse percorrer o circuito.

3. Qual foi o comportamento do trecho de fio condutor quando colocou-se o ímã com o lado vermelho para baixo próximo dele?

Resposta: “O condutor foi repelido pelo ímã, isto é, se afastou do ímã, o que provocou uma oscilação na luminosidade da lâmpada”.

4. Qual foi o comportamento do trecho de fio condutor quando colocou-se o ímã com o lado vermelho para cima próximo dele?

Resposta: “Houve uma inversão no movimento do trecho de condutor”.

5. O que ocorre quando aproximamos o ímã com a fonte desligada?

Resposta: “Não há nenhum tipo de movimento por parte do condutor”.

6. Descreva o fenômeno.

Resposta: “Ao passar corrente elétrica pelo trecho de fio condutor, esta faz com que ao redor surja um campo magnético que irá interagir com o campo do ímã”.

7. De quais fatores depende o fenômeno observado?

Resposta: “Da intensidade da corrente e da intensidade do campo magnético do ímã”.

8. Qual a explicação para o fenômeno observado?

Resposta: “A interação entre a corrente elétrica que percorre o trecho de fio condutor, que gera um campo magnético ao seu redor, e o campo magnético do ímã, gera o movimento do trecho de fio condutor”.

Neste caso o grupo E utilizou a palavra força.

3º- Análise dos vídeos.

Durante a análise dos vídeos produzidos pelos alunos pude perceber que:

- Houve inicialmente muitas argumentações entre os membros dos grupos a fim de explicar e entender o que estava ocorrendo. Percebi que antes da colocação do trecho de fio condutor sobre os trilhos havia um grupo que achava que bastava ligar a fonte para que a lâmpada acendesse. No entanto um dos membros do grupo, ao analisar ligação, percebeu que o circuito estava aberto.
- Na hora de aproximar o imã um grupo teve dificuldades, pois não tinha paciência de aproximar devagar o imã, e isto impedia que eles percebessem que o condutor iniciava o movimento antes deles encostarem o imã no trecho de fio condutor.
- Percebi que as discussões para tentar explicar o fenômeno de afastamento ou de aproximação da trecho de fio condutor ao imã foram bem proveitosas. Ali pude ver que eles faziam a ligação dos conteúdos que haviam visto antes, como a aula sobre circuitos, na aula experimental sobre a experiência de Oersted e com a aula sobre campo magnético.
- Pude ver também que eles discutiram muito antes de formular as suas respostas para o questionário e as anotações feitas durante a realização do roteiro, isto mostrou o engajamento dos membros dos grupos na realização das atividades.

4º- Respostas para as questões que foram elaboradas pelos alunos.

Após os grupos terem respondido ao questionário foi aberto o espaço para que eles pudessem expor os seus questionamentos ao grande grupo. Estes questionamentos foram debatidos dentro da turma e cada grupo deu a sua contribuição para as respostas.

- a) Por que quando o imã é aproximado a lâmpada tem uma oscilação de luminosidade?

Resposta: Os alunos concluíram que a oscilação de luminosidade, se dá devido ao condutor entrar em movimento e com isso perder o contato com os trilhos, fazendo assim com que o circuito fique hora aberto hora fechado.

b) O que faz com que o condutor entre em movimento?

Resposta: A conclusão dos alunos foi que surge uma força, que é a responsável por colocar o trecho de condutor em movimento.

c) Por que o ímã ao ser aproximado provoca o movimento do trecho de condutor?

Resposta: Como na questão anterior o movimento foi atribuído ao surgimento de uma força, os alunos colocaram que esta deveria depender do campo magnético do ímã, e da corrente elétrica.

d) Por que ao inverter a ligação dos fios o movimento do condutor se inverte também?

Resposta: Neste caso foi atribuído a mudança de direção no caminho percorrido pela corrente elétrica.

e) Por que ao desligar a fonte o ímã não atrai e nem repele o pedaço de condutor?

Resposta: A justificativa foi de que não haveria corrente elétrica passando pelo condutor, e com isso não haveria um campo magnético gerado ao redor do condutor. Então foram relacionando os campos magnéticos do ímã com o campo gerado ao redor do condutor, que é promovido pela passagem da corrente elétrica por ele.

f) Este fenômeno pode ser ampliado e ter uma utilidade prática no dia-a-dia ou na indústria?

Resposta: Um dos alunos, que tem o convívio com o conserto de motores elétricos, fez a correlação com o funcionamento dos mesmos dizendo que este era o princípio para o funcionamento destes motores.

g) Se aumentarmos o valor da corrente elétrica ou do campo magnético o fenômeno será mais intenso?

Resposta: Foi unânime que se tivessem uma corrente maior do que 3A ou um ímã mais potente, isto é, com um campo magnético mais intenso, o fenômeno seria melhor observado.

A partir das respostas pude perceber que ao realizar o experimento os alunos fizeram relações com os conteúdos que haviam sido abordados nas aulas anteriores. Por exemplo, quando colocaram o trecho de fio condutor sobre os trilhos, relacionaram com o conteúdo abordado nas aulas sobre circuitos. Alguns alunos relacionaram o fechamento do circuito com os interruptores dos circuitos, isto me levou a concluir que eles já tinham experiência com o tema de circuitos, pois souberam relacionar os conteúdos. Outros compreenderam que sem a corrente elétrica o fenômeno não ocorre, neste caso eles relacionaram com o surgimento de um campo magnético ao redor de um condutor percorrido por uma corrente elétrica, novamente fizeram a ligação com as aulas anteriores, como a com a experiência de Oersted. Um dos grupos levantou a hipótese de se utilizar outros tipos de condutores para procurar eliminar o problema do contato entre os trilhos e o trecho de condutor, isto mostra o poder argumentativo e a interação individuo-objeto, buscando resolver um dos problemas encontrados.

Outro estudante argumentou sobre a pergunta feita pelo grupo D: Onde este fenômeno é usado na indústria. Ele disse que isto se repete no movimento dos motores elétricos, isto por que ele trabalha com estes tipos de motores, sendo assim, contribuiu com o conhecimento que ele traz do seu cotidiano, mostrando assim como é importante levarmos em conta o conhecimento prévio que os nossos alunos trazem consigo. Ao argumentar ele contribuiu para o aprendizado dos colegas, mais uma vez comprovando a teoria sociocultural de desenvolvimento da aprendizagem.

Mas o que me alegrou, foi que alguns dos alunos se deram conta que a interação entre o campo magnético originado pelo ímã e a corrente elétrica que percorre o trecho de condutor ocasiona o surgimento, nas palavras deles, de uma força que é a responsável pelo movimento. Neste momento abordei com eles como poderíamos determinar o sentido da força magnética, utilizando o sentido convencional da corrente elétrica e o sentido do campo magnético produzido pelo ímã; pude explicar a regra da mão direita. Após feita a determinação da direção e sentido da força magnética, passei a debater como poderíamos encontrar o valor desta força, então mostrei a eles a equação 2 que determina o módulo da força magnética sobre condutores.

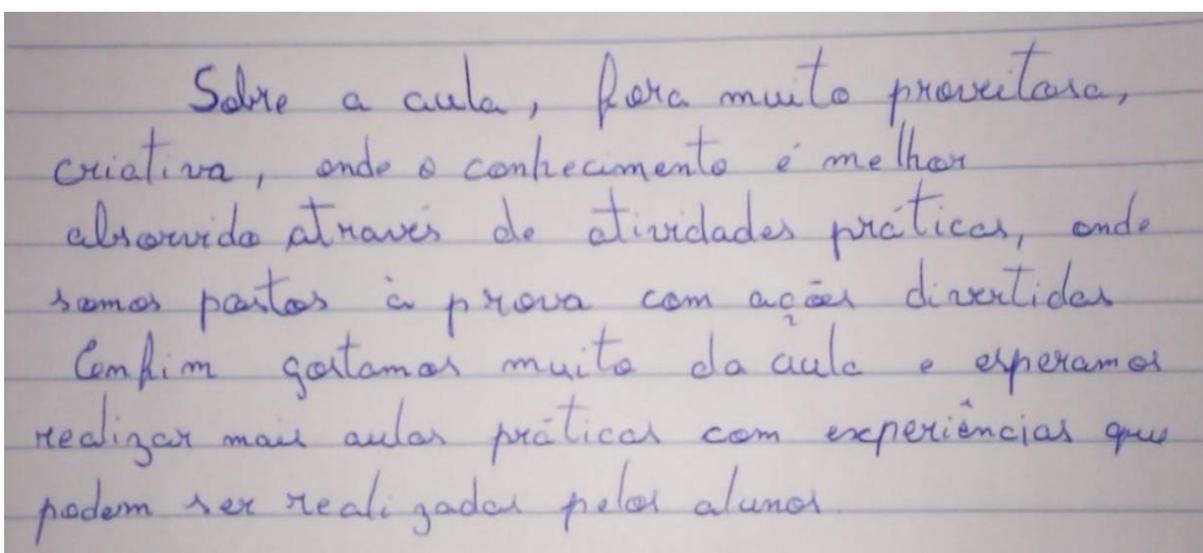
Ao longo dos anos como professor, foi a primeira vez que uma turma conseguiu rapidamente compreender como surge esta força, isto comprova de certa forma que a atividade experimental com o condutor em movimento proporcionou uma melhor compreensão do conteúdo estudado. Sem falar na parte de interação que ocorreu entre os alunos e comigo, pois

durante a aplicação do experimento pude interagir com eles e compartilhar das dúvidas que eles possuíam, isto ao meu ver contribuiu para que houvesse ali uma AC.

No final da aula pedi que eles escrevessem sobre o que acharam de trabalhar desta forma, na qual eles tiveram que seguir um roteiro e montar o experimento, além de ter que argumentar sobre o assunto.

A maioria respondeu que gostaria de mais atividades deste tipo. Nas palavras de um dos grupos, (figura 25) eles acharam que a aula foi muito proveitosa.

Figura 25: Opinião de um dos grupos sobre o trabalhar com o experimento do condutor em movimento.



Fonte: Arquivo pessoal.

Assim sendo, acredito que este experimento cumpriu com a sua função que era de que os alunos ao final da sua aplicação percebessem como surge a força magnética e como ela está relacionada com o nosso cotidiano. Foi fundamental a interação ocorrida entre os alunos, pois cada um contribuiu com a construção da compreensão do fenômeno observado. Após esta aplicação parti para o segundo experimento.

5- EXPERIMENTO DO FREIO MAGNÉTICO

Assim como no caso do experimento do condutor em movimento procurei um experimento relacionado com o conteúdo sobre a lei de Faraday-Lenz. Para isto escolhi o experimento do freio magnético, que consiste em um ímã que desce por dentro de um tubo de metal não ferromagnético. O objetivo é que os alunos, ao realizarem o experimento, percebam que o movimento de queda do ímã é freado devido à variação do fluxo magnético originado a partir da corrente induzida no tubo metálico.

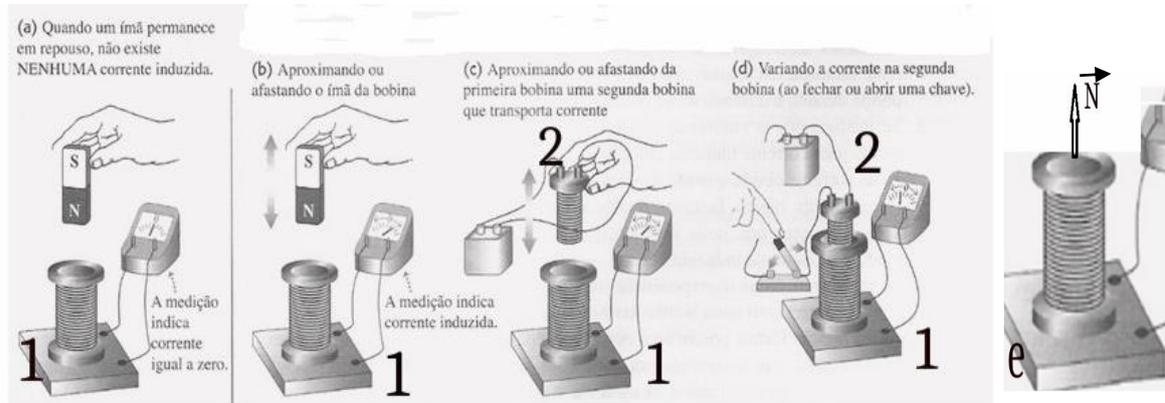
5.1- Embasamento Teórico

Após a observação de que a corrente elétrica dá origem a um campo magnético ao redor de um condutor (experiência de Oersted), viu-se a necessidade de se comprovar o processo inverso, ou seja, que um campo magnético pode dar origem a uma corrente elétrica. Na década de 1830 dois pesquisadores, Michel Faraday na Inglaterra e Joseph Henry nos Estados Unidos, procuraram explicar como induzir uma corrente em um condutor. Ambos realizaram vários experimentos. Três estão representados na figura 26. Em 26(a) podemos perceber que ao se manter um ímã em repouso próximo a uma bobina 1, o amperímetro ligado a ela permanece inalterado. Em 26 (b) observamos que ao movimentar o ímã, aproximando e afastando, o amperímetro oscila. O mesmo acontece quando substituímos o ímã por um eletroímã⁵. Em 26 (c) movimentando o eletroímã que é constituído pela espira 2, aproximando e afastando, o amperímetro oscila. E por último em 26 (d) é possível colocar o eletroímã dentro da outra espira e ao ligar e desligar a corrente que passa pelo eletroímã ocorrerá uma oscilação no amperímetro.

Desta forma percebe-se que surge uma corrente induzida que depende necessariamente da variação do fluxo magnético que atravessa bobina. A variação do fluxo magnético acontece conforme o ímã ou o eletroímã se aproxima ou se afasta ou também pode ser feita ligando ou desligando a corrente elétrica que percorre o eletroímã.

⁵ Eletroímã dispositivo formado por um núcleo de ferro envolto por um solenoide (bobina). Quando uma corrente elétrica passa pelas espiras da bobina, cria-se um campo magnético, o qual faz com que os ímãs elementares do núcleo de ferro se orientem, ficando assim imantado e, conseqüentemente, com a propriedade de atrair outros materiais ferromagnéticos. Fonte: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/eletroima.htm>

Figura 26: Experimentos realizados para a geração de uma corrente induzida.



Fonte: Sears & Zemansky, Física III, São Paulo 2009 , p.281.

O fluxo magnético pode ser determinado através da equação 3.

$$\Phi_B = B \cdot S \cdot \cos \theta \quad (3)$$

Na equação 3 podemos identificar que o fluxo magnético Φ_B depende da intensidade do campo magnético \vec{B} gerado pelo ímã ou pela bobina 2, da superfície S delimitada pela bobina 1 e do ângulo θ . O ângulo θ é formado entre um vetor normal à superfície S delimitada pela bobina 1 (figura 26 (e)) e o campo magnético gerado pelo ímã ou pela bobina 2.

O experimento mostra que a variação do fluxo magnético no decorrer do tempo faz surgir na bobina 1 uma força eletromotriz (fem) induzida “ ε ”, dada pela equação 4, que é a responsável pelo surgimento da corrente induzida.

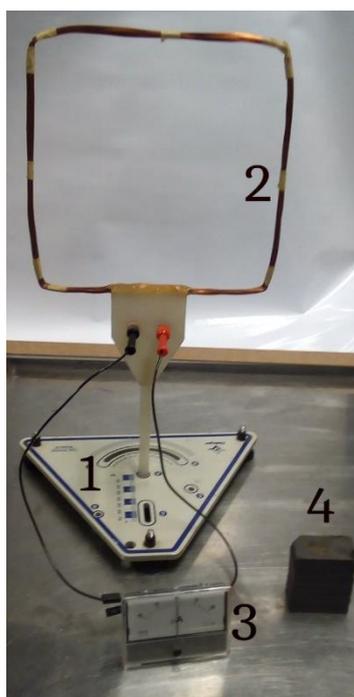
$$\varepsilon = - \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} \quad (4)$$

O sinal negativo na equação 4 se deve aos estudos de Heinrich Lenz que percebeu que a fem induzida, e conseqüentemente a corrente induzida, terão o sentido de tal modo a gerar um campo magnético que vai se opor à variação do fluxo magnético. Assim, sempre que tentamos aproximar o ímã da bobina esta tenta impedir a aproximação. Do mesmo modo, se tentarmos afastar o ímã da bobina ela tenta impedir este afastamento.

5.2- Aulas

Como já foi mencionado, para que os alunos compreendam o fenômeno mostrado no experimento, é fundamental que eles tenham noções iniciais que serve de ancoragem para o entendimento do experimento. No caso do ferio magnético fiz uso da mesma sequência de conteúdos que foi desenvolvida para o condutor em movimento com a adição de uma nova aula na qual abordei a produção da corrente elétrica induzida em uma bobina. Nela utilizei o conjunto experimental formado por uma base de sustentação da espira (1), uma bobina com fio de cobre com dez voltas (2), um miliamperímetro (3) e um ímã de ferrite (4), como mostra a figura 27.

Figura 27: Conjunto experimental para mostrar o surgimento da corrente induzida. 1 base, 2 bobina retangular, 3 miliamperímetro, 4 ímã de ferrite.



Fonte: Arquivo pessoal.

Com o conjunto pude mostrar que ao aproximar o ímã da bobina, o miliamperímetro oscilava para a direita marcando uma corrente, já quando o ímã era colocado dentro da espira e o movimento era de afastamento o miliamperímetro oscilava para a esquerda, isto é mostrando uma corrente de sentido oposto.

Durante a experimentação surgiram, por parte dos alunos, vários questionamentos como:

1º- Por que ocorre a oscilação do miliamperímetro?

2º- Por que quando o ímã para de se movimentar o miliamperímetro para de oscilar?

3º- Se o ímã for mais forte a oscilação provocada será maior?

4º- Se o ímã ficar girando o miliamperímetro permanecerá oscilando?

No final da aula discutiu-se sobre a produção da energia elétrica, onde foi abordado o conceito de geradores que são utilizados nas hidrelétricas, parques eólicos, nas termoeletricas, etc.

5.3- Freio Magnético

5.3.1- Apresentação

A proposta de utilizar este experimento é de que os alunos percebam que um ímã ao descer por dentro de um tubo metálico de alumínio tem seu movimento freado, o que não se repete quando ele tem sua queda dentro de um tubo de material não condutor, como por exemplo, o de PVC⁶.

Na figura 28 são mostradas fotos do conjunto experimental. Em 28 (a) está a base de madeira (1), um tubo de 20 mm de diâmetro interno de PVC pintado na cor vermelha (2), um tubo de 20 mm de diâmetro interno de alumínio na pintado na cor grafite (3) (ambos os tubos com 80 cm de comprimento). Em 28 (b) estão um ímã de HD (4) e uma peça de chumbo na cor azul, com a mesma massa e o mesmo formato do ímã (5).

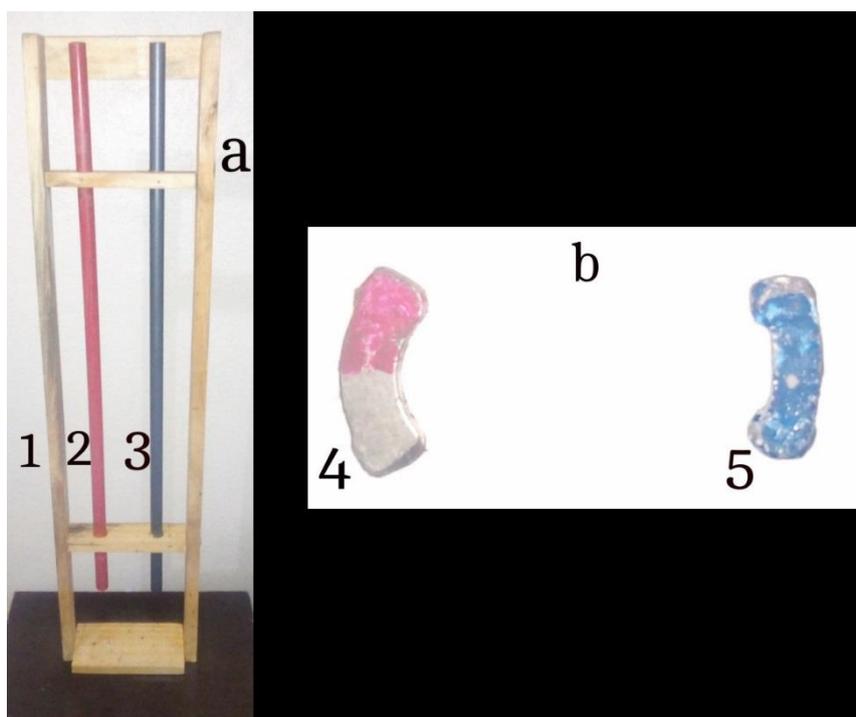
A pintura dos tubos foi feita para instigar a discussão, isto é, para que inicialmente os alunos não identificassem o material do qual os tubos são feitos, de modo que as argumentações partissem do princípio de que os tubos eram iguais. Portanto eles teriam que buscar as hipóteses para o fenômeno sem saber o material dos canos. Da mesma forma a intenção de colocar a cor azul sobre a massa de chumbo foi para que os alunos não determinassem de imediato o material

⁶ PVC: É a sigla usada para identificar o polímero de adição **policloreto de vinila**. Ele é obtido pela reação de polimerização de cloretos de vinila (cloroeteno). Fonte: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br>.

do qual aquela peça era constituída. Como já havia utilizado o mesmo tipo de imã no experimento do condutor em movimento, não utilizei nenhuma pintura no mesmo.

O processo de montagem, bem como os materiais necessários para a construção do conjunto experimental estão no anexo A2.

Figura 28: Fotos do conjunto experimental do freio magnético. (a) 1 base dos canos, 2 cano de PVC, 3 cano de alumínio. (b) 4 imã de HD, 5 peça de chumbo.



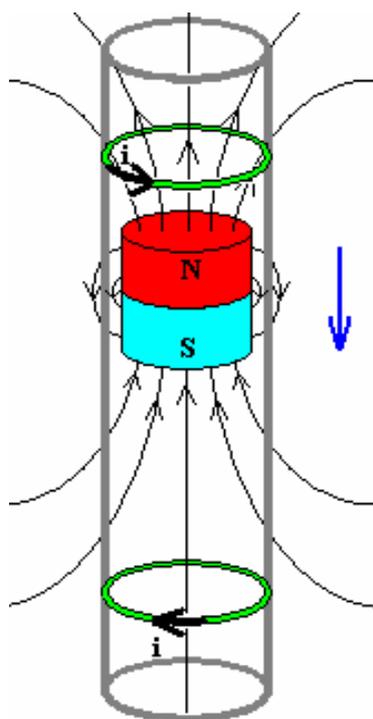
Fonte: Arquivo pessoal

Com o conjunto montado devemos abandonar ambos os corpos nos tubos. Primeiramente abandonamos ambos no tubo de PVC, isto é, no de cor vermelha. Com isso percebemos que o tempo de queda será aproximadamente o mesmo tanto do imã como do peça de chumbo. Logo após abandonamos a peça de chumbo no tubo de alumínio. Como o chumbo não possui comportamento magnético a peça irá passar pelo cano com o mesmo tempo que passou pelo tubo de PVC.

Agora é a hora de liberar o imã para que ele passe por dentro do tubo de alumínio. Neste momento é que se propõe a SEI, pois o fenômeno que será percebido é que o imã levará um tempo maior para atravessar o tubo. Segundo Lang. et,al.,(2007) “Podemos imaginar o tubo condutor como sendo constituído pela justaposição de muitas espiras condutoras” (p. 296,). De acordo com este modelo, um imã descendo dentro do tubo de alumino terá o seu comportamento

como mostra a figura 29 na qual é possível visualizar que o ímã, ao passar por cada camada do condutor, gera uma corrente induzida que irá produzir um campo que se opõe ao movimento de queda do ímã.

Figura 29: Comportamento de um ímã de formato cilíndrico durante a queda dentro do cano metálico não magnético.



Fonte: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v.24, n.3: p. 295-318, dez. 2007.

A oposição pode ser percebida através do sinal negativo da equação 4 da lei de Faraday-Lenz. Assim, como teremos o surgimento de correntes induzidas em cada camada de metal, surge uma força magnética que gera uma resistência à queda do ímã que tem sua velocidade de queda reduzida, passando a ser constante.

5.3.2- Aplicação

A ideia inicial era a de utilizar o laboratório, porém como o mesmo estava ocupado, mudei os planos e apliquei o experimento na própria sala de aula, o que prejudicou um pouco a dinâmica tendo em vista que os grupos ficaram muito próximos uns dos outros. Isto fez com que houvesse uma interação antecipada entre os mesmos. Para evitar que o fator diferença entre as massas fosse utilizado pelos alunos como justificativa para os tempos de queda diferentes,

coloquei cada uma das massas sobre uma balança de precisão, que é mostrada na figura 30, para que eles percebessem que elas eram iguais.

Figura 30: Balança de precisão para aferir as massas dos corpos.



Fonte: Arquivo pessoal

A turma foi dividida em cinco grupos de seis alunos e foi disponibilizado um conjunto experimental para cada grupo e o roteiro com os procedimentos para a realização da atividade.

Roteiro

- I. Meça as a massas do imã e da peça azul e anote os seus valores em gramas;
- II. Abandone ambas as massas na parte superior do tubo vermelho e, com o cronômetro do seu celular, verifique o tempo de queda de cada uma delas e anote os tempos;
- III. Agora abandone a peça azul no tubo com a cor grafite e verifique com o cronômetro o tempo de queda e compare com o tempo que ela levou para passar pelo tubo vermelho;
- IV. Agora abandone o imã para que ele passe pelo tubo na cor grafite e anote o que ocorre.

A figura 31 mostra as fotos dos grupos realizando as atividades propostas durante o desenvolvimento do experimento, no qual os alunos partiram para pesquisar no livro didático, buscando auxílio para identificar o que estava ocorrendo. Realizaram filmagens com o celular, colocando a câmera na parte inferior do tubo para ver o que acontecia durante a queda do imã dentro do tubo de alumínio. Enquanto a atividade estava sendo realizada foi pedido que os grupos anotassem questionamentos que poderiam surgir, questões estas que seriam expostas ao grande grupo, a turma, após o término da atividade, bem como que eles fizessem vídeos da realização da atividade. Após o roteiro ter sido concluído, foi disponibilizado o questionário para que eles respondessem.

Questionário

- A. O que ocorreu quando ambos os corpos foram abandonadas e passaram por dentro do tubo de cor vermelha?
- B. O que se verificou quando as massas passaram dentro do tubo de cor grafite?
- C. Qual a explicação para o fenômeno observado?
- D. Que fatores poderiam ser alterados para que se tornasse ainda mais visível este fenômeno?

Figura 31: Fotos dos grupos realizando as atividades propostas do freio magnético.



Fonte: Arquivo pessoal.

5.3.3- Relato das atividades

Nesta seção faço o relato do que foi produzido pelos alunos durante a realização do experimento do freio magnético. Primeiramente descrevo as anotações feitas pelos alunos a partir das discussões que eles realizaram nos grupos durante a execução do roteiro. Aqui os estudantes tinham a orientação dos procedimentos que deveriam seguir o que tornou a atividade uma SEI orientada. Durante a realização do roteiro surgiram questões elaboradas pelos alunos que foram sendo anotadas para depois serem debatidas no grande grupo. Em seguida relato as respostas que os grupos deram para as questões do questionário. Como já citado no experimento do condutor em movimento, o questionário é uma ferramenta que serve para organizar o que os alunos compreenderam a respeito do experimento. Na sequência faço as análises dos vídeos que os alunos produziram durante a realização das atividades, como também já foi citado no experimento do condutor em movimento, este tipo de atividade proporciona um material

riquíssimo de análise do que foi discutido pelos alunos e quais as dificuldades que tiveram durante a realização do experimento. Por último relato as respostas que o grande grupo formulou para as questões que foram feitas pelos grupos.

1º- Anotações feitas durante a realização do roteiro.

Durante a realização do roteiro foi pedido que os alunos anotassem os dados que estavam obtendo, bem como as questões que os membros do grupo elaboravam. Desta forma elenquei as anotações dos itens propostos pelo roteiro e as questões que os grupos formularam de acordo com cada um dos itens, como foi colocado por eles.

I- Meça as massas do imã e da peça azul e anote os seus valores em gramas;

Aqui os grupos obtiveram os valores que oscilaram de acordo com cada imã. Como montei os conjuntos com imãs de HD de diferentes tipos, tive que produzir as massas de chumbo de acordo com o formato dos imãs. Neste caso as massas obtidas tiveram valores que oscilaram entre 14 g e 16 g tanto para o imã como para a peça azul.

II- Abandone ambas as massas na parte superior do tubo vermelho e, com o cronômetro do seu celular, verifique o tempo de queda de cada uma delas e anote os tempos;

Nesta parte percebi, durante a realização, que eles tiveram dificuldades em conseguir chegar a um consenso, porém a maioria obteve valores de tempo variando entre 0,68s e 0,70s.

Agora abandone a peça azul no tubo com a cor grafite e verifique com o cronômetro o tempo de queda e compare com o tempo que ela levou para passar pelo tubo vermelho;

Aqui o que os alunos anotaram foi que não perceberam nenhuma diferença no movimento de queda da massa azul.

III- Agora abandone o imã para que ele passe pelo tubo na cor grafite e anote o que ocorre.

Neste momento obtive o que estava esperando, que era a SEI, já que os alunos ficaram um bom tempo buscando explicações para o que estava acontecendo. O que eles anotaram é que o tempo de queda do imã dentro do tubo na cor grafite era de 2,78 s, o que era quase quatro vezes maior que o tempo de queda do mesmo imã dentro do tubo vermelho. Aqui os grupos fizeram as seguintes perguntas:

Grupos A e C.

1ª- Qual a diferença entre os tubos?

Grupos A, D e B.

2ª- O imã pode atrair um cano que não seja de ferro?

Grupos E e C.

3ª Qual o material do cano grafite?

Grupos E e B.

4ª- Pode ser devido ao atrito que o imã leva mais tempo para descer pelo tubo grafite?

2º- Respostas que os grupos deram para as questões do questionário.

A- O que ocorreu quando ambos os corpos foram abandonadas e passaram por dentro do tubo de cor vermelha?

Resposta: Para a maioria dos grupos as massas desceram em um intervalo de tempo parecido. Em um dos grupos houve uma variação maior do tempo e o procedimento teve que ser refeito.

B- O que se verificou quando as massas passaram dentro do tubo de cor grafite?

Resposta: Foi unânime que a peça de chumbo passou no tubo de alumínio em um tempo igual ou muito parecido com ao que tinha passado pelo tubo de cor vermelha Porém para eles o tempo de queda do imã dentro do tubo de alumínio mais do que dobrou.

C- Qual a explicação para o fenômeno observado?

Resposta: Aqui os alunos dos grupos levantaram as seguintes hipóteses:

Devido ao atrito que o imã tinha dentro do tubo.

Devido ao imã se atrair ao cano. Também ao volume do imã ser maior que o da massa azul.

Os outros dois grupos relacionaram a aula que tiveram cujo o ímã era aproximado e afastado de uma espira e relacionaram ao mesmo fenômeno, e como sabiam que corrente gera campo magnético disseram que haveria um campo contrário ao ímã, pois eles observaram que o tubo de cor grafite era de metal.

D- Que fatores poderiam ser alterados para tornar ainda mais visível este fenômeno?

Resposta: Alguns acharam que aumentando o comprimento do tubo poderia aumentar o tempo de descida, outros falaram em utilizar um ímã mais potente.

3º- Relato dos vídeos

Pude perceber, através dos vídeos, que os alunos tiveram facilidade na realização da atividade experimental. Ainda durante a análise dos vídeos pude registrar que:

- Uma das preocupações dos grupos foi identificar de qual material eram feitos os tubos. Um dos integrantes de um dos grupos, raspou a tinta para identificar os mesmos e assim descobriu que se tratava de um tubo de PVC e o outro de alumínio. Este grupo relacionou o tubo de alumínio com as propriedades dos condutores.
- Um dos grupos utilizou os smartphones para filmar a queda do ímã dentro do tubo para ver se conseguiam descobrir o porquê dele demorar mais tempo para descer pelo tubo de grafite. Os alunos perceberam que ele girava durante a queda e passaram assim a defender esta hipótese para explicar o fenômeno.
- Como a atividade foi realizada dentro da sala de aula, os grupos estavam muito próximos. Desse modo houve a interação entre integrantes de grupos diferentes. Isto no meu entendimento prejudicou um pouco a dinâmica que eu estava esperando. Um dos grupos não realizou todas as atividades propostas e pegou as respostas com os outros.
- Um dos grupos procurou no livro didático a explicação para o fenômeno, o que para mim mostrou o empenho do grupo em explicar o que estava observando, e não esperando apenas pela resposta.

4º- Discussões no grande grupo.

Neste momento foi pedido que cada grupo relatasse suas observações e conclusões a respeito do experimento buscando justificar o que foi observado. Durante esta dinâmica houve

muita colaboração de um grupo respondendo aos questionamentos dos outros grupos, formulando hipóteses como as elencadas a seguir:

1ª- Qual a diferença entre os canos?

Para esta questão o aluno que raspou um pouco da tinta contribuiu dizendo que um dos canos ele tinha certeza de que era de PVC e o outro ele achava que era de alumínio. Então complementei que ele estava correto. E com isso, foi esclarecida a 3ª questão levantada sobre qual era o material do tubo da cor grafite.

2ª- O ímã pode atrair um cano que não seja de ferro?

Neste caso um dos alunos lembrou das aulas sobre o comportamento dos ímãs que é de atrair materiais ferromagnéticos, que segundo ele, não é o caso do alumínio. Neste momento mais uma vez percebi que as aulas que antecederam a aplicação dos experimentos foram de suma importância para criarem pontos de ancoragem com a finalidade de que os estudantes tivessem a base para a compreensão e interpretação dos fenômenos que são mostrados no experimento.

3ª- Pode ser devido ao atrito que o ímã leva mais tempo para descer pelo tubo grafite?

Quando um dos grupos fez este questionamento, imediatamente um membro do outro grupo argumentou que então o ímã deveria sofrer atrito também dentro do tubo vermelho, o que não ocorria. Mais uma vez percebi que estava ocorrendo uma AC, tendo em vista que um dos alunos contribuiu, para o esclarecimento do que estava ocorrendo.

Após estas questões terem sido analisadas pelos elementos dos grupos, os mesmos tentaram justificar então o fenômeno. Um dos grupos colocou que era motivado pela rotação do ímã dentro do tubo. Isto porque eles, ao realizarem a filmagem da queda, perceberam que isto estava ocorrendo. Porém este argumento foi contestado por um aluno de outro grupo, uma vez que na filmagem realizada por seu grupo não foi percebido o movimento de rotação. Na sequência, um dos grupos disse que poderia ser devido ao ímã ter volume diferente. Confesso que nesta hora foi complicado por eu não ter pensado nisto, pois me preocupei e fazer uma réplica do ímã com chumbo que tivesse a mesma massa, e esqueci que e devido a densidade do chumbo ser bem maior o volume ficou um pouco menor. Porém, como ímã não tinha atrito com as paredes do cano, chegamos ao consenso de que este fator não teria contribuição determinante para o fenômeno observado.

Por fim, um dos grupos colocou que como o tubo era de alumínio, deveria ter alguma coisa a ver com o experimento da aula anterior, quando o ímã foi aproximado e afastado de uma espira, e como isto havia gerado uma corrente na bobina e como corrente gera campo magnético, o fenômeno deveria ter alguma coisa com este fato.

Após as colocações de cada grupo para a turma passei então a introduzir o conteúdo sobre a Lei de Faraday-Lenz. A partir do experimento fiz com que eles relembassem da aula em que aproximei o ímã da bobina e o miliamperímetro oscilava, relacionei o aproximar do ímã com o movimento da queda do ímã dentro do tubo de alumínio. Assim passei a questioná-los sobre o que ocorreu nos dois casos, que era a movimentação do ímã. Logo o conceito de fluxo magnético foi introduzido e a equação 3 foi apresentada a eles.

Com isso o conceito da força eletromotriz induzida, que é a responsável pelo surgimento da corrente induzida, foi abordado. Assim sendo, eles compreenderam que podemos considerar um modelo em que o tubo é formado por um conjunto de espiras. Em cada espira é induzida uma corrente e que esta produz um campo magnético que se opõem ao movimento do ímã. Como os alunos perceberam que o movimento do ímã durante a queda dentro do tubo de alumínio tinha sido freado, foi fácil para eles compreenderem a necessidade do sinal negativo da equação 4. Devido ao campo do ímã reagir com o campo gerado na bobina pela corrente induzida, que se comporta como se fosse um outro ímã, os alunos puderam perceber que o movimento freado do ímã.

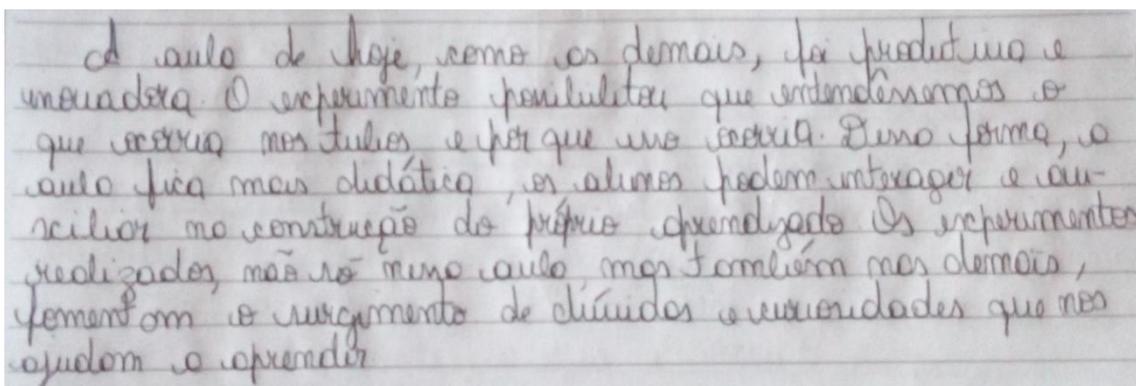
Como prática adotada durante as aulas, solicitei que os alunos fizessem uma avaliação sobre o que eles acharam da aula e da dinâmica que foi utilizada. Considero que este tipo de proposta faz com que o nosso aluno adquira a capacidade de expor o que observou, bem como de dar contribuições através do seu ponto de vista para que possa melhorar a forma de abordar os conteúdos. Penso que quando paramos para analisar o que os alunos têm a dizer, crescemos como profissionais, além de podermos avaliar se o nosso aluno tem conhecimentos anteriores a nossa aula sobre os conteúdos, ou seja, se ele conseguiu interligar os temas desenvolvidos em sala de aula.

Além disso a grande maioria achou interessante o experimento e bem instigante, na sequência trago algumas considerações feitas pelos grupos.

A figura 32 mostra o que o grupo A relatou sobre a aula. Para eles, a aula foi inovadora, e isto possibilitou a compreensão do fenômeno. Isto me leva a concluir que as atividades

experimentais são fontes fecundas para o desenvolvimento da SEI, uma vez que levam o aluno a refletir sobre o que está acontecendo e relacionar com as aulas anteriores. Como abordado por eles, não só nesta aula como nas demais, os experimentos fomentam o surgimento de dúvidas e curiosidades. Isto no meu ponto de vista produz uma AC, visto que cada membro do grupo contribui para encontrar uma explicação para o que estão presenciando no experimento.

Figura 32: Avaliação sobre o experimento do freio magnético feita pelo grupo A.

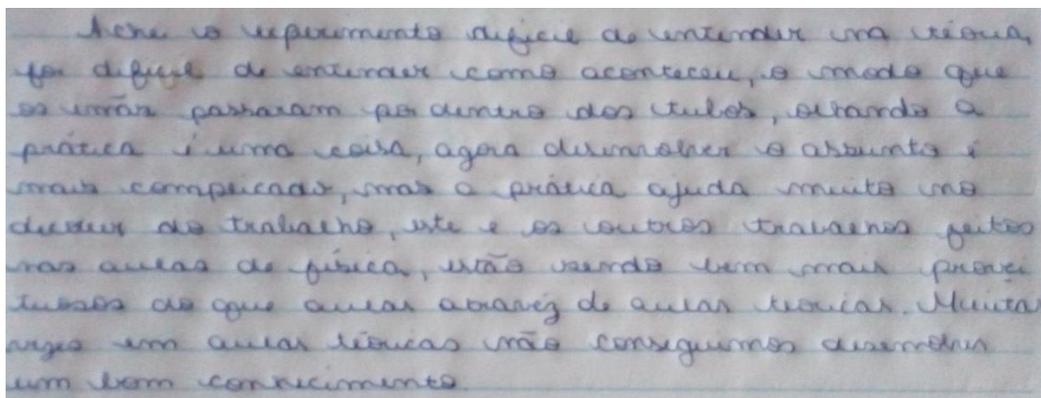


A aula de hoje, como as demais, foi produtiva e interessante. O experimento possibilitou que entendêssemos o que ocorreu nos tubos e por que isso ocorre. De uma forma, a aula fica mais didática, os alunos podem interagir e auxiliar na construção do próprio conhecimento. Os experimentos realizados, não só neste aula, mas também nas demais, fomentam o surgimento de dúvidas e curiosidades que nos ajudam a aprender.

Fonte: Arquivo pessoal.

A figura 33 mostra o ponto de vista do grupo B. Eles colocaram que o experimento foi de difícil compreensão, porém eles também fazem a colocação que o experimento torna mais fácil a compreensão do conteúdo. Aqui percebo a referência feita nas aulas teóricas, nas quais muitas vezes eles têm dificuldade de compreender o que o professor deseja transmitir. Mais uma vez isto vem ao encontro do que acredito. As atividades experimentais são de extrema importância no processo de ensino e aprendizagem.

Figura 33: Avaliação sobre o experimento do freio magnético feita pelo grupo B.

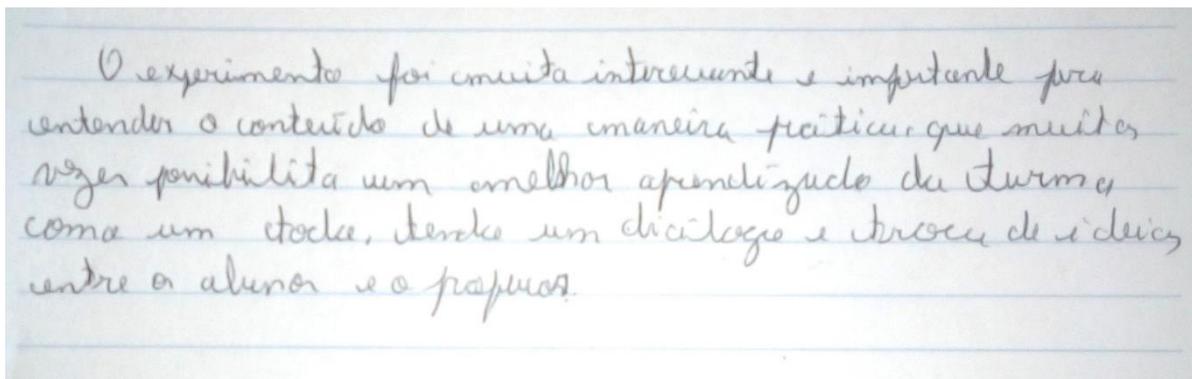


Achei os experimentos difíceis de entender na teoria, foi difícil de entender como aconteceu, a modo que as barras passaram por dentro dos tubos, quando a prática é uma coisa, agora demonstrar o assunto é mais complicado, mas a prática ajuda muito nos estudos do trabalho, este e os outros trabalhos feitos nas aulas de física, estão sendo bem mais práticos, talvez as que aulas abarçaram de aulas teóricas. Muitas vezes em aulas teóricas não conseguimos demonstrar um bom conhecimento.

Fonte: Arquivo Pessoal.

Na figura 34 é mostrada a avaliação feita pelo grupo C. Nesta avaliação o grupo aborda a interação que é feita entre os alunos e o professor, o que leva a relacionar assim como foi feito no grupo A, que esta interação contribui para a AC de forma significativa. Penso que possibilitar que os estudantes possam expor as suas observações sobre o que vivenciaram no experimento estimula os mesmos desenvolverem a capacidade de argumentação.

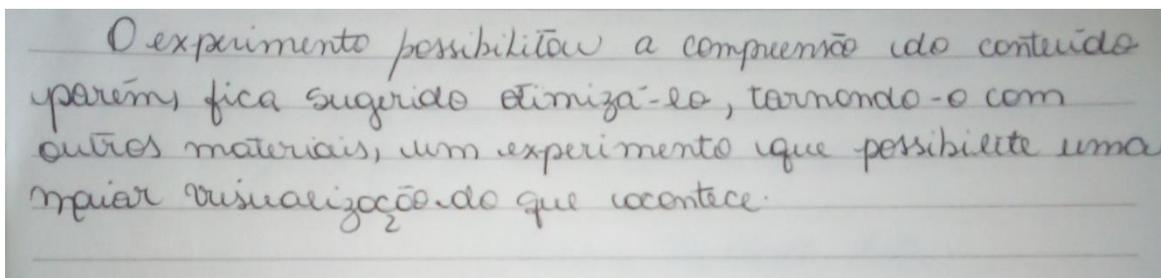
Figura 34: Avaliação sobre o experimento do freio magnético feita pelo grupo C.



Fonte: Arquivo pessoal.

Para o grupo D, poderiam ser feitas melhorias, ou nas palavras deles, otimizar o experimento, como mostra a figura 35. Ao perguntar como seria esta otimização eles responderam que seria a de utilizar um tubo de PVC transparente com um fio enrolado (um solenoide), e este ligado a um miliamperímetro para que verifica-se o surgimento da corrente. Isto me mostrou o interesse do grupo em melhorar o experimento a fim de obter uma melhor visualização.

Figura 35: Avaliação sobre o experimento do freio magnético feita pelo grupo D.

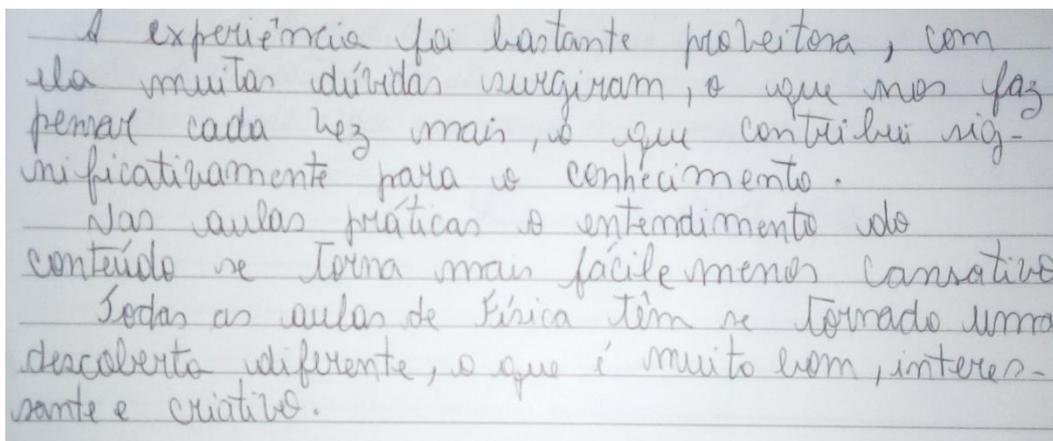


Fonte: Arquivo pessoal.

E por fim a avaliação do grupo E vai ao encontro com a do grupo A, como mostra a figura 36. Nela o grupo coloca que surgiram muitas dúvidas, e que estas fizeram o grupo pensar,

o que contribuiu significativamente para o conhecimento. Isto para mim é o que mais importa em um tipo de atividade assim. É provocar o aluno, para que ele tenha que por ele mesmo procurar pelas soluções e assim o professor passa a ser apenas um mediador.

Figura 36: Avaliação sobre o experimento do freio magnético feita pelo grupo E.



Fonte: Arquivo pessoal.

Desta forma, assim como, no experimento do condutor em movimento, a atividade do freio magnético cumpriu com a sua função, que era de mostrar uma situação que servisse de base para o desenvolvimento da Lei de Faraday-Lenz.

6- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção desta dissertação, bem como o período das disciplinas do mestrado contribuíram muito para o meu crescimento enquanto professor, tendo em vista que houve um aprendizado muito significativo. Seja com o convívio com os professores que contribuíram com as suas experiências e com a didática incrível, seja com o convívio com os colegas que traziam diferentes realidades das suas experiências em sala de aula. Pude assim interagir com os mesmos neste período que sem dúvida foi muito gratificante.

Considero que ao construir a dissertação, tive a oportunidade de me envolver em leituras sobre o ensino investigativo a partir de experimentos e focada na aprendizagem colaborativa, e dessa forma aproveitar o que o aluno traz consigo através das experiências do seu cotidiano. É de suma importância que os alunos percebam a relação destas experiências com a Física e que

a Física está presente em absolutamente tudo o que fazemos ao longo de nossa vida, seja no acender de uma chama, como em enviar uma mensagem através de um celular.

Optei por construir uma SEI tendo como base aulas experimentais, pois acredito que este tipo de atividade desenvolve no aluno a curiosidade e a vontade de explicar o motivo pelo qual o fenômeno mostrado no experimento acontece. Estas atividades segundo Araujo e Abib:

[...] uso da experimentação que pode despertar facilmente o interesse dos estudantes relaciona-se à ilustração e análise de fenômenos básicos presentes em situações típicas do cotidiano. Estas situações são consideradas como fundamentais para a formação das concepções espontâneas dos estudantes, uma vez que estas concepções se originariam a partir da interação do indivíduo com a realidade do mundo que os cerca (2003, p.186).

Assim creio que este tipo de atividade contribui para aquilo que Delizoicov (1991) chama de letramento científico ao contemplar em sala de aula, apoiada na SEI a problematização, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Nessa perspectiva as ações desenvolvidas com atividades experimentais possibilitaram uma sala de aula colaborativa com a elaboração de perguntas, argumentos e comunicação de compreensões por parte dos alunos envolvidos. Essas construções dos alunos estiveram pautadas na linguagem científica dos temas do eletromagnetismo.

A construção do material foi bem trabalhosa marcada por muitas tentativas e erros. Procurei realizar atividades experimentais com materiais de baixo custo que possam ser encontrados facilmente. Assim busquei soluções para cada desafio que surgia, como foi o caso dos ímãs. Inicialmente procurei realizar os experimentos com o que se tem de mais barato e fácil de encontrar que são ímãs de ferrite de alto-falantes. Para as experiências das aulas, como a da visualização das linhas de campo magnético, e na produção de corrente elétrica induzida quando era aproximado ou afastado de uma bobina, eles funcionaram perfeitamente. Porém para o experimento do condutor em movimento não tive sucesso visto que o campo gerado por eles não era intenso suficiente para produzir o efeito desejado. Então parti para a pesquisa sobre o preço de ímãs de neodímio em forma de ferradura e adquiri um com um valor razoável, que quando usado foi uma decepção, pois o campo gerado por ele também era insuficiente. Por fim, através de pesquisas feitas na internet encontrei a possibilidade de utilizar os ímãs retirados de HD velhos ou danificados. Assim fui até eletrônicas que trabalham com o concerto de computadores. Achei que teria que gastar muito para adquirir os mesmos, porém foi bem ao contrário pois o pessoal me doou. Ao utilizar este tipo de ímã foi uma grata surpresa pois na primeira tentativa deu certo. Isso me mostrou que estava certo em continuar com o projeto.

Na construção do conjunto do freio magnético outro problema, como a ideia era de utilizar o mesmo tipo de ímã, teria que arrumar uma peça que fosse parecida e que tivesse a mesma massa do ímã. Parti então para o trabalho da construção desta peça. Inicialmente utilizei um pedaço de parafuso e tentei moldá-lo com o uso de uma lixadeira o que não deu certo, então tive a ideia de fazer uma forma de barro com o molde do ímã e derreter chumbo e despeja-lo na forma obtendo assim uma peça com o mesmo formato do ímã. Após isso era só retirar um pouco de material até que as massas atingissem o mesmo valor.

Ao final do processo de construção veio o planejamento da aplicação da SEI e dos experimentos na turma. Neste planejamento busquei organizar os conteúdos de forma a construir um alicerce que servisse de base para aplicação dos experimentos principais que são o condutor em movimento e o freio magnético. Neste ponto sempre se tem o medo de não ser bem recebido pelos alunos, porém tive a sorte de ter uma turma muito participativa que se engajou nos trabalhos de uma maneira muito positiva realizando as atividades, autorizando o uso de suas imagens, produzindo os vídeos e contribuindo com os seus comentários e questões que eram desenvolvidas ao longo das atividades.

Considero que desde o início das atividades com a definição da corrente elétrica, passando pelo uso do simulador, nas aulas experimentais até chegar nas atividades do condutor em movimento e do freio magnético, sempre devemos problematizar a situação para que os alunos se vejam diante de desafios em que tenham que encontrar respostas para o que estão percebendo. Isto é peça fundamental defendida por Carvalho (2013) para a implantação das SEI e que contribui diretamente para uma AC. Acredito que durante a realização das atividades houve sem dúvida a AC. Um dos exemplos foi o que aconteceu durante a aplicação do condutor em movimento em que os membros dos grupos contribuíram uns com os outros a fim de justificar o movimento do trecho de condutor, ou no caso do experimento do freio magnético, quando se falou do atrito e os alunos responderam que deveria então ter atrito nos dois tubos.

Por fim acredito que a realização do mestrado profissionalizante é sem dúvida a ligação das instituições de nível superior com a educação básica. Penso que isto é de suma importância para que no futuro tenhamos profissionais mais qualificados nas áreas de ciências e principalmente na área de Física. Acredito que se desmistificarmos a Física mostrando que ela não é assim um bicho de sete cabeças e que ela está aí para auxiliar-nos nas nossas vidas, conseguiremos mais e mais o interesse dos alunos em descobrir como ocorrem os fenômenos da natureza.

7- REFERÊNCIAS

ARAUJO, M. S. T.; ABIB M. L. V. S. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 2, Junho, 2003

BELLCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. **Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física V.31, n. 1, p. 30-59, abril 2014

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio).** Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias.** Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC 2ª versão.** Brasília, DF, 2016.

CARVALHO. A. M. I. F. O. **As práticas de investigação com alunos de 10.º ano de escolaridade: um contributo para a aprendizagem em Biologia.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Instituto de Educação, Universidade de Lisboa. 2010.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico.** São Paulo: Scipione, 2005. 199p.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ensino de Ciências por investigação. Condições para implantação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, tensões e transições.** São Paulo. Universidade de São Paulo, FEUSP, 1991. Tese de Doutorado.

DELIZOICOV D.; ANGOTTI, J. A. P. **Metodologia do Ensino de Ciência.** São Paulo: Cortez, 1990.

ELETROIMÃ. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.br>>. Acesso em 15 de maio às 20 h

FUMAGALLI, L. **O ensino de ciências naturais no nível fundamental de educação formal: argumentos a seu favor**. In Weissmann, H.(Org.). Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões, Porto Alegre: ArtMed, 1998.

FILME: O NUCLEO. Disponível em: <www.filmesonlinehd7.cc>. Acesso em 17 de maio de 2018 às 10 h.

GASPAR, A. **Compreendendo a física** 2ª Ed, vol. 3, São Paulo, Ática, 2015

GUIDOTTI, C.; HECKLER, V. **Investigação na Educação em Ciências: Concepções e Aspectos Históricos**. Revista Thema, v. 14, n. 3, p. 191-209, Pelotas 2017.

HD. Disponível em: <<https://www.significados.com.br>>. Acesso em 25 de maio de 2018 às 15 h.

HUDSON, D. **Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratório**. Enseñanza de las Ciencias, v.12, n. 13, p.299-313, 1994.

LANG, F. S.; LEVIN, Y.; RIZZATO, F. B. **A frenagem eletromagnética de um imã que cai**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, n. 3: p. 295-318, Florianópolis, dezembro 2007.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Centauro, 2010. 80p.

MOREIRA M. A., **Teorias de Aprendizagem**, São Paulo, Ed Pedagógica e Universitária 2009

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001. 111p.

MOTORES ELÉTRICOS. Disponível em: <<http://oficinabrasil.com.br>>. Acesso em 18 de junho de 2018 às 19 h 30 min.

PANITZ, T. **A Definition Of Collaborative Vs Cooperative Learning**. Disponível em:< <http://www.lgu.ac.uk/deliberations/collab.learning/panitz2.html> >. Acesso em: 13 de fevereiro 2018 às 14 h.

PVC. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br>>. Acesso em 6 de junho de 2018 às 21 h.

RAMALHO, F. J.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Os Fundamentos da Física**. 9ª Ed. Vol 3, São Paulo, Moderna 2007.

SEARS, F. W.; ZEMANSKY, M. W.; YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. 12. ed. São Paulo, SP: Pearson Addison Wesley, c2008-2009 vol 3.

SIMULADOR. Disponível em: <phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac>. Acesso em 5 de abril de 2018 às 10 h.

SMARTPHONE. Disponível em: <https://www.telefonescelulares.com.br>. Acesso em 15 de junho de 2018 às 23 h.

TORRES P. L., ALCANTARA P. R., IRALA E. A. F., **Grupos de Consenso: Uma proposta de Aprendizagem Colaborativa Para o Processo de Ensino-Aprendizagem**. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 4, n.13, p.129-145, set./dez. 2004

HUXLEY, T. H. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/biografias/thomas-henry-huxley>> Acesso em 25 de maio de 2018 às 18 h.

VYGOTSKY L. S., **A Formação Social da Mente**, 4ª edição São Paulo, Livraria Martins Fontes Editora Ltda,1998

APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL

PRODUTO: Experimentos de Eletromagnetismo

O Produto desenvolvido e retratado a partir de agora tem por objetivo de produzir uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sobre eletromagnetismo. Ela está baseada em dois experimentos que visam proporcionar situações onde possa ocorrer a interação entre os alunos bem como com o professor em busca de uma Aprendizagem Colaborativa (AC). Com a interação dos alunos com os experimentos e com os conteúdos desenvolvidos espero que possa se chegar a uma alfabetização científica, por parte dos alunos. Divido este produto em dois experimentos principais, e em aulas que serviram de base para a aplicação dos mesmos.

A1- CONDUTOR EM MOVIMENTO

A1.1-Introdução

Ao longo dos anos como professor venho buscando relacionar o conteúdo do eletromagnetismo com o dia-a-dia dos alunos a fim de obter um melhor desempenho destes neste conteúdo. Com este fim procurei criar um experimento que mostrasse uma relação entre os motores elétricos que são utilizados no cotidiano com o conteúdo de Física do 3º ano do ensino médio. A fim de dar um embasamento teórico para a realização dos experimentos que envolvem o meu produto procurei desenvolver aulas que abordam conteúdos que servem de ancoragem, para aquilo que os alunos já compreendem para os temas do eletromagnetismo. Este fator, no meu entendimento, é de suma importância para que os alunos consigam formular as questões e respostas a respeito do experimento proposto.

Os conteúdos abordados devem fornecer os conceitos básicos para o entendimento dos fenômenos produzidos pelo experimento, isto por que caso contrário os alunos simplesmente irão perceber o fenômeno sem poder contribuir para a explicação do mesmo que é o objetivo

principal. Eles devem interagir entre si e com o professor a fim de produzir uma Aprendizagem Colaborativa (AC).

Desta forma, para que os alunos compreendam que a força magnética surge da interação entre a corrente e o campo magnético, é necessário inicialmente que eles consigam compreender o conceito de corrente elétrica e como ela se comporta, o que são circuitos elétricos e seus componentes. Também é importante conhecer o conceito de campo magnético e seu comportamento para que possa entender posteriormente como ele contribui para o surgimento da força magnética.

A1.2- Apresentação

O experimento do condutor em movimento consiste em um trecho de condutor que se encontra sobre trilhos que estão ligados em série com uma fonte. Ao ser colocado sobre os trilhos e submetido a ação de um campo magnético este trecho de condutor entra em movimento. O movimento se dá devido ao surgimento da força magnética, que é a responsável por colocar o trecho de condutor para rodar sobre os trilhos.

O objetivo é que o aluno possa visualizar a ação da força magnética, e com isso possa relacionar com os motores elétricos que possuem em seus eletrodomésticos em seu cotidiano. E além disso possam compreender a relação entre eletricidade e magnetismo.

A1.3- Sequência de conteúdos

Para que os alunos possam compreender o fenômeno que ocorre no experimento é fundamental que ele possuam uma ZDP bem estruturada. Esta deve levar o aluno a relacionar o que ele obteve de conhecimento sobre os conteúdos desenvolvidos antes em sala de aula, com o que ele irá desenvolver na atividade experimental. Os conceitos, que ao meu ver, que devem ser abordados nas aulas anteriores, à aplicação da atividade experimental do condutor em movimento podem ser sistematizadas como mostra a tabela 1, estes conteúdos foram desenvolvidos em um conjunto de sete aulas.

Tabela A1.1: Cronograma dos conteúdos trabalhados antes da aplicação do produto.

Aulas	Conteúdo	Atividades realizadas
1	Corrente elétrica	<ul style="list-style-type: none"> Definir a corrente elétrica Classificar a corrente elétrica de acordo com o sentido convencional e eletrônico.
2	Circuitos elétricos	<ul style="list-style-type: none"> Identificar os componentes básicos de um circuito elétrico e suas funções Utilizar o simulador (Phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuito-construction-kit-ac) (Pedir que cada trio de alunos monte um circuito baseado em uma residência de cinco cômodos)
3	Magnetismo	<ul style="list-style-type: none"> Contexto histórico do estudo do magnetismo Ímãs e suas propriedades A não existência de monopolos
4	Campo magnético	<ul style="list-style-type: none"> Definição do que é campo magnético; Definir o conceito de linhas de campo magnético; Comportamento das linhas de campo ao redor dos ímãs;
5	Experiências de Oersted	<ul style="list-style-type: none"> Demonstração da experiência Regra da mão direita para explicar o comportamento do campo ao redor condutor
6	Aplicação do Produto	<ul style="list-style-type: none"> Aplicação do experimento

A1.4- Construção do experimento

A1.4.1- Material necessário

Para construir o conjunto experimental me preocupei entre outras coisas com o aporte financeiro, já que há muito tempo os governos vêm diminuindo os gastos com educação, e com isto o poder aquisitivo dos professores vêm caindo, por isto procurei utilizar materiais de baixo custo, de fácil acesso aos professores e de prática montagem. Para esta construção foram utilizados os seguintes materiais:

- Um pedaço de tabua de 2,5cm x 10cm x 30cm.
- Quatro suportes plásticos (usei isoladores de cerca elétrica).
- Dois pedaços de fio 4mm de alumínio com 25cm de comprimento com furos nas extremidades para a construção dos trilhos.
- Um pedaço de fio 4mm de alumínio com 8cm de comprimento (o condutor que irá se movimentar).
- Um soquete de lâmpada.
- Dois pedaços de fio 1,5mm.
- Dois conectores banana fêmea.
- Uma lâmpada de 12 Volts.
- Uma fonte da 12 Volts.
- Um ímã de HD de computador, pintado de vermelho no lado do polo norte do ímã.
- 4 parafusos para madeira com 5cm de comprimento e 3mm de diâmetro.
- 2 parafusos para madeira com 1cm de comprimento e 1mm de diâmetro.

Todos os materiais estão mostrados na figura A1.1.

Figura A1.1: Foto dos materiais utilizados para a montagem do produto.



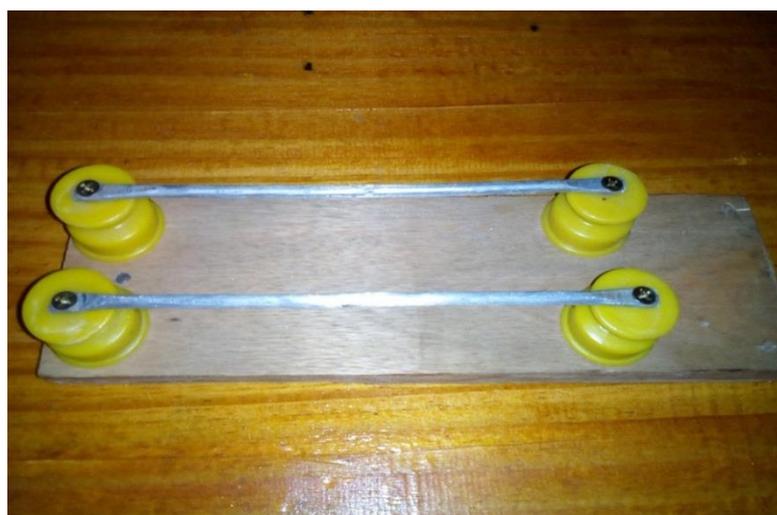
Fonte: Arquivo pessoal.

A1.4.2- Montagem

Para construir o experimento foram realizadas as seguintes etapas:

1ª Fixam-se os fios sobre os isoladores no pedaço de madeira a fim de que formem um trilho, deixando-os separados pela distância de 5cm como mostra a figura A1.2.

Figura A1.2: Foto que mostra a fixação dos trilhos.



Fonte: Arquivo pessoal.

2ª Prendem-se dois pedaços de fio de 1,5 mm aos trilhos como mostra a figura A1.3.

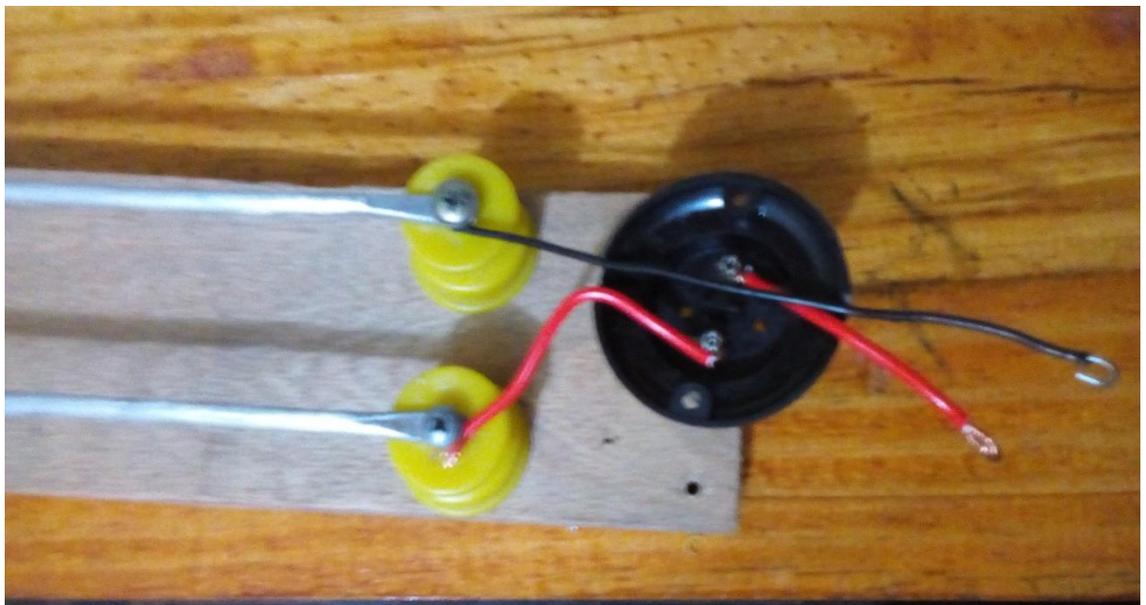
Figura A1.3: Foto que mostra a fixação dos fios aos trilhos.



Fonte: Arquivo pessoal.

3ª Um dos fios deve ser ligado em série com um soquete de lâmpada de 12 Volts e o outro deve passar direto como mostra a figura A1.4.

Figura A1.4: Foto que mostra a conexão do soquete aos fios.



Fonte: Arquivo pessoal

4ª Ambos os condutores devem ser ligados aos conectores banana fêmea como mostra a figura A1.5, que devem ser fixados na base de madeira, tomando o cuidado para que

eles fiquem embutidos dentro da madeira para que não encostem em superfícies metálicas, como bancadas de inox, quando for ser utilizado o conjunto experimental.

Figura A1.5: Foto dos fios conectados aos conectores.



Fonte: Arquivo pessoal

Desta forma, após todos os procedimentos de montagem, o conjunto experimental se apresenta como mostra a figura A1.6.

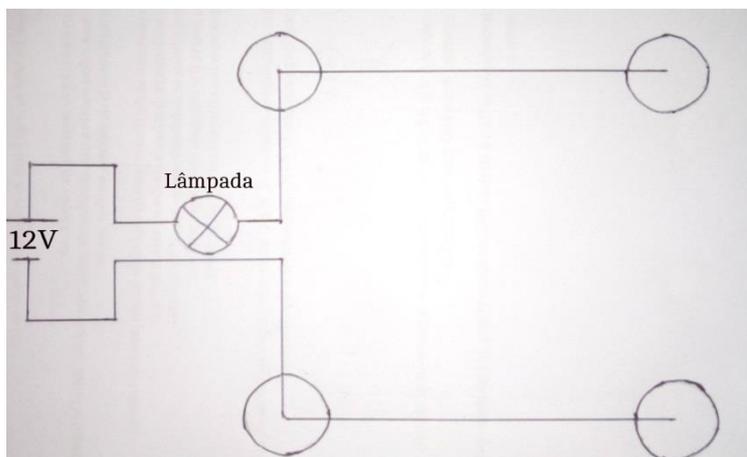
Figura A1.6: Foto do conjunto experimental pronto e ligado a fonte.



Fonte: Arquivo pessoal

Podemos representar o circuito do conjunto experimental através do diagrama esquemático como mostra a figura A1.7. Nela o circuito se encontra aberto, pois o trecho de condutor não está sobre os trilhos.

Figura A1.7: Diagrama esquemático do circuito do conjunto experimental aberto.



Fonte: Arquivo pessoal

A figura A1.8 mostra uma foto do conjunto experimental que já se encontra em funcionamento, e quando o ímã de HD é aproximado ao trecho do condutor.

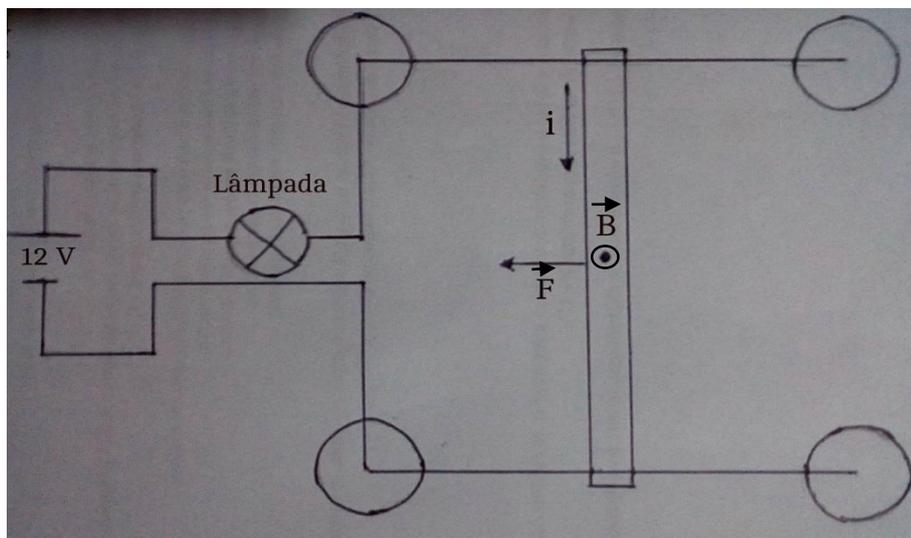
Figura A1.8: Conjunto experimental em funcionamento.



Fonte: Arquivo pessoal

Na figura A1.9 está mostrado o diagrama esquemático do circuito em funcionamento com a aproximação do ímã e o comportamento do campo magnético gerado pelo mesmo.

Figura A1.9: Esboço do circuito em funcionamento.



Fonte: Arquivo pessoal.

A1.5- Aplicação

Para a aplicação do produto a turma pode ser dividida em grupos para que os alunos possam ter o contato com o experimento. Para isto o professor deve construir o número de conjuntos experimentais de acordo com o número de grupos que ele deseja formar (no meu caso utilizei cinco). Outra proposta pode ser a demonstração do funcionamento do experimento deixando que a turma faça os comentários. Com isso este experimento pode servir de base para que se possa introduzir a equação da força magnética e a regra da mão direita.

Durante a realização do experimento o professor deve pedir que os alunos gravem com os seus Smartphones as discussões que surgirem no grupo, bem como as questões levantadas pelos mesmos. Isto deverá servir como base para a avaliação do resultado da aplicação do produto.

A1.6- Roteiro

A seguir é apresentado o roteiro que orienta o procedimento dos alunos para que o fenômeno seja percebido, o que torna a SEI envolvida fechada, pois o professor neste caso orienta o procedimento. Esta foi a minha opção, porém pode-se também deixar de forma aberta questionando os alunos sobre como fazer o condutor se movimentar sem que se encoste nele.

Roteiro

- I. Conecte a base com os condutores. Ligue o fio vermelho da fonte no plugue vermelho da base. Fio preto da fonte no plugue preto da base. A fonte deve estar conectada tensão de 110V ou 220V. Ligue a fonte; Anote o que ocorre;
- II. Coloque o trecho de condutor sobre os trilhos da base. E anote o que ocorre;
- III. Aproxime o ímã com lado vermelho para baixo, do pedaço de condutor que está sobre os trilhos. E anote o que ocorre;
- IV. Aproxime o ímã com lado vermelho para cima, do pedaço de condutor que está sobre os trilhos. E anote o que ocorre;
- V. Desligue a fonte. Inverta os fios ligação, o fio vermelho da fonte no plugue preto da base e o fio preto da fonte no plugue vermelho da base. Ligue a fonte e refaça os passos III e IV;
- VI. Desligue a fonte e refaça os passos III e IV;

Após os alunos terem realizado os procedimentos do roteiro, o professor deverá oportunizar um certo tempo para que os grupos façam as discussões entre eles. Isto promoverá a AC, na qual cada aluno contribui para a formulação das ideias sobre o experimento. Durante estas discussões cabe ao professor passar pelos grupos dando sua contribuição e vendo o que os alunos estão desenvolvendo, formando uma via de mão dupla para a aprendizagem dos mesmos.

A1.7- Questionário

O questionário a seguir tem como objetivo permitir uma análise do que os alunos absorveram de conceitos a respeito da atividade experimental.

Questionário

- A. O que ocorreu quando apenas se ligou a fonte, passo I?
- B. Qual o fenômeno que ocorreu quando foi colocado o trecho de fio condutor sobre os trilhos da base, passo II? Realize um esboço.

- C. Qual foi o comportamento do trecho de fio condutor quando colocou-se o ímã com o lado vermelho para baixo próximo dele?
- D. Qual foi o comportamento do pedaço de fio condutor quando colocou-se o ímã com o lado vermelho para cima próximo dele?
- E. O que ocorre quando aproximamos o ímã com a fonte desligada?
- F. De quais fatores depende o fenômeno observado?
- G. Qual a explicação para o fenômeno observado?

Ao final do tempo das discussões realizadas nos grupos e, após terem respondido ao questionário, cada grupo deverá relatar as suas conclusões para o grande grupo, isto é, para a turma. Nesta hora o professor deverá anotar as colocações dos alunos ou filmar as mesmas, a fim de reunir material para a sua avaliação.

A1.8- Considerações finais

Ao final da aplicação deste experimento registro que o professor terá uma base sobre o que os seus alunos trazem de bagagem dos conteúdos de força magnética e da forma como ela contribui para o nosso cotidiano, como por exemplo, nos motores elétricos utilizados em nossas casas.

A2- FREIO MAGNÉTICO

A2.1- Introdução

Com a intenção de abordar a geração de energia elétrica, que depende do conteúdo relacionado com a lei de Faraday-Lenz, busquei por um experimento que fosse interessante para mostrar aos alunos e que se utilizasse da mesma lei. Assim que vi o experimento do freio magnético, percebi que este tinha potencial, desta forma procurei pesquisar a fim de montar uma SEI com a utilização do mesmo.

A2.2- Apresentação

O experimento do freio magnético consiste em um ímã que desce por dentro de um cano de metal constituído de material não ferromagnético. O objetivo é que os alunos, ao realizarem o experimento, percebam que o movimento de queda do ímã é freado e que isto se deve à variação do fluxo magnético originado a partir da corrente induzida no cano e que se opõe ao campo magnético do ímã.

A2.3- Sequência de conteúdo

Como já foi mencionado, para que os alunos compreendam o fenômeno mostrado no experimento, é fundamental o que o aluno apresente compreensões iniciais sobre o tema da aula, que serve de ancoragem para o entendimento do experimento. No caso do ferio magnético fiz uso da mesma sequência de conteúdos que foi desenvolvida para o condutor em movimento com a adição de uma nova aula na qual abordei a produção da corrente elétrica induzida em uma bobina.

A2.4- Construção do experimento

A2.4.1- Material utilizado

Da mesma forma que para a construção do experimento anterior procurei construir este experimento com materiais de baixo custo. Entre os materiais estão:

- Um pedaço de tabua para a base com 2 cm x 10 cm x 20 cm.
- Dois sarrafos para as laterais com 2 cm x 5 cm x 90 cm.
- Um sarrafo para a parte de cima com 2 cm x 5 cm x 22 cm.
- Dois sarrafos que foram utilizados para servir de suporte para os tubos com 2 cm x 5 cm x 20 cm. Estes devem possuir dois furos com 22 mm feitos a 4 cm de cada uma das extremidades, tomando o cuidado para que fique centralizado em relação a largura do sarrafo.
- Um tubo de PVC com o diâmetro interno de 20 mm com o comprimento de 80 cm (optei em pintá-lo de vermelho).

- Um tubo de alumínio com o diâmetro interno de 20 mm com o comprimento de 80 cm (optei por pintá-lo de grafite).
- Um ímã de HD com a massa de 16 g
- Uma peça de chumbo com 16 g com o mesmo formato do ímã de HD (optei por pintá-la de azul).
- Um molde de barro com o mesmo formato do ímã de HD.
- Dez parafusos para madeira com 3,5 cm de comprimento e 3mm de diâmetro.
- Uma balança de precisão.

A figura A2.1 mostra todos os materiais utilizados.

Figura A2.1: Em (a) Foto do material utilizado para montar o experimento do freio magnético, em (b) foto do ímã da peça de chumbo e de dois parafusos.



Fonte: Arquivo pessoal.

A2.4.2- Montagem

Para realizar a montagem seguiu as seguintes etapas:

1º- Fixam-se as laterais na base e com o sarrafo da parte de cima como mostra a figura A2.2.

Figura A2.2: Foto das laterais fixadas na base e no sarrafo de cima.



Fonte: Arquivo pessoal.

2º- Fixam-se os sarrafos que dão sustentação aos tubos separados por uma distância de 55 cm como mostra a figura A2.3.

Figura A2.3: Foto que mostra os sarrafos de sustentação dos tubos.



Fonte: Arquivo pessoal

3°- Colocam-se os tubos passando pelos orifícios dos sarrafos. Então o conjunto está montado como mostra a figura A2.4.

Figura A2.4: Conjunto experimental do freio magnético montado.

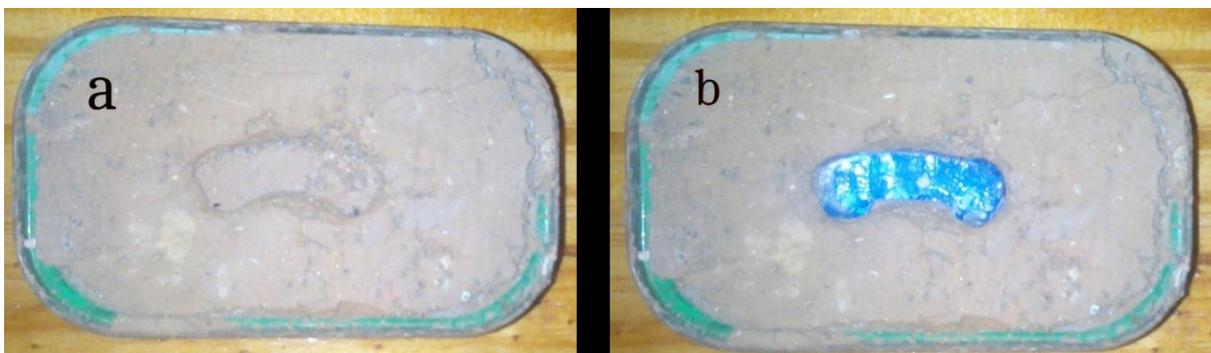


Fonte: Arquivo pessoal.

4°- Para obter uma peça com o mesmo formato do ímã de HD utilizei o chumbo. Fiz a medida da massa do ímã de HD, e obtive o valor de 16g. Retirei de uma chumbada de pesca uma massa de chumbo um pouco maior para que tivesse como realizar os ajustes. Coloquei essa massa de chumbo em um recipiente para que fosse aquecida até chegar ao ponto de fusão. Construí o molde do ímã dentro de uma forma de barro, onde despejei o chumbo no molde que havia sido feito, desta forma o chumbo após esfriar assumiu a forma do ímã. Como ao esfriar o chumbo ficou com umas certas imperfeições tive que realizar um trabalho de retirada das mesmas, com o uso de uma faca, tomando o cuidado para que a peça de chumbo não ficasse com a massa menor do que a do ímã. Logo após pintei a peça de chumbo com a cor azul.

A figura A2.5 traz duas fotos. Em (a) está o molde do ímã e em (b) o molde com a peça de chumbo já pintada colocada dentro do molde onde o barro foi acondicionado em uma lata de sardinha.

Figura A2.5: Fotos do molde em (a) e da peça de chumbo colocada no molde em (b).



Fonte: Arquivo pessoal

Na figura A2.6 são mostradas as fotos da peça de chumbo em (a) e do ímã de HD em (b). Percebe-se uma diferença de tamanho, isto se deve ao fato de que as densidades do neodímio e do chumbo serem diferentes, porém como a minha preocupação foi de que o formato e a massa fossem iguais não levei em conta a diferença de volume.

Figura A2.6: Fotos da peça de chumbo (a) e do ímã de HD (b).



Fonte: Arquivo pessoal

A2.5- Aplicação

Para a aplicação o professor pode dividir a turma em grupos o que vai depender da quantidade de conjuntos experimentais que ele terá montado (no meu caso foram cinco), ou poderá também realizar a demonstração do fenômeno para depois os alunos levantarem

hipóteses para justificar o que está acontecendo, propondo assim uma SEI. Tanto em um procedimento como no outro penso que deve ser disponibilizado um tempo para que os alunos dialoguem entre si, afim de que possam formular questões e hipóteses que sejam depois colocadas para o grande grupo, a turma. Isto fará com que eles possam desenvolver uma AC. Ao final o professor poderá abordar o conteúdo referente a lei de Faraday-Lenz.

A2.6- Roteiro

Caso opte por dividir a turma em grupos o professor pode utilizar o seguinte roteiro para conduzir as atividades dos alunos.

Roteiro

- I. Meça massas do ímã e da peça azul, anotando os seus valores em gramas;
- II. Abandone ambas as massas na parte superior do tubo vermelho e com o cronômetro do seu celular verifique o tempo de queda de cada uma delas e anote os tempos;
- III. Agora abandone a massa azul no tubo com a cor grafite e verifique com o cronômetro o tempo de queda e compare com o tempo que ela levou para passar pelo tubo vermelho;
- IV. Agora abandone o ímã para que ele passe pelo tubo na cor grafite e anote o que ocorre.

A2.7- Questionário

Após os alunos terem feito as discussões entre os membros dos grupos e terem realizado as atividades propostas pelo roteiro o professor poderá fazer uso do seguinte questionário.

Questionário

- A. O que ocorreu quando ambos os corpos foram abandonadas e passaram por dentro do tubo de cor vermelha?
- B. O que se verificou quando as massas passaram dentro do tubo de cor grafite?
- C. Qual a explicação para o fenômeno observado?
- D. Que fatores poderiam ser alterados para que se torna-se ainda mais visível este fenômeno?

A2.8- Considerações finais

Acredito que ao final da aplicação desta atividade experimental o professor possibilita a abordagem do conteúdo referente à lei de Faraday-Lenz relacionando-a com a produção da energia elétrica.

Anexos

Anexo 1 – Formulário de Autorização de Direito de Imagem e Voz da Escola.

Pelo presente instrumento, como responsável legal do (a) aluno (a): _____, Turma: _____
RG: _____, Data de Nascimento: _____. Através da assinatura deste formulário, autorizo em caráter universal, gratuito, irrevogável, irretroatável e exclusivo, a **E.E.E.M. JOÃO DE DEUS NUNES**, ou terceiros por ela devidamente autorizados, o direito de usar o nome, voz, imagem, material biográfico, declarações, gravações, entrevistas e endossos dados pelo aluno ou a ele atribuíveis, em qualquer suporte existente ou que venha a ser criado, para divulgação e promoção nas diferentes mídias e para o material a ser captado pelas TVs na transmissão, exibição e reexibição, no todo, em extratos, trechos ou partes, ao vivo ou não, sem limitações de tempo ou de número de vezes, isentando a entidade escolar de qualquer responsabilidade por danos eventualmente causados ao menor acima citado.

Assinatura do Responsável Legal: _____

Nome do responsável Legal: _____

Número do RG ou CPF do Responsável Legal: _____

Canguçu ____/____/____

Anexo 2 – Autorização do uso de imagem do site Oficina Brasil.

Início da conversa no bate-papo



SEX 22:15

Boa Noite! Sou professor de Física e estou concluindo o meu mestrado profissionalizante no ensino de Física, sobre eletromagnetismo, mais precisamente nos motores elétricos . Gostaria de utilizar um a imagem que encontrei no site de vocês, claro que fazendo a devida citação. Fico no aguardo da resposta. Desde já agradeço a atenção.



Olá, Marcos, agradecemos a sua mensagem. Não estamos disponíveis no momento, mas entraremos em contato em breve!

16:00



Olá, Marcos! Tudo bem? Conversamos com o setor de Marketing Digital, e sim você pode utilizar. Sucesso no trabalho! Abraços!

17:09

Muito obrigado vai ser de grande ajuda

Fim da conversa no bate-papo

Anexo 3 – Autorização do uso de imagem do artigo A frenagem eletromagnética de um ímã que cai.

Início da conversa no bate-papo



Vocês são amigos no Facebook

Professor na empresa UFRGS, Professor na empresa Instituto de Física UFRGS e Professor na empresa Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Mora em Porto Alegre, Rio Grande do Sul

16:10

Boa tarde professor! Estou entrando em contato devido a estar concluindo o meu mestrado, e um dos assuntos que abordo é o do freio magnético, e li um artigo no Caderno Brasileiro de Ensino em Física de 2007, onde o senhor juntamente com Yan Levin e Felipe Rizzato abordam a frenagem eletromagnética de um ímã que cai. Eu gostaria de saber se teria a permissão de utilizar algumas das imagens do artigo, claro fazendo as devidas referências. Certo da sua atenção desde já agradeço. Fico no aguardo da resposta. Abraços.



Pode usar!

Obrigado professor!

