

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM PRÁTICAS EDUCACIONAIS
EM CIÊNCIAS E PLURALIDADE

EDIMILSON LUCATTE

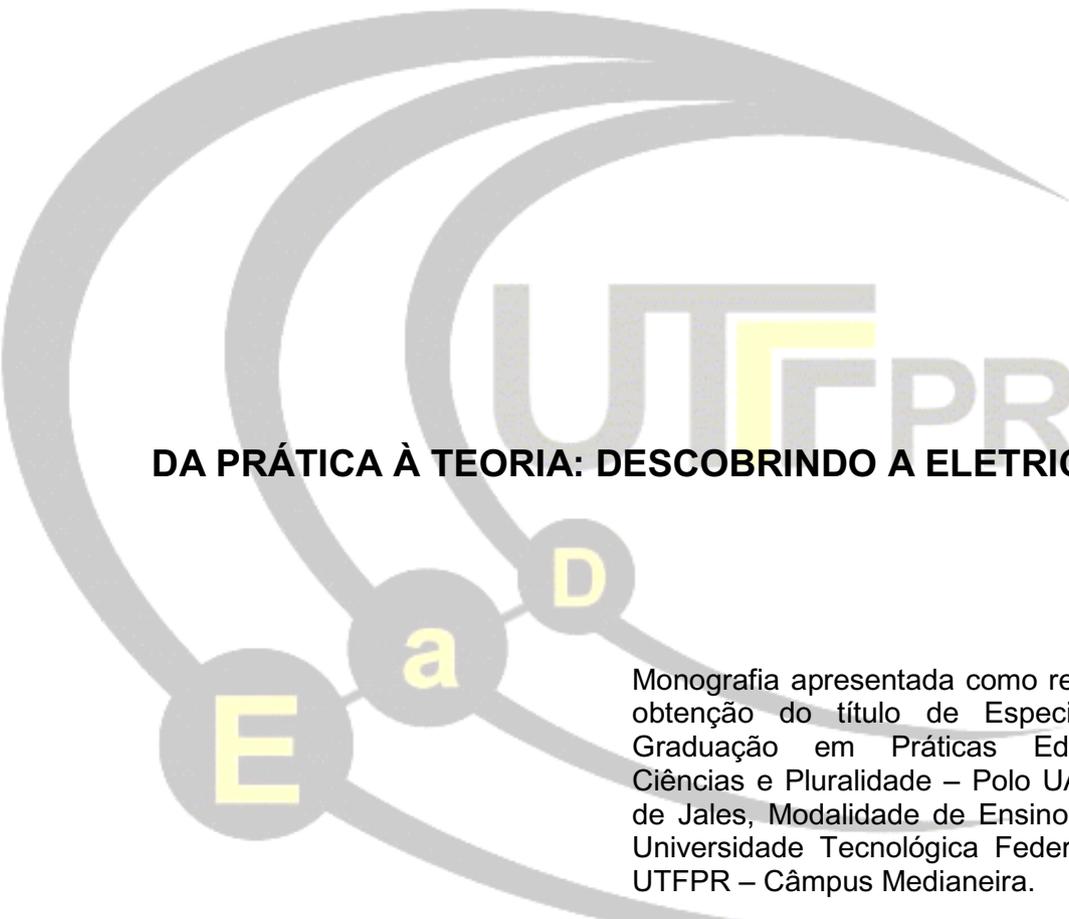
DA PRÁTICA À TEORIA: DESCOBRINDO A ELETRICIDADE

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2020

EDIMILSON LUCATTE



DA PRÁTICA À TEORIA: DESCOBRINDO A ELETRICIDADE

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós-Graduação em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade – Polo UAB do Município de Jales, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientador: Prof^a. Braian Lucas Camargo Almeida

EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

MEDIANEIRA

2020



TERMO DE APROVAÇÃO

DA PRÁTICA À TEORIA: DESCOBRINDO A ELETRICIDADE

Por

Edimilson Lucatte

Esta monografia foi apresentada às..... h do dia..... de..... de 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade – Polo de Jales, estado de São Paulo, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

Prof.º Braian Lucas Camargo Almeida
UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos
(orientador)

Prof Dr.
UTFPR – Câmpus

Profª. Ma.
UTFPR – Câmpus

Dedico a minha família, que sobe compreender
minhas abdicações, momentos que poderíamos
ter passado juntos.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos.

Aos meus pais, pela orientação, dedicação e incentivo nessa fase do curso de pós-graduação e durante toda minha vida.

O meu orientador professor Me. Braian Lucas Camargo Almeida pelas orientações ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço aos professores do curso de Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade, professores da UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

Enfim, sou grata a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização desta monografia.

“Os que se encantam com a prática sem a Ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino.” (LEONARDO DA VINCI)

RESUMO

LUCATTE, Edimilson. Da Prática a Teoria: Descobrimo a Eletricidade. 2020. 52f. (cinquenta e duas folhas). Monografia (Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2020.

É comum ouvirmos que os alunos precisam colocar um conhecimento teórico em prática para uma efetivação do aprendizado de determinados conceitos ou conteúdos. Porém, muitos educandos mostram-se desinteressados ao encontrarem inicialmente conceitos físicos teóricos para então coloca-los em prática. E se for realizado a ordem inversa? Este trabalho propõe o ensino de conceitos físicos usando praticas, partindo de experimentos montados pelos educandos, para chegar as teorias que expliquem a geração da eletricidade. Ele tem como objetivo mostrar que é possível entender como a eletricidade é gerada, analisando experimentos e pesquisando sobre os resultados observados em livros didáticos e na internet, vendo assim na teoria a explicação para a prática, dando um significado real a mesma. Espera-se que a proposta aqui delineada possa gerar o aprendizado de forma espontânea, instigando a curiosidade, explorando o cotidiano, envolvendo todos os educandos no processo, criando um ambiente agradável, onde eles sintam-se à vontade para se expor, perguntar, responder, criticar resultados, perder o medo de errar, para que realmente consigam aprender, da prática à teoria – e vice-versa.

Palavras-chave: Eletricidade. Física. Experimentos. Física na Prática. Física na teoria.

ABSTRACT

LUCATTE, Edimilson. Da Prática a Teoria: Descobrimo a Eletricidade. 2020. 52f. (cinquenta e duas folhas). Monografia (Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2020.

It is common to hear that students need to put theoretical knowledge into practice in order to effectively learn certain concepts or contents. However, many students are disinterested in initially finding theoretical physical concepts and then putting them into practice. What if the reverse order is performed? This work proposes the teaching of physical concepts using practices, starting from experiments set up by students, to arrive at theories that explain the generation of electricity. It aims to show that it is possible to understand how electricity is generated, analyzing experiments and researching the results observed in textbooks and on the internet, thus seeing in theory the explanation for the practice, giving a real meaning to it. It is expected that the proposal outlined here can spontaneously generate learning, instigating curiosity, exploring everyday life, involving all students in the process, creating a pleasant environment, where they feel free to expose themselves, ask, answer, criticize results, lose the fear of making mistakes, so that they can really learn, from practice to theory - and vice versa.

Keywords: Electricity. Physics, Experiments, Physics in Practice, Physics in theory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Clipe em L e I.....	17
Figura 2 – Montagem com canudinhos	17
Figura 3 – Montagem do experimento.....	21
Figura 4 – Eletrização por contato.....	22
Figura 5 – Movendo as cargas.....	23
Figura 6 – Resultado dos procedimentos.....	23
Figura 7 – Montagem da forma.....	28
Figura 8 – Montagem do PVC.....	28
Figura 9 – Faísca.....	29
Figura 10 – Circuito simples.....	31
Figura 11 – Circuito em série.....	33
Figura 12 – Circuito em paralelo.....	35
Figura 13 – Experiência de Oersted.....	37
Figura 14 – Bobina de cobre.....	40
Figura 15 – Suporte.....	40
Figura 16 – Motor elétrico.....	41
Figura 17 – Cooler ligado.....	43
Figura 18 – Led acesso.....	43
Figura 19 – Cooler aciona led.....	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	122
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	126
3.1 O QUE SÃO CARGAS ELETRICAS	166
3.1.1 PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO (ATRITO, CONTATO E INDUÇÃO)	199
3.1.1.1 ELETRIZAÇÃO POR ATRITO.....	19
3.1.1.2 ELETRIZAÇÃO PORCONTATO.....	20
3.1.1.3 ELETRIZAÇÃO POR INDUÇÃO.....	21
3.1.1.4 A CARGA ELEMENTAR.....	24
3.1.1.5 A FORÇA ENTRE DUAS CARGAS.....	26
3.1.1.6 O QUE É CORRENTE ELÉTRICA?.....	27
3.1.1.7 OS COMPONENTES DE UM CIRCUITO ELÉTRICO.....	30
3.1.1.7.1 CIRCUITO ELÉTRICO EM SÉRIE.....	32
3.1.1.7.2 CIRCUITO ELÉTRICO EM PARALELO.....	34
3.1.1.8 O CAMPO MAGNÉTICO AO REDOR DA CORRENTE ELÉTRICA.....	36
3.1.1.8.1 O MOTOR ELÉTRICO.....	39
3.1.1.9 GERANDO ELETRICIDADE.....	42
3.2 LOCAL DA PESQUISA	46
3.3 TIPO DE PESQUISA.....	46
3.4 POPULAÇÃO E AMOSTRA	47
3.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	47
3.6 ANÁLISE DOS DADOS.....	47
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

Por muitos anos trabalhamos os conceitos que envolvem a eletricidade de forma teórica, com resolução de exercícios, aplicação de formulas, leitura de textos, notícias de jornal e até mesmo reportagens, mas no final das contas, nunca tivemos um resultado significativo na aprendizagem dos alunos.

Por experiência própria, muitos alunos confundem-se quando o assunto é elétrons e prótons, confundem um com o outro ou pensam que é a mesma coisa, chegam a falar que *um corpo ficou carregado positivamente porque ganhou prótons* - o que é errado. Alguns não diferenciam o sentido real do convencional; se falamos sobre Corrente Elétrica, se confundem com Potência e Tensão; entre outras confusões. Faz-se necessário a conexão entre a teoria e a prática, para que nossos alunos criem relações significativas com os temas trabalhados.

Mas como criar essa conexão? Como fazer nossos alunos prestarem atenção nas aulas, especificamente nas aulas de Física?

Infelizmente, poucos veem importância nos temas trabalhados, ainda mais alunos da rede pública, que é o maior público que atendemos. Muitos de nós professores já perguntamos a nós mesmos sobre essa situação: *o que eu faço para meu aluno prestar atenção em minhas aulas? Como eu consigo um resultado mais significativo em minhas aulas, se eles não prestam atenção nas mesmas?*

Faz-se necessário mudanças no método de ensinar e, conseqüentemente, de aprender. Entre as atividades que serão sugeridas aos alunos, está a montagem de experimentos que possam demonstrar a existência das cargas elétricas, a diferença entre elas, os métodos de eletrização de um corpo, a utilização da corrente elétrica, os diferentes tipos de circuitos, comprovar que ao redor de uma corrente elétrica, se forma um campo magnético.

Pretende-se desenvolver esses conceitos de forma prática, utilizando materiais do nosso cotidiano, assim os alunos vão perceber que a Física está presente em seu dia a dia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A melhor maneira de ensinar algo é não ensinar! Essa frase parece não fazer sentido, mas quando queremos ensinar algo, uma ótima estratégia é dar ferramentas ao nosso educando para ele descobrir e aprender por si só. Nunes e Arantes (2016) mostram uma abordagem bem diferente em sala de aula, com uma história entre alunos de séries diferentes do Ensino Médio que ficam curiosos com um artigo que um deles leu na internet, sobre cargas elétricas. Este aluno comenta com seus colegas o artigo e eles passam a fazer perguntas sobre o assunto a um professor, em um site, que vai indicando experimentos, para que eles possam aprender de forma prática, além de citar fatores históricos, sobre a descoberta da eletricidade e seus pesquisadores.

A abordagem é interessante, pois parte de fatos do dia a dia, mas que nem sempre sabemos por que ocorre. O uso de pilhas, baterias em aparelhos elétricos, como elas podem ser carregadas, de onde vem a eletricidade que elas fornecem? Por que será que quando se toca em uma superfície metálica, em determinados dias, toma-se um choque? Fundamentação teórica existe uma variedade infinita, mas que não despertam a curiosidade dos educandos, pois eles não veem necessidade em aprender tanta teoria. Assim, é necessária uma mudança de abordagem, onde se parte da prática, tentando explicar por que das situações observadas, na prática, buscando fundamentos teóricos que expliquem o observado.

Não pode-se esquecer que existe um currículo para se cumprir, de acordo com as diretrizes básicas (LDB), assim é necessário organizar o trabalho de acordo com o Currículo da Secretaria da Educação, do Estado de São Paulo, “Caderno do professor”, volume 1, 3ª série (2014), pois não se pode deixar de desenvolver as competências e habilidades presentes no Currículo, e muito menos as do Caderno do Professor de Física, desenvolvendo conteúdos que contemplem as mesmas competências e habilidade. Presentes nesse material, foi aproveitado alguns experimentos e exercícios, que são citados neste trabalho. Podemos tomar como exemplo a construção do motor elétrico, em que a maneira em que ele é abordado é exatamente o que se propõem: partir da prática, para se descobrir a teoria, incentivar a investigação, investindo na curiosidade.

Pretende-se utilizar experimentos, desenvolvidos por Thenório (2014), para criar estratégias, que possam estimular nossos alunos a procurar explicações para as situações vivenciadas durante os experimentos, assim a experimentação torna-se um coadjuvante no processo de aprendizagem da Física, onde o educando relaciona a teoria à prática, como colaboram Araújo e Abib (2003):

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos (p. 177).

Existem muitos experimentos, reutilizando materiais que existem nas residências (material barato e muitas vezes até sucata), sobre uma infinidade de assuntos, como cargas elétricas, formas de eletrização, maneiras de acumular uma pequena carga elétrica, montar um protótipos de geradores de carga, motores elétricos, basta pesquisar sobre o que se quer montar. Por outro lado, precisa-se tomar cuidado para não se ficar apenas na experimentação, é necessário explorar os resultados obtidos, instigar a curiosidade, estimular a descoberta, para que as buscas por explicações aconteçam.

A ideia central desta pesquisa é desenvolver o conhecimento a partir da prática, fazendo uso de experimentos possíveis, consultas à internet, fazendo uso do celular, já que estas ferramentas auxiliam o processo de ensino e aprendizagem, como agregam Ahonen e Syvänen (apud Marçal et al., 2005):

A utilização de dispositivos móveis na educação criou um novo conceito, o chamado Mobile Learning ou m-Learning. Seu grande potencial encontra-se na utilização da tecnologia móvel como parte de um modelo de aprendizagem integrado, caracterizado pelo uso de dispositivos de comunicação sem fio, de forma transparente e com alto grau de mobilidade (p. 43)

Ao utilizar os smartphones ao invés do tradicional laboratório de informática, os alunos poderão sentir-se mais seguros e úteis ao encontra uma função que sempre foi dele, mas que nem sempre soube desempenhar - talvez pela metodologia tradicional empregada na maioria das aulas. Destaca-se aqui que compreende-se por metodologia tradicional aquele “modelo padrão” das aulas e métodos de um professor.

As possibilidades são imensas na internet, como experimentos, simuladores, documentários. Uma variedade de material para pesquisa, tudo na palma da mão, basta apenas criar boas estratégias, para não se perder em meio a tantas possibilidades.

Pretende-se orientar os alunos, para que construam seu próprio conhecimento, através de práticas significativas, que agucem a curiosidade, façam eles pararem para pensar: “por que isso acontece?”, para que então se tornem protagonistas de seu conhecimento.

Segundo Fernandes (2016), “o caminho é longo, pois as maiores dificuldades dos educandos estão na utilização das equações físicas, juntamente com os procedimentos matemáticos, pois chegam ao Ensino Médio despreparados. O grande problema é que muitos dos educandos não conseguem ver uma função real para as equações exploradas no Ensino Fundamental, já que deixam de gostar da Matemática ao deparar-se com a Álgebra, não vendo sentido na sua usualidade, deixando de aprender conceitos fundamentais e indispensáveis para o desenvolvimento das equações, tanto na Física como Matemática.

Faz-se necessário resgatar esses conceitos, regras de sinais, radiciação, desenvolvimento de notações científicas, regra de três e muitas outras. Uma das práticas que pode dar resultado como abordagem metodológica é o trabalho com grupo, em que as atividades poderão ser desenvolvidas em duplas ou trios, assim haverá interações entre os educandos, “gerando situações de aprendizagem, mútuas; como colaboração, respeito, organização, compromisso e até mesmo os conflitos se transformam em aprendizagem” (COLELO, 2009).

Os grupos podem ser organizados com educandos de níveis de conhecimento diferentes, onde um pode aprender como o outro, ou níveis próximos, dando a oportunidade de descobrirem juntos. A interação entre os educandos gera aprendizado mútuo, já que cada um tem sua vivência, seus saberes, que podem ser compartilhados na interação social. Durante o desenvolvimento dos trabalhos, podem acontecer desentendimentos, mas que também faz parte do convívio social, que podem ser facilmente superados com o desenvolvimento da empatia, que também se transforma em aprendizagem para o educando.

Mas não se pode esquecer que a experimentação nesse trabalho, é uma ferramenta para o desenvolvimento do pensamento científico, como afirma Amaral (1997).

Ajuda a compreender as possibilidades e os limites do raciocínio e procedimento científico, bem como suas relações com outras formas de conhecimento; criar situações que agucem os conflitos cognitivos no aluno, colocando em questão suas formas prévias de compreensão dos fenômenos estudados; representar, sempre que possível, uma extensão dos estudos ambientais quando se mostrarem esgotadas as possibilidades de compreensão de um fenômeno em suas manifestações naturais, constituindo-se em uma ponte entre o estudo ambiental e o conhecimento formal. (p. 14).

Assim, não se pode simplesmente realizar um experimento, anotar seus resultados e pronto! Deve-se explorar todas as possibilidades possíveis, para desenvolver o pensamento científico, explorando as teorias existentes, que possam explicar os resultados observados, chegando a teoria a partir da prática, desenvolvendo aos poucos um vocabulário diferente, termos e procedimentos, para que o conhecimento científico aconteça e que este possa ser observado na fala, na escrita e até mesmo nas atitudes do educando.

Não se pode esquecer que as teorias se completam, assim “é necessário sempre fazer uma revisão do que já foi feito, ou estudado, para podermos avançar” (NETO, 2018). Uma maneira de favorecer a ligação entre as teorias, é fazendo retomadas, no início das aulas, do que já foi trabalhado, para que comecem a relacionar as situações, percebendo assim que muitas vezes um conceito depende de outro.

Muitas pesquisas apresentam a teoria e depois se fundamenta em uma atividade prática, para comprovar a teoria. Nesta pesquisa, propõe-se atividades práticas, que irão proporcionar a descoberta da fundamentação teórica, que explicará os resultados observados em cada experimento, para que os alunos desenvolvam prazer pela descoberta e gosto em procurar explicações daquilo que vivência quando se trata de eventos ligados a Física.

Cada turma traz uma realidade que muda quando se passa por uma porta e cada realidade gera situações diferentes, que se aglomeram dentro de uma sala de aula. “O professor deve estar disposto a aprender a aprender a cada dia” (FREIRE, 1979), descobrir novos caminhos, propor situações diferentes, tornando-se um mediador de conhecimento, usando, por exemplo, situações práticas para descobrir as teorias físicas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento dos experimentos será feito durante as aulas de Física, no decorrer de um bimestre (dois meses), onde os alunos poderão ser organizados em duplas ou em trios (dependendo da atividade). Estes vão sempre partir de um experimento realizado por eles mesmos para posteriormente pesquisar explicações para as situações e reações observadas durante o processo, partindo-se do senso comum.

Nunes e Arantes (2016), em sua obra “Física em Casa”, retratam experimentos simples que podem ser feito por todos os alunos, e algumas das atividades abaixo que serão propostas foram adaptadas destas que eles sugeriram.

3.1 O QUE SÃO CARGAS ELETRICAS

Comumente trata-se esse tema com um referencial teórico, um experimento e pronto. Porém, pretende-se neste trabalho fazer tais processos na ordem inversa.

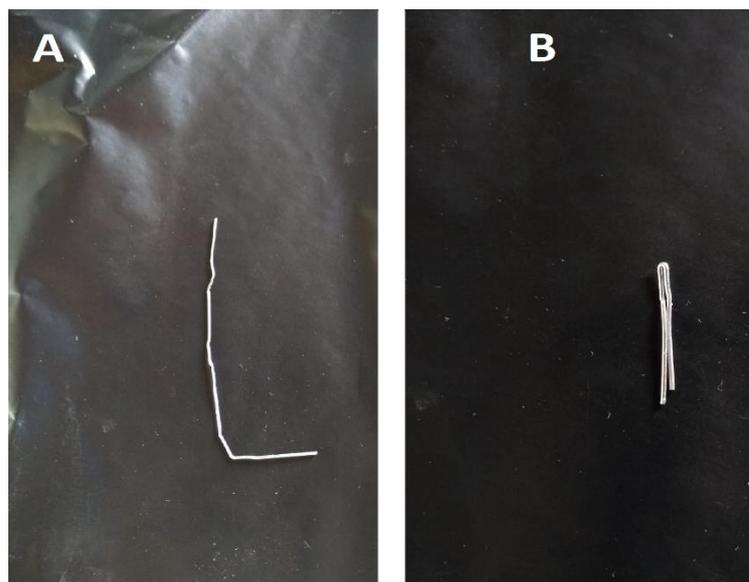
Os alunos serão organizados em duplas ou trios, e pelo menos um dos alunos deve ter celular com acesso à internet, cada grupo deverá providenciar:

- Três canudinhos de plástico.
- Três folhas de papel toalha, mas pode ser um pedaço de 60 cm de papel higiênico.
- Dois cliques e uma borracha média.

É possível que o professor providencie estes materiais, por se tratar das primeiras aulas, do currículo do terceiro ano do Ensino Médio, com enfoque na experimentação. Vamos as orientações de construção:

1º: Abre-se o clipe, formando um L (Figura 1 A), fura-se a borracha com ele, deixando uma ponta de um centímetro para fora da borracha. Coloca-se o canudinho na ponta do clipe, de modo que ele fique na posição vertical.

2º: Com o outro clipe em mãos, desdobre-o também e forme um I maiúsculo (Figura 1 B).

Figura 1 - Clipe em L e I

Fonte: Autorial própria (2020)

Pega-se o segundo canudinho, dobre ele ao meio e marcando-o, introduzindo o clipe aberto em forma de i no meio do canudinho e coloca-o sobre a ponta do canudinho 1, que foi colocado na borracha, formando um T (Figura 2):

Figura 2 - Montagem com canudinhos

Fonte: Autorial própria (2020)

3º: Retira-se o canudinho 2, atrite-o com uma das folhas de papel toalha, ou um pedaço de papel higiênico. Deve-se passar o papel em uma metade do canudinho

de cada vez, sem retirar o clipe do meio, e sempre fazer movimentos com o papel em um mesmo sentido (não se pode esfregar o papel para frente e para trás, ou é só para frente ou para só para trás). Repete-se o movimento por pelo menos vinte vezes, em cada lado do canudinho. Coloca-se ele sobre o canudinho que se fixou sobre a borracha novamente. Cuidado para não trocar a mão o canudinho 1 (se isso acontecer, pode alterar o resultado final).

4º: Agora com canudinho 3, repete-se o processo de esfregar o papel toalha, ou higiênico, por pelo menos 20 vezes. Como esse não tem o clipe no meio, dá para fazer nele todo (lembrar que é em apenas um sentido).

5º: Pronto, agora pede-se para que o aluno que está com o terceiro canudinho aproximá-lo do segundo para ver o que acontece.

6º: Eles vão observar que o outro canudinho se move, afastando-se do terceiro. Pede-se para o aluno tentar colocar o terceiro canudinho na parede, eles poderão notar que o canudinho se fixa na parede.

7º: Lembre-os da folha de papel toalha ou de papel higiênico. Pede-se para o aluno que estava com ela na mão aproximá-la do canudinho 2, mas cuidando para não deixar o canudinho 2 tocar a folha de papel. Eles notarão que o canudinho será atraído agora, em direção a folha de papel.

Mas afinal o que está acontecendo? Deve-se questiona-los, deixá-los procurar as respostas na internet, ou até mesmo em livros didáticos. Pode-se pedir para tentarem explicar os acontecimentos que eles observaram.

Muitos dos professores, erram nesse momento. Ao invés de deixá-los procurar as explicações, acabam explicando, dando todas as respostas. Deve-se ir com calma, deixá-los descobrir por conta própria, apenas mediando e fazendo perguntas, que indiquem o caminho a seguir. Ao final, pode-se deixar cada grupo expor suas conclusões e só depois fazer uma sistematização, usando o que cada grupo trouxe durante a sua exposição e pedir que eles façam uma conclusão sobre esse experimento.

O objetivo desse primeiro experimento é que os alunos descubram o que é Energia Eletrostática e que esse fenômeno foi observado inicialmente por Tales de Mileto, porém, este morreu sem descobrir o que era isso. Além da Energia Eletrostática, os alunos deveram cita, em seus relatórios, a eletrização dos corpos, que deixa-os carregados de forma positiva ou negativa, das reações de atração e

repulsão, que ocorre entre elas, que todo corpo tem uma carga elétrica, que pode ser alterada e que não existe um corpo sem carga elétrica.

3.1.1 PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO (ATRITO, CONTATO E INDUÇÃO)

Serão realizados três experimentos para compreensão os processos de eletrização, mas antes é bom rever como foi a atuação dos grupos, e dessa vez são eles que deverão trazer o material. Segundo Colello (2009), pesquisadora de Filosofia e Ciências da Educação da Universidade de São Paulo:

Divididos de forma adequada e sob a supervisão do professor, os alunos aprendem na troca de pontos de vista, ganham espaço para criar e passam a testar hipóteses, refazer raciocínios e estabelecer correlações, para construir conhecimentos. A discussão e a argumentação crítica também são elementos constitutivos da aprendizagem (p. 159).

Neste momento deve-se conversar com as equipes para ver como foi o trabalho, se todos tem colaborado, se um tem ajudado o outro, claro que nas observações feitas durante a aula, o professor já sabe-se é necessário mudar algum grupo, mas impor uma condição é muito difícil, e até desgastante, ainda mais no Ensino Médio, assim é mais fácil que eles percebam a necessidade da mudança. Neste trabalho o melhor é ir fazendo adequações nos grupos durante o processo, e combinar com eles que em alguns momentos eles vão trabalhar em grupos escolhidos por eles e em outros, pré-estabelecidos pelo professor, assim eles terão contato com outros colegas, para que aja uma troca maior, e que ambos percebam quando a opinião de um colega pode mostrar algo de uma perspectiva diferente.

Feita essa reflexão com os grupos, e adequações necessárias, é hora de combinar com eles o material que eles devem trazer para a realização dos três experimentos: Eles deverão trazer uma borracha, dois cliques, quatro canudinhos, um em forma de L e os outros normais, um pedaço de linha de costura, um pedaço de papel alumínio, um quadrado feito de cartolina, com três centímetros de lado, e uns sessenta centímetros de papel higiênico.

3.1.1.1 ELETRIZAÇÃO POR ATRITO

Com os alunos, organizados em grupos eles irão montar novamente o primeiro experimento, onde foi usado uma borracha, dois cliques e três canudinhos. Depois de

tudo pronto, o professor deve dar ênfase na situação onde o canudinho é atraído em direção ao papel, em que foi atritado.

Pergunte aos alunos:

O que está acontecendo?

Por que o papel atrai o canudinho?

O que ocorreu com o canudinho quando foi atritado com o papel?

Que tipo de energia está presente? Qual é o nome desse processo?

Esse processo é igual em todos os corpos?

Quantos tipos de eletrização existe? Qual é a diferença entre eles?

O professor deve incentivar a pesquisa em dispositivos móveis e nos livros didáticos, pois a maioria aborda esse assunto.

Eles devem chegar à conclusão que as cargas envolvidas são diferentes, por isso que o canudinho é atraído pelo papel e vice-versa. Neste momento, é hora deles identificarem como o processo de eletrização, deixando o corpo positiva, que estão relacionadas a perda (positiva), e ganho (negativa) dos elétrons, para tanto é necessário observar os grupos e ir mediando a pesquisa, para que os resultados sejam alcançados.

3.1.1.2 ELETRIZAÇÃO POR CONTATO

Esse experimento foi tirado do livro “Física em Casa”, de Nunes e Arantes (2016). Para tal, vamos usar: borracha, o clipe, o canudinho em formato de L, um canudinho normal, um pedaço de linha de costura, um pedaço de papel alumínio e um pedaço de papel higiênico para atritar o canudinho normal.

Para montagem: fixar o canudinho em formato de L na borracha, usando o clipe, com o pedaço de papel alumínio deve se fazer uma pequena bolinha e com a linha de costura será possível amar a bolinha ao canudinho, deixando-a suspensa do chão (Figura 3):

Figura 3: Montagem do experimento



Fonte: Nunes e Arantes (2016)

O segundo canudinho deve ser atritado ao papel higiênico, após o processo, deve se colocá-lo em contato com a bolinha por três segundos, atrite novamente o canudinho com o papel higiênico e tente tocar novamente na bolinha com o canudinho.

Aqui pode-se sugerir aos alunos comparem as duas situações e pesquisem sobre as mesmas para explicar o ocorrido. Os alunos devem concluir, com a pesquisa, que antes a bolinha tinha dois tipos de cargas, ela estava em equilíbrio, quando o canudinho é aproximado, as cargas se separam, de um lado ficam as positivas e do lado oposto da bolinha as negativas, como o canudinho está carregado negativamente, ele atrai as cargas positivas, atraindo assim a bolinha no primeiro momento, mas quando ele toca a bolinha, parte de seus elétrons passa para a bolinha, que passa a ter um número maior de elétrons, ficando eletrizado negativa, assim quando o canudinho é aproximado novamente, ele passa a ser repellido, pois ambos tem o mesmo tipo de carga.

3.1.1.3 ELETRIZAÇÃO POR INDUÇÃO

Os alunos, organizados em trios ou duplas, deverão montar outro experimento, também adaptado do livro “Física em Casa”, de Nunes e Arantes (2016), eles vão precisar:

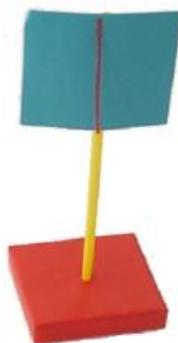
- Dois cliques.
- Uma régua de 15 centímetros ou 30 centímetros.
- Sessenta centímetros de papel higiênico.
- Dois canudinhos de plástico.
- Uma borracha.

- Um pedaço de cartolina.
- Um pedaço de papel de seda.
- Cola branca, para papel.
- Tesoura e fita adesiva (durex ou fita crepe).

Orientações para montagem: usando a tesoura recorte da cartolina um quadrado de 7x7 centímetros, pegue o papel de seda e corte uma tira bem fininha, de 7 centímetros de comprimento, cole essa tira do lado de cima, do quadrado que recortou da cartolina, só a pontinha, o restante deve ficar solto, agora cole ou fixe (usando a fita) o quadrado na ponta do canudinho.

O melhor a se fazer é colar o quadrado de cartolina, espere a cola secar, pois assim ele não solta, já fizeram com fita, mas em alguns casos o quadrado acaba caindo do canudinho durante o experimento; agora abra o clipe, formando um I (Figura 1 B), fixe o mesmo sobre a borracha, perfurando-a, coloque o canudinho, com o quadrado de cartolina, em sua ponta (Figura 4):

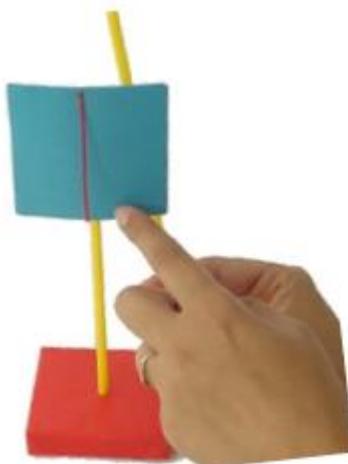
Figura 3: Eletrização por contato



Fonte: Nunes e Arantes (2016)

A montagem está pronta. Agora pegue o outro canudinho e atrite o mesmo com o papel higiênico, pelo menos vinte vezes, aproxime o mesmo da parte de traz do quadrado de cartolina, tome cuidado para tocar no quadrado com o canudinho. A fita do outro lado do quadrado vai se levantar, com a fita levantada peça para um de seus colegas tocar, com os dedos da mão, no quadrado feito de cartolina (Figura 5):

Figura 4: Movendo as cargas



Fonte: Nunes e Arantes (2016)

Assim que o colega tirar a mão do quadrado, retire o canudinho de perto e observe o que aconteceu.

Eles vão notar que a fita, de papel de seda, permanece levantada, como se continuasse a interagir com o canudinho, mas o canudinho foi retirado (Figura 6). O que está acontecendo ali?

Figura 5: Resultado dos procedimentos



Fonte: Nunes e Arantes (2016)

Deixe eles tentarem explicar o que está acontecendo, usando o que eles já aprenderam; é bom dar voz a todos que queiram falar, e só depois partir para a pesquisa, que pode ser com o uso do celular, ou no livro didático, pois ele traz esse conceito.

Como nos processos anteriores, oriente os alunos, sempre fazendo boas perguntas, mediando o processo: com a pesquisa eles devem descobrir que esse processo de eletrização se chama indução; quando aproxima o canudinho do quadrado de cartolina, ele obriga as cargas de mesmo sinal a irem para fita de seda, que é repelida pela carga do canudinho, pois tem o mesmo tipo de carga, já no quadrado de cartolina, tem-se uma carga oposta à do canudinho e a da fita, do papel de seda, quando o quadrado é tocado, cargas iguais ao do canudinho, passam da mão para o quadrado de cartolina, que começa a repelir a fita do papel de seda, pois tem o mesmo tipo de carga.

É a conclusão inicial, mas já é hora de irem além, pois eles já sabem que é apenas os elétrons que se movem, assim se o canudinho está carregado negativamente (excesso de elétrons), ele obriga os elétrons, que estão no quadrado de cartolina, a irem para a fita de seda, quando o aluno toca no quadrado, elétrons presentes em seu corpo passam para o quadrado, deixando-o eletrizado negativamente também, assim ele repele a fita de seda, que permanece levantada.

Agora se o canudinho estiver carregado positivamente (falta de elétrons), ao ser aproximado do quadrado, os elétrons, tanto do quadrado, quanto da fita de seda, serão atraídos para a superfície do quadrado de cartolina, quando o mesmo é tocado pelo aluno, esses elétrons passam para ele, e a fita de seda e o quadrado ficam carregados positivamente, assim elas se repelem, por terem o mesmo tipo de carga.

Como nos processos anteriores é interessante que se faça um debate com os resultados encontrados pelos grupos, se for necessário, o professor pode fazer uma sistematização e depois os grupos elaboram seus relatórios, que poderão ser entregues.

3.1.1.4 A CARGA ELEMENTAR

Sugere-se neste momento fazer uma retomada, uma revisão das aulas anteriores, pois segundo o coordenador pedagógico Neto (2018).

O planejamento, ludicidade e debate têm um papel central no processo da revisão, é importante ter em vista que esse aprendizado não pode ser unilateral – do tipo em que o professor fala e o aluno escuta. “É essencial que

o aluno se torne parte de do processo de revisão, para que esse momento seja significativo no aprendizado dele” (p. 25).

Pode-se fazer o uso de algumas perguntas:

- *Como ocorre a eletrização de um corpo?*
- *E a positiva? Qual é a diferença entre as duas?*
- *Como um corpo pode ser eletrizado? Como ocorre cada um desses processos?*
- *Que interações ocorrem entre cargas de mesmo sinal? E de sinais diferentes?*
- *Será que é possível identificar ou calcular uma carga elétrica?*

Aqui está o x da questão, pois o interesse é chegar na definição de carga elementar. Mas se simplesmente entregarmos isso a eles, não será interessante. Deve-se pesquisar, usando o celular ou o livro didático onde tem essa definição.

- *Existe diferença entre o elétron e o próton?*

O objetivo aqui é retomar o que eles aprenderam em Química, na primeira série do Ensino Médio, sobre prótons e elétrons, pois é necessário se lembrarem que o próton tem carga positiva, o elétron negativa, que a diferença entre o valor das cargas é apenas o sinal, e claro, o próton tem massa e o elétron tem massa quase que insignificante ($9,109\ 389 \times 10^{-31}$ kg).

Além de retomar, é necessária a descoberta de novas informações, como a carga elementar, que é a menor quantidade de cargas encontrada na natureza, equivale a $1,6 \times 10^{-19}$ C (Coulomb), e para se calcular a Carga Elétrica de um corpo se usa a equação (1): $Q = n \cdot e$ (1)

Onde n é o número de elétrons que estão em excesso ou falta, e se refere a carga elementar, que sempre equivale a $1,6 \times 10^{-19}$ C e Q a Carga Elétrica carga elétrica. Eles devem descobrir essas informações com a pesquisa, apenas media-se o processo, com perguntas que vão aproximando-os do caminho e das informações necessárias.

Após a pesquisa cada grupo deve formular três questões, que utilize a equação (1) para serem resolvidas. Essas questões serão entregues para outro grupo resolver. Depois de resolvidas, os grupos pegam suas questões, que foram feitas por eles mesmos, para corrigi-las e expor para a sala a resolução da mesma.

Após a exposição de todos os grupos, cada grupo receberá as questões que resolveram corrigida e como sistematização vamos propor a resolução de mais quatro questões sobre o assunto, que serão recolhidas ao final da aula e corrigidas pelo professor.

Se por acaso muitos alunos não conseguirem resolver essas questões, como recuperação, eles poderão resolver a mesma atividade, mas cada grupo agora terá o papel de resolver apenas uma das questões. Para isso reorganize os grupos, colocando em cada um, pelo menos um aluno que tenha conseguido acertar a questão a ser resolvida novamente, ou que chegou perto da resolução correta. Cada grupo deverá expor sua resolução, que será comparada com a dos colegas, pois são apenas quatro questões, assim teremos mais grupos desenvolvendo a mesma questão.

Com a exposição dos colegas, eles mesmos vão descobrir o que fizeram de errado e até mesmo os erros que os colegas cometeram.

Vygotsky (1987, p. 61), destaca que eles aplicar o que já sabem (conhecimento real) sozinhos, e o que não sabem (conhecimento potencial), com ajuda, que pode ser dos colegas ou do professor.

Ao final as questões serão recolhidas, com as novas resoluções, para registro do professor. Claro que os alunos deveram ter as resoluções copiadas em seus cadernos, para que possam ser consultadas mais tarde pelos mesmos.

3.1.1.5 A FORÇA ENTRE CARGAS

Pode-se analisar alguns fatos: quando se aproxima um canudinho do outro, no primeiro experimento, nota-se que um repele o outro, já quando se aproxima o papel em que ele foi atritado, nota-se que o canudinho é atraído, ou seja, existe uma força que age entre eles. Que força é essa? De onde ela vem? Será que tem como calcular?

Deve-se dar um tempo para que os alunos pesquisem sobre o assunto, mas dessa vez eles vão ter que consultar o livro didático e a internet. Indicar para consultar o site: wwwsofisica.com.br, sendo que eles podem pesquisar outros sites também.

Com a pesquisa, os alunos devem chegar a lei de Charles Augustin Coulomb, a qual refere-se às forças de atração ou repulsão, entre duas cargas. Em seus estudos, ele chegou à conclusão de que a Força Elétrica, entre duas cargas puntiformes (corpos de dimensões desprezíveis), é diretamente proporcional ao produto dos módulos de cada carga e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa as duas cargas.

Eles vão encontrar a equação (2): $F = K \cdot Q_1 \cdot Q_2 / (2)$

$$d^2$$

Onde F é a Força Elétrica, em Coulomb, K se refere a uma constante, que depende do meio onde as cargas são encontradas e o seu valor mais usual é igual a $9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ considerado quando esta interação acontece no vácuo. Finalmente as letras Q_1 e Q_2 se referem a carga um e carga dois.

Neste momento deve-se aplicar essa fórmula na resolução de uma situação problema, que pode ser retirada do livro didático, formulada pelo professor ou retirada da internet. Após a resolução e intervenções necessárias, provavelmente será necessário revisar algumas propriedades e, se for possível, pedir auxílio ao professor de Matemática, se os alunos tiverem extrema dificuldade.

Como produto final desta atividade, pode-se propor mais três exercícios, que deverão ser entregues junto com o primeiro, que foi proposto ao grupo, pelos colegas de outro grupo.

3.1.1.6 O QUE É CORRENTE ELETRICA?

Pode-se iniciar esta atividade falando sobre o que já se sabe em relação as cargas elétricas, a força de interação entre elas, pois é um bom momento de “ver a eletricidade”. Benjamin Franklin fez um experimento que ficou para a história, muito perigoso e que poderia ter custado sua vida.

Para o próximo experimento, será preciso de:

- Uma forma de pizza, média, de alumínio.
- Um pedaço de cano de PVC, de $\frac{1}{2}$ ou $\frac{3}{4}$, de 35 centímetros.
- Sete pedaços de forro de PVC com comprimento igual a 70 centímetros.
- Uma blusa de lã ou algo parecido.
- Uma lâmpada de led ou fluorescente, compacta.

Eles precisam de cola quente, que poderá ser providenciado pelo grupo, a menos que o professor se proponha a fornecer.

Com os materiais em mãos, pode-se organizar a montagem:

Inicialmente pega-se a forma de pizza, marca-se o centro aproximado e coloca-se o cano de PVC, com a cola quente, deixando secar por aproximadamente dez minutos (Figura 7):

Figura 6: Montagem da forma

Fonte: Thenório (2014)

Enquanto seca, encaixa-se os forros de PVC, um no outro, formando um retângulo (Figura 8):

Figura 7: Montagem do PVC

Fonte: Thenório (2014)

Neste momento, será possível “ver a eletricidade”: pega-se a blusa de lã e a passa-se sobre o forro de PVC, em um único sentido (como o que foi feito no processo de eletrização do canudinho). Coloca-se o braço próximo do forro, para ver se seus pelos serão atraídos, quando eles estiverem sendo atraídos coloca-se a forma de pizza sobre o forro. Neste momento será preciso atenção para segurar a mesma pelo cano de PVC, que foi fixado nela.

Um dos colegas deverá tocar na forma, ainda sobre o forro de PVC, depois apaga-se a luz da sala, pois em um ambiente mais escuro será mais fácil de ver a reação. Outro colega, ou até o mesmo, deverá pegar a forma de pizza pelo cano de PVC e um dos colegas deverá aproximar um dos dedos da mão, da forma, cuidando para não a tocar.

Os alunos devem observar com atenção, pois eles verão uma pequena faísca entre o dedo e a forma de pizza (Figura 9):

Figura 8: Faísca



Fonte: Thenório (2014)

Então, coloca-se a forma de pizza sobre o PVC novamente, tocando-a com a lâmpada. Neste momento eles observarão que a lâmpada pisca! Depois, retira-se a forma do PVC e a toca-se novamente na lâmpada e ela irá piscar novamente.

Surge então a possibilidade de entender o que foi observado, mas desta vez eles não poderão pesquisar, pois possivelmente já possuirão as informações necessárias para compreendermos resultados. Pode-se aproveitar o instante para passar algumas questões norteadoras para orienta-los:

- *Qual é o processo de eletrização que ocorreu no forro de PVC?*
- *De que maneira o forro ficara eletrizado? Por que?*
- *O que acontece com as cargas presentes na forma de pizza, quando é colocada sobre o forro de PVC?*
- *Quando tocamos com o dedo a forma de pizza, que está sobre o forro de PVC, o que acontece com as cargas elétricas da forma de pizza?*
- *A pequena faísca que vemos, entre o dedo e a forma de pizza, é de carga positiva ou negativa?*
- *A faísca salta do dedo para a forma de pizza ou da forma de pizza para o dedo?*
- *Por que a lâmpada pisca, quando tocamos a forma de pizza que está sobre o forro de PVC?*
- *Por que a lâmpada pisca novamente, quando toca a forma de pizza, que não está mais sobre o forro de PVC?*
- *A corrente elétrica tem alguma coisa a ver com elétrons? Comente.*

Pode-se dar um tempo para responderem as questões, permanecendo sempre em grupo. Depois, pede-se para cada grupo expor suas respostas, onde todos os

grupos vão expor a resposta da primeira questão, depois da segunda e assim por diante.

As respostas de uns vão complementar a dos outros colegas, assim, eles chegarão facilmente as conclusões necessárias, entendendo que ocorre a eletrização por atrito no forro de PVC – como o PVC é isolante, ele ficou carregado negativamente, pois ele ganha elétrons.

Quando a forma de pizza for colocada sobre o forro de PVC, a carga negativa será empurrada para superfície da forma de pizza, a positiva será atraída para parte de baixo da forma, próximo ao PVC. Quando se toca com o dedo na forma, que ainda está sobre o PVC, as cargas negativas se deslocarão para pessoa, assim a forma ficará carregada positivamente (falta de elétrons).

No momento em que se toca na forma de pizza, que está carregada positivamente, vê-se a faísca que salta do dedo da pessoa para a forma, pois apenas os elétrons se movem. Quando a lâmpada pisca, no momento em que a forma de pizza estará sobre o forro de PVC, serão os elétrons saindo da forma de pizza, e no segundo momento, serão os elétrons voltando para forma de pizza.

Este final mostrará que a lâmpada pisca porque existem elétrons se movimentando e essa é a ideia de corrente elétrica: o movimento de elétrons.

Depois que acabar o debate com as questões, cada grupo poderá fazer as alterações necessárias, em suas respostas e poderão entregar uma cópia ao professor.

3.1.1.7 OS COMPONENTES DE UM CIRCUITO ELÉTRICO

Para o próximo experimento, vamos precisar de:

- Um soquete com rabicho;
- Uma lâmpada compacta, de led ou fluorescente;
- Um metro de fio 1,5 milímetro, mas pode ser outro qualquer que você tenha em casa;
- Plugue macho, dois pinos ou três;
- Um filtro de tomada;
- Fita isolante;
- Uma tesoura, sem ponta;
- Uma chave Philips, pequena;
- Um alicate de corte;

Este último servirá para descascar, e até mesmo cortar, os fios que serão trazidos pelo professor. Um estilete poderá ser usado também, mas deve-se tomar cuidado para não se machucar.

Para montar o circuito elétrico, inicialmente o professor deverá passar nos grupos, cortando os fios no meio e descascando as pontas dos mesmos. Depois, com o auxílio da chave Philips, os alunos deverão abrir o plugue macho, conectar os fios, e depois fechá-lo. As outras pontas deverão ser ligadas as pontas dos fios que já estão no soquete – já que quando você compra com rabicho, geralmente ele já vem com um pedaço de fio (Figura 10):

Figura 9: Circuito simples



Fonte: Autoria própria (2020)

Em muitas salas será necessário orientar os alunos sobre a maneira correta de se torcer um fio sobre o outro. Apesar de ser um circuito simples, será bom orientá-los para tomar este cuidado.

Com a fita isolante cobre-se as duas emendas feitas próximas ao soquete. Depois, conecta-se a lâmpada no soquete e o circuito estará pronto. Faltará apenas colocá-lo na tomada. Para isso, pode-se conectar um filtro de tomada ao outro, deixando, se possível, uma tomada livre para cada grupo.

Neste momento pode-se ligar os circuitos nas tomadas, verificando se todos acenderam. Depois, deve-se pedir para tirarem os circuitos das tomadas e com o

circuito desligado eles vão desfazer a emenda que ficará antes da lâmpada. Então, um dos colegas deverá segurar os fios afastados pela parte isolada e outro colega deverá ligar o circuito novamente para eles observarem o que acontece.

Agora, desliga-se o circuito da tomada, refazendo a ligação dos fios e isolando-os novamente. Então pega-se a emenda depois da lâmpada e a desfaz, repetindo os procedimentos anteriores.

Deve-se colocar os alunos para pensar, apesar de ser um experimento simples, eles deverão notar que a lâmpada só acenderá se existir um fluxo de elétrons. Para eles chegarem a essa conclusão pode-se propor as seguintes questões:

- O que acontece quando ligamos o circuito pela primeira vez?
- Por que a lâmpada acende? Tem alguma coisa a ver com aquela faísca que vimos no experimento anterior?
- Quando desligamos o fio antes da lâmpada, ela ainda acende? Por que?
- Quando desligamos o fio após a lâmpada, ela acende? Por que?
- O que passa dentro do fio, que faz a lâmpada acender?

Nesse momento não será necessário consultar a internet, apenas as anotações que estarão no caderno. Pode-se dar um tempo a eles, depois inicia-se o debate entre os grupos, como nas atividades anteriores. Nesta atividade, os alunos já deverão estar mais à vontade para colocarem seus pontos de vista sem medo de errarem.

Com o debate eles deverão chegar à conclusão que a lâmpada acenderá no primeiro momento porque o circuito estará fechado. O que passará pelo fio condutor serão os elétrons e quando se interrompe o circuito, antes ou depois da lâmpada, impede-se a movimentação dos elétrons e assim a lâmpada não acende. Para que a lâmpada acenda será necessário que os elétrons estejam em movimento, como em uma mangueira com água.

Depois das complementações necessárias, cada grupo deverá entregar uma cópia das questões para o professor.

3.1.1.7.1 CIRCUITO ELETRICO EM SÉRIE

Para o próximo experimento, será preciso:

- Do circuito construído anteriormente;
- Dois soquetes com rabicho;

- Duas lâmpadas, iguais a usada no circuito montado anteriormente, que vai ser aproveitado aqui;
- Fita isolante;
- Filtro de tomada;

A montagem será simples. Pega-se o circuito, que será montado anteriormente e desliga-se o fio de um dos lados do soquete. Então liga-se o fio de um soquete no outro, de modo que os três soquetes fiquem ligados (Figura 11):

Figura 10: Circuito em série



Fonte: Autoria própria (2020)

O último soquete deverá ser ligado no fio que será desligado inicialmente. Não se deve esquecer de isolar tudo corretamente. Então coloca-se as três lâmpadas, uma em cada soquete e liga-se a tomada para ver o que acontecerá.

Com o circuito ligado, eles deverão observar se ocorrerá diferença na luminosidade das lâmpadas. Com uma caneta ou lápis, faz-se um risco em um dos lados do plugue macho e retira-se o plugue do filtro. Pede-se para que invertam a posição, deixando o risco que será feito escondido. Neste momento, ligue-o novamente na tomada.

Depois, retira-se a primeira lâmpada e observa-se o que acontecerá com as demais. Coloca-se a primeira novamente e retira-se a segunda, observando o que

acontecerá com as demais. Finalmente, coloca-se de volta a segunda e retira-se a última e observa-se o que acontecerá.

Pode-se questionar os grupos com as seguintes questões:

- *Existe diferença na luminosidade das lâmpadas, quando as três estão ligadas?*
- *O que aconteceu quando trocamos o plugue macho de lado?*
- *O deve estar gerando essa diferença de luminosidade nas lâmpadas?*
- *Quando retiramos a primeira lâmpada o que aconteceu? E a segunda?*
- *Por que aconteceu isso quando retiramos as lâmpadas?*
- *Qual é o nome desse circuito elétrico? Pesquise na internet.*
- *Façam um desenho do circuito montado pelo grupo;*

Depois dá-se um tempo para que façam um debate entre os grupos e sobre as questões propostas, assim os grupos poderão contribuir um com o outro e poderão chegar à conclusão esperada: que a diferença na luminosidade das lâmpadas estará relacionada a falta de corrente elétrica (fluxo de elétrons), que ocorrerá devido a poucos elétrons conseguirem passar pela primeira lâmpada e que não conseguirão acionar a segunda direito – e muito menos a terceira.

Quando inverte-se o plugue macho, eles deverão perceber que a corrente elétrica mudará de direção, pois a lâmpada que estava com menos luminosidade, ficará com mais brilho, pois a corrente elétrica começa a entrar pelo lado que estava saindo. Com a pesquisa na internet, os alunos chegarão ao nome do circuito, que é chamado de circuito em série.

Ao final, ambos os grupos deverão confeccionar um relatório que deverá ser entregue ao professor e cada componente do grupo deverá ter uma cópia em seu caderno.

3.1.1.7.2 CIRCUITO ELETRICO EM PARALELO

Agora os alunos vão montar um circuito diferente. Dessa vez, eles precisarão de poucos itens:

- O circuito em série montado anteriormente.
- Fita isolante;
- Um guardanapo de tecido;
- Sessenta centímetros de fio, 1,5 mm;
- Filtro de tomada;

Na montagem, o primeiro passo será preparar o fio de sessenta centímetros, que o professor deverá cortar ao meio, descascar as pontas, marcar quinze centímetros e descascar novamente. O professor deverá repetir o processo até que todos os grupos tenham dois pedaços de fios, com trinta centímetros cada, com o ponto central descascado.

Feito isso, coloca-se um fio paralelo ao outro, com uma distância aproximada de dez centímetros. Solta-se os três soquetes do circuito em série e conecta-se um entre as duas pontas e outro no ponto central onde foi descascado. Deve-se ter atenção, pois cada perna (fio) do soquete deverá ser ligado a um dos fios paralelos, assim os soquetes estarão ligados entre os dois fios paralelos.

Liga-se o último soquete nas duas pontas que vai sobrar, juntamente com o plugue macho, fechando o circuito elétrico, como mostra a (Figura 12):

Figura 11: Circuito em paralelo



Fonte: Autoria própria (2020)

Agora conecta-se as lâmpadas aos soquetes e liga-se o circuito no filtro de tomada. Com a seta ou risco que fizemos no experimento anterior para frente. Os alunos deverão observar a luminosidade e com o uso do guardanapo, eles deverão tirar a lâmpada do primeiro soquete.

Coloca-se então a primeira lâmpada de volta e retira-se a segunda. Logo, coloca-se a segunda de volta e retira-se a terceira. Por fim, deixa-se apenas uma lâmpada no circuito e liga-se o circuito novamente.

Pode-se pedir para os alunos retirarem o plugue do filtro de tomada e liga-lo novamente, porém com a seta voltada para traz desta vez. Eles deverão repetir os procedimentos anteriores.

Sugere-se questioná-los para instiga-los a entender os resultados:

- *Existe diferença na luminosidade de uma das três lâmpadas?*
- *O que acontece com o circuito, quando retiramos uma das lâmpadas?*
- *Quando trocamos, o plugue macho de lado, ocorre alguma alteração no circuito?*
- *Pesquise na internet o nome desse circuito.*
- *Faça um desenho desse circuito, em seu caderno, compare com o desenho do circuito anterior. Que diferenças podemos notar entre um circuito e o outro?*

Deve-se dar um tempo para os grupos responderem e depois pode-se iniciar um debate usando as questões anteriores, onde os grupos deverão expor suas respostas de acordo com a questão.

Ao final, cada grupo poderá chegar à conclusão que a luminosidade das três lâmpadas será a mesma, pois retirar lâmpadas não irá alterar sua luminosidade e nem apaga as outras, já que uma não depende da outra porque vão estar ligadas diretamente a fonte (tomada). Assim, a corrente elétrica não precisará passar por uma lâmpada para chegar a outra e poderão descobrir que o nome desse circuito é circuito paralelo.

Como nos outros experimentos, cada grupo deverá entregar um relatório, contendo as informações citadas acima, para o professor.

3.1.1.8 O CAMPO MAGNÉTICO AO REDOR DA CORRENTE ELETRICA.

Os alunos reproduzirão a experiência de Hans Christian Oersted (1819), com algumas adaptações que serão necessárias. Para esta experiência será preciso de:

- Um filtro de tomada;
- Uma bússola;
- Uma placa de isopor de 10 cm x 20 cm;
- Um estilete;
- Fita isolante;
- Uma régua;
- Uma fonte de celular;

- Um pedaço de fio de 1,5 mm (deverá ser aquele que tem vários fios finos dentro, com 10 cm de comprimento);

A montagem será simples, inicialmente o professor passará em cada grupo e com o uso de um alicate puxará um dos fiozinhos que constitui o fio de 1,5 mm. Agora cada grupo deverá colocar sua bússola sobre a mesa e ao seu lado o pedaço de isopor. Mede-se então um dedo acima da bússola e corta-se dois pedaços de isopor de tamanhos iguais, usando-se o estile e a régua. Cada pedaço deverá ser colocado de um lado da bússola. Com o fiozinho que será retirado pelo professor passa-o de um lado ao outro da bússola, perfurando-se os pedaços de isopor, mas pode-se usar a fita isolante para fixar o fio também.

Logo, remove-se o conector USB da ponta do carregador de celular e liga-o a uma das ponta no fiozinho que está no isopor. Depois, coloca-se o carregador na tomada e toca-se no outro lado com o fio (Figura 13). Neste momento deve-se observar o que ocorrerá com a bússola.

Figura 12: Experiência de Oersted



Fonte: Autoria própria (2020)

Depois disso, desliga-se o carregador e inverte-se o fio do mesmo que estava ligado no fiozinho, fazendo o mesmo do outro lado. Liga-se o carregador novamente e toca-se do outro lado com o outro fio do carregador. Observa-se o que acontecerá com a bússola.

Em ambos os casos a agulha da bússola deverá se mover, ficando tangente sobre o fio. Porém, quando invertemos o fio de lado a agulha vai girar no sentido contrário do inicial. Neste momento pode-se pedir aos grupos que pesquisem, na internet ou no livro didático, sobre o que eles viram. Pode-se passar algumas questões para orientar a pesquisa:

- *Como uma bússola funciona?*
- *A corrente elétrica pode atrair uma bússola? Explique*
- *Alguém já estudou esse comportamento? Quem foi ele?*
- *O que se forma ao redor do fio, onde a corrente elétrica está passando?*
- *Existe algum cálculo que nos de o valor dessa interação?*
- *É possível saber para que lado a bússola vai girar? Explique.*

Pode-se dar um tempo para eles pesquisarem e depois começar um debate com os alunos sobre as questões acima. Cada grupo poderá expor a informações que encontrarão. Ao final, é possível dar um tempo para eles fazerem as correções e complementações necessárias e posteriormente os grupos confeccionarão um relatório da experiência que será entregue ao professor.

Eles deverão descobrir, com a pesquisa, que a bússola não passará de um ímã, que girará livremente sobre um eixo e que é atraída pelos polos magnéticos do planeta. Quando ela é colocada próxima a uma corrente elétrica, a mesma é atraída pelo campo magnético que se forma ao redor do fio condutor. Quando neste vir a passar uma corrente elétrica, a bússola fica com sua agulha tangente ao fio, já ao inverter-se os fios do carregador, inverte-se o sentido da corrente elétrica e assim a agulha da bússola girará no sentido contrário, mas permanecerá tangente ao fio, por onde estará passando a corrente elétrica.

O nome de Hans Christian Oersted deve aparecer, a regra de Fleming da mão direita, que indica o sentido do campo magnético. A partir do sentido da corrente elétrica, que é indicada pelo dedão e os dedos da mão, indica-se o campo magnético ao redor do fio por onde a corrente elétrica estará passando, assim será possível saber para que lado a bússola irá girar.

A equação para o cálculo da intensidade do campo magnético é:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi \cdot R} \quad (3)$$

Onde μ é a grandeza física que caracteriza o meio no qual o fio condutor está imerso. Essa grandeza é chamada de permeabilidade magnética do meio. A unidade

de μ , no SI, é T.m/A (tesla x metro/ampere). Para o vácuo, a permeabilidade magnética (μ_0) é igual a $4\pi \cdot 10^{-7}$ T.m/A.

Pode-se aprofundar, fazendo aplicação da equação (3), ou parar por aqui, pois esta etapa não é exigida no currículo do Estado de São Paulo. Porém, sabe-se que a maioria dos coordenadores e diretores sugerem ir além do que o livro didático ou o currículo traz, assim será interessante explorar a aplicação da equação (3), com alguns exercícios, que podem ser encontrados facilmente em livros didáticos ou na internet.

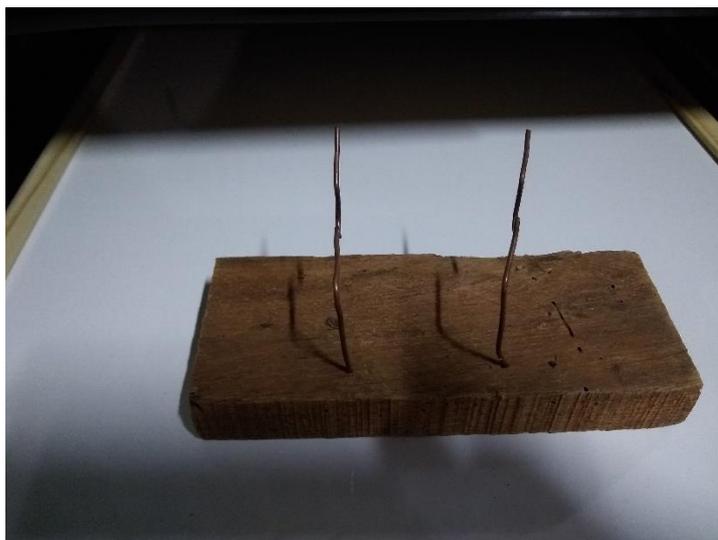
3.1.1.8.1 O MOTOR ELÉTRICO.

Os alunos irão montar um motor elétrico simples, onde será necessário:

- Uma fonte de celular;
- Um filtro de tomada;
- Um ímã de alto falante, não precisa estar inteiro;
- Uma tesoura, sem ponta;
- Um fio de cobre envernizado (costuma estar enrolado em bobinas de motores pequenos, como de um liquidificador, número 26);
- Um pedaço de forro de madeira, com 10 cm por 15 cm;
- Dois cliques, de tamanho médio ou grande, que podem ser substituídos por dois pedaços de fio de cobre maciço, cada um com 10 cm de comprimento;
- Uma pilha D ou um carregador de celular;

Pode ser que os alunos não consigam encontrar o fio esmaltado, então será preferível que o professor providencie o mesmo. Sugere-se pedir a eles procurarem em locais que trabalhem com materiais recicláveis ou em oficinas que façam reparos em motores elétricos.

Inicialmente dobra-se o fio de cobre, formando um r minúsculo, com os dois lados quase do mesmo tamanho, fixe o lado maior na madeira. No meio da outra parte, entorte-a formando um v. Pode-se fazer o mesmo com os cliques, se optar por eles (Figura 14):

Figura14: Suporte

Fonte: Autoria própria (2020)

Com o fio de cobre esmaltado deixa-se uma ponta de 4 cm, e dá-se 10 voltas com ele ao redor da pilha, deixando-se outra ponta de 4 cm. Com as pontas prende-se as voltas formando um círculo, mas cada ponta deverá ficar de um lado (Figura 15).

Figura15: Bobina de cobre

Fonte: Autoria própria (2020)

Depois, liga-se os fios do carregador de celular, um em cada haste, coloca-se o círculo (bobina) feito com fio de cobre e abaixo dele o ímã (Figura 16). Bata na mesma com um dos dedos para iniciar o movimento e bobina começará a se mover sozinha. Se não ocorrer, muda-se o ímã de posição e repete-se o processo, até que a bobina venha a girar sozinha.

Figura 136: Motor elétrico



Fonte: Autorial própria (2020)

Pode-se passar algumas questões para orientar as observações necessárias durante o experimento:

- *Retire a fonte da tomada; a bobina continua girando?*
- *Retire o ímã debaixo da bobina; ela continua girando?*
- *Inverta, os fios da fonte, de posição e observe o que acontece com o giro da bobina?*
- *Gire o ímã, invertendo-o, colocando a parte que está amostra virada para o foro; o que acontece com o giro da bobina?*
- *Vamos fazer uma segunda bobina, mas dessa vez raspe as duas pontas integralmente; coloque-a sobre o ímã; ela gira como a anterior?*

Com o término do experimento, pode-se aguçar a curiosidade dos alunos. Assim, pode-se pedir para que realizem uma pesquisa na internet para explicar o aquilo que vivenciarão. Sugere-se novamente trazer a eles alguns questionamentos, como:

- *Como um motor elétrico funciona?*
- *Por que acontece a repulsão ou atração entre dois ímãs?*
- *O que é um eletroímã? Como ele funciona?*
- *O que é uma bobina? Qual sua função?*
- *Por que quando desligamos a fonte, a bobina para de girar?*
- *E por que será que quando retiramos o ímã o mesmo acontece?*
- *Que interação ocorre entre a bobina, que nós construímos, e o ímã?*
- *Quais são as partes de um motor elétrico? Eles são todos iguais?*

- *Quem criou o primeiro motor elétrico? Quais descobertas foram importantes para sua criação?*
- *Quais são as leis da física, que fazem com que nosso motor funcione? Explique.*
- *Existem fórmulas que podem ser empregadas no motor elétrico? Quais?*

Pode-se acrescentar mais questões, depende a que ponto deseja-se chegar e da turma que se terá em mãos. Será interessante dar um tempo para os grupos pesquisarem e depois iniciar o debate com eles, questão a questão, onde todos os grupos poderão expor suas respostas, pois um grupo poderá complementar o trabalho do outro.

Ao final cada grupo deverá, como de costume, confeccionar um relatório com as respostas das questões, complementando-as se acharem necessário. Este deverá ser entregue ao professor.

Os alunos deverão chegar à conclusão que um motor elétrico funciona a partir das interações que ocorrem entre os campos magnéticos dos ímãs, e que a bobina age como um eletroímã, gerando um campo magnético ao seu redor quando é percorrida pela corrente elétrica que é atraída ou repelida pelo campo magnético do ímã. Além disso, perceberão que quando a bobina gira, a corrente elétrica é interrompida por alguns segundos, devido a parte que não foi raspada, assim ela conclui a volta. Se não fosse isso, ela seria atraída constantemente e por isso não conseguiria girar.

Os nomes de Hans Christian Oersted, André Marie Ampere (apelidado com Newton da eletricidade) e do inglês Michael Faraday, que descobriu a indução eletromagnética, entre outros, deverão aparecer nos trabalhos e suas descobertas.

3.1.1.9 GERANDO ELETRICIDADE

Com esse experimento pretende-se que eles entendam como a eletricidade é gerada. Será necessário:

- Um cooler de computador, facilmente encontrado em recicláveis ou centros eletrônicos;
- Um led, pode ser de algum brinquedo, também facilmente encontrado em recicláveis ou centros eletrônicos;
- O carregador de celular que usamos para montar nosso motor elétrico;
- Um filtro de tomada;

Começa-se ligando os fios do carregador de celular aos fios do cooler. Após ligar na tomada o plugue do carregador (Figura 17), eles verão que o cooler começará a girar.

Figura 17: Cooler ligado



Fonte: Autoria própria (2020)

Agora, desliga-se o carregador e liga-se o led no carregador - o led acenderá (Figura 18):

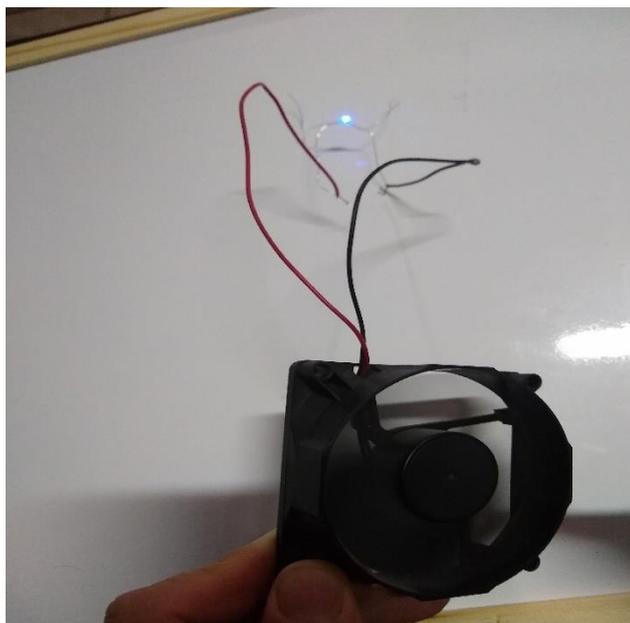
Figura 18: Led aceso



Fonte: Autoria própria (2020)

Para finalizar, liga-se o led nos fios do cooler (Figura 19). Um membro do grupo deverá sobrar a ventoinha do cooler (hélice), onde então o led acenderá. Aqui estará a grande questão a se fazer: porque o led acende?

Figura 19: Cooler aciona led



Fonte: Autor própria (2020)

Sugere-se antes desta as seguintes questões para orientar a pesquisa sobre o experimento e o debate sobre o assunto:

- *Quando se liga o cooler ao carregador, por que começa a girar? O que é acionado?*
- *Quando se liga o led ao carregador, por que ele acende?*
- *Em ambas as situações acima, o que foi necessário para que tanto o led, como o cooler funcionassem?*
- *Que tipo de transformação de energia ocorre entre o carregador e o cooler?*
- *Que tipo de transformação de energia ocorre entre o carregador e o led?*
- *Por que o led acende, quando é ligado ao cooler e alguém sobra nele? Que tipo de transformação de energia ocorre nesse caso?*
- *Todo motor quando gira, gera energia elétrica?*
- *O que ocorre dentro do motor, para que surja energia elétrica, nessa interação? As ideias do físico londrino Michael Faraday têm alguma coisa a ver com isso?*

É bom deixá-los pesquisar na internet, pois muitos não vão se lembrar dos termos Energia Potencial ou Energia Cinética, por exemplo. Assim pode-se dar um tempo para eles responderem e após isso iniciar um debate, sempre questionando os grupos sobre as respostas e conclusões que chegaram.

Os alunos deverão chegar à conclusão que tanto o cooler como o led funcionam devido a energia fornecida pelo carregador, e que a energia aciona o motor do cooler, fazendo sua ventoinha girar. As transformações que ocorrem entre o carregador e o

cooler é de elétrica em cinética. No caso do led, elétrica em luminosa. Uma vez pesquisando sobre energia, eles vão perceber que a energia pode-se transformar em outra (primeira Lei da Termodinâmica: a energia não pode ser criada, nem destruída, apenas transformada). Assim, eles irão notar que quando se liga o led ao cooler e um colega sopra-o, fazendo-o girar, o motor no seu interior transforma energia cinética em elétrica, que no led, se transformará em luminosa.

O que acontecerá dentro do motor será a indução eletromagnética, descoberta pelo físico Michael Faraday, que percebeu que um condutor (bobina de cobre por exemplo) em movimento, emerso em um campo magnético, gera uma corrente elétrica. É o que acontece neste caso, pois dentro do motor do cooler tem um ímã, que cria o campo magnético quando se sopra sobre a ventoinha e a bobina que está presa a mesma gira, interagindo como o campo magnético, transformando a energia fornecida (cinética) em elétrica.

Após esse debate, eles irão um pouco além. E para chegar ao objetivo final, descobrirão de onde vem a eletricidade, para tanto, pode-se propor as seguintes questões para pesquisa:

- *O que aconteceria se tivéssemos um grande motor e aproveitássemos a correnteza de um rio para movimentá-lo? E se fosse uma cachoeira?*
- *Qual é o objetivo de construir uma barragem? Que tipo de energia está armazenada em uma barragem?*
- *Como funciona uma hidrelétrica? Tem alguma coisa a ver com o que estudamos?*
- *Como funciona uma termoelétrica?*
- *Como funciona um gerador de energia eólica?*
- *Como uma placa fotovoltaica funciona?*
- *O que as hidrelétricas, termoelétricas, geradores eólicos e placas fotovoltaicas tem em comum?*
- *De onde vem a energia elétrica que utilizamos em nossas casas? Explique.*

Após o término da pesquisa, sugere-se debater com os grupos as questões e a que conclusões chegaram, pois agora tudo deve se ligar. Por exemplo, a hidrelétrica opera a partir da força da água na barragem (Energia Potencial), que desce (Energia Cinética) por uma tubulação, colocando as pás (turbina), que estão presas ao gerador, fazendo-o se movimentar. O mesmo ocorre a Indução Eletromagnética, que transforma Energia Cinética em Elétrica.

Em uma termoelétrica ocorre o mesmo, a diferença está apenas no acionamento das hélices do gerador, que é feito por vapor d'água, gerado por uma fonte de calor (Energia Térmica) ligada a um depósito de água que faz a mesma evaporar e ir até as hélices do gerador (Energia Cinética), por tubulações, colocando-a em movimento.

Já no caso dos geradores eólicos, a força dos ventos (Energia Cinética) coloca as hélices em movimento, acionando o gerador, que também transforma Energia Cinética em Elétrica (Indução Eletromagnética).

Não podemos esquecer das placas fotovoltaicas, onde são utilizados dois tipos diferentes de silício, que ficam eletrizados positivamente ou negativamente. Para que ele fique eletrizado de forma negativa, o silício é combinado com boro, e de forma positiva, o silício é combinado com o fósforo. Esta combinação libera mais elétrons no silício carregado positivamente e menos elétrons no silício carregado negativamente. O silício carregado positivamente é "sanduichado" com o silício carregado negativamente, isso permite a célula de silício reagir com o sol transformando-a em Energia Elétrica.

O que ambos têm em comum é que eles transformam uma energia em outra, pois a mesma não pode ser criada e nem destruída, apenas transformada.

3.2 LOCAL DA PESQUISA

Pretende-se aplicar a pesquisa nas duas escolas que o professor pesquisador trabalha atualmente: na E. E. José dos Santos, localizada na cidade de Aspásia-SP e na E. E. Prof^a Sueli da Silveira Marin Batista, localizada na cidade de Jales-SP.

3.3 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa é classificada como qualitativa, pois estarei levando em consideração a postura dos educandos, durante as atividades, perguntas, respostas e confecções de relatórios, coletivos e individuais. Também podemos classificar a mesma como pesquisa-ação, por se tratar da análise de experimentos que serão realizados por eles com mediação do professor.

3.4 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Pretende-se orientar os alunos da Terceira série A do Ensino Médio da E.E. Profª Sueli da Silveira Marin Batista, aproximadamente 28 estudantes, localizada na cidade de Jales-SP e também os alunos da Terceira série A do Ensino Médio noturno da E.E. José dos Santos, aproximadamente 20 estudantes, localizada na cidade de Aspásia-SP, ambos em aulas da disciplina de Física.

3.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

As informações serão coletadas usando a observação direta, tomando nota em caderno da postura dos alunos durante o desenvolvimento das atividades, assim como o recolhimento de alguns relatórios, podendo eles ser individuais e/ou coletivos.

Os dados brutos estão em palavras e serão analisados em curso. Eles envolvem o uso de observações e comentários para se chegar a uma conclusão. Assim, serão analisados perguntas, argumentos, respostas a indagações dos alunos durante as pesquisas, além de exposições, debates, suas anotações e trabalhos apresentados e relatórios elaborados ao final cada etapa, que possibilitarão a análise. Pretende-se usar a coleta de dados e análise por categorização, pois ela poderá encaixar-se bem no trabalho que será desenvolvido, já que se pretende trabalhar com a análise de relatórios e anotações feitas durante o desenvolvimento dos experimentos.

3.6 ANÁLISES DOS DADOS

Levaremos em consideração, perguntas, argumentos, respostas a indagações do aluno, durante as discussões e debates, bem como suas anotações, confecções de trabalhos entregue e/ou apresentados ao professor e até mesmo a turma.

Além disso, os textos elaborados ao final de todas as etapas possibilitarão ao professor avaliar o conjunto do conhecimento produzido por ele, seu crescimento intelectual, sua postura durante a montagem dos trabalhos em grupo, participação e

colaboração, tudo será anotado no caderno ou em uma planilha do Microsoft Excel, nas seguintes categorias: material para aula, participação, trato com os colegas, confecção do relatório ou atividade. Ambos pontuados de 0 a 10 e, fazendo-se a média aritmética, teremos nossa média global dos educandos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Infelizmente o trabalho não pode ser aplicado a tempo hábil da finalização do Trabalho de Conclusão de Curso, devido a pandemia do COVID19.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que os alunos consigam entender que todo corpo tem carga elétrica, mesmo sendo neutro, que as cargas de mesmo sinal se repelem, já as de sinais diferentes se atraem. As mesmas podem ser alteradas, dependendo da interação com o meio, esse processo recebe o nome de Eletrização, que ocorrem de três maneiras diferentes: Atrito, Contato e Indução.

Perceba que essa carga elétrica pode ser calculada, usando a Equação 1, e a força que surge na interação entre duas cargas ou mais pode ser determinada pela Equação 2, dando um significado real as equações e não a vendo mais como um amontoado de letras e números.

Relacione que a interação entre cargas, positivas e negativas, possibilita a movimentação organizada dos elétrons, formando a Corrente Elétrica, que passa pelos circuitos elétricos, como os montados por eles durante as aulas.

Note que o movimento dos elétrons (Corrente Elétrica), pelos condutores, possibilita aos aparelhos, ligados ao mesmo, que possam ser utilizados, desde que o circuito está fechado.

Não se esqueça que ao redor dos condutores, usados nos circuitos elétricos, por onde passa Corrente Elétrica, se forma um campo magnético. A interação entre esse campo magnético e um segundo campo, formado por um ímã, é o que faz os motores elétricos, que estão presentes em nosso cotidiano, funcionarem.

Perceba que a Energia Elétrica, nesse processo, se transforma em Energia Cinética e que o oposto pode ocorrer, pois a Corrente Elétrica, utilizada nos circuitos elétricos, não é criada, é fruto de uma transformação, se uma bobina for colocada em movimento, mergulhada em um Campo Magnético, gera-se Corrente Elétrica. A Energia Cinética, da bobina, se transforma em Elétrica, quando interage com o Campo Magnético, entendendo assim como a Corrente Elétrica é gerada.

Todo esse trabalho ocorrera sem discussões, que envolvam indisciplina, falta de interesse, pois eles é que desenvolveram os experimentos, partindo do senso comum, para que aos poucos, com os experimentos, a pesquisa, as exposições de ideias, os debates, seja transformado em conhecimento científico, ligando um fenômeno ao outro, para que tenha um significado, uma utilização real.

Espera-se que eles aprendam a aprender, com esse trabalho, a cada experimento. Que fiquem a vontade para expor suas dúvidas, suas conclusões, que não se sintam julgados, nem pelo erro e nem pelo acerto, mas sintam-se a vontade para tentar, pois assim eles se tornarão protagonistas de seu conhecimento.

REFERÊNCIAS

AMARAL, I. A.; **Conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental.** *Ciência & Ensino*, n. 3, p. 14, dez. 1997. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/er/n44/n44a06.pdf> >. Acessado em: 15 jun. 2020.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

COLELO, S. G.; **As trocas que fazem a turma avançar.** *Revista Nova Escola*, Rita Loiola, São Paulo, 01 jan. 2009. Disponível em: < <https://novaescola.org.br/conteudo/366/as-trocas-que-fazem-a-turma-avancar>>. Acesso em: 08 ab. 2020.

FREIRE, P.; **Pedagogia da autonomia.** São Paulo, 25 set. 2015. Disponível em: < https://www.passeiweb.com/estudos/livros/pedagogia_da_autonomia/>. Acesso em: 08 mar.2020.

FERNANDES, E.F.; **As dificuldades de compreender física dos alunos do ensino médio das escolas públicas de iguatu – CE:** Ceara , 26 fev. 2016. Disponível em:<<http://www.uece.br/fisicaiguatu/dmdocuments/8--Emerson%20Ferreira%20Fernandes%20-%20AS%20DIFICULDADES%20DE%20COMPREENDER%20F%3%8DSICA%20DOS%20ALUNOS%20DO%20ENSINO%20M%3%89DIO%20DAS%20ESCOLAS%20P%3%9ABLICAS%20DE%20IGUATU%20-%20CE%20-%202016.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2020.

HIGA, I.; OLIVEIRA, O. B. de. **A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos.** *Educar em Revista*, n. 44, p. 75-92, 2012. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602012000200006>. Acesso em: 15 mar. 2020.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B.; GUIMARÃES, C.; **Física Contextos & Aplicações.** Editora Scipione, segunda edição, São Paulo 2016.

MARÇAL et al. **Aprendizagem utilizando Dispositivos Móveis com Sistemas de Realidade Virtual.** In: RENOTE: revista novas tecnologias na educação: V.3 Nº 1, Maio, Porto Alegre: UFRGS, Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, 2005.

NETO, L. O. C.; Vale apenas fazer revisão na volta as aulas. **Revista Nova Escola**, Claudia Ratti, São Paulo, 25 jul. 2018. Disponível em:< <https://novaescola.org.br/conteudo/12162/vale-a-pena-fazer-revisao-na-volta-as-aulas>> Acesso em: 08 jul. 2020.

NUNES L. A. O.; ARANTES A. R. **Física em Casa**: Renata Siqueira. Disponível em: < <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/view/100/83/413-1>>. Acesso em: 12 mar. 2020

SÃO PAULO. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Currículo do Estado de São Paulo: **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.educacao.sp.gov.br/curriculo>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Caderno do professor**, volume 1, 3ª série (Física). São Paulo: IMESP, 2014. Disponível em: <<https://docs.google.com/file/d/1ZNm7lAp-w9bkSI8bldqkex5VOrwbyE2m/view>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

THENÓRIO, I. **Como fazer um motor elétrico**. Manual do Mundo, São Paulo, 09 set. 2014. Disponível em: < <https://manualdomundo.uol.com.br/2014/09/como-fazer-motor-eletrico-com-ima/>> Acesso em: 15 mar. 2020.

VYGOSTKY, L. S. A. Formação Social da Mente. 4ª edição brasileira, Fontes Editora Ltda, São Paulo 1991 l. p. 53 a 61
Disponível em:<
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3317737/mod_resource/content/1/A%20formacao%20social%20da%20mente.pdf> Acesso em: 15 fev.2020.

TERMO DE APROVAÇÃO



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade



DA PRÁTICA A TEORIA: DESCOBRINDO A ELETRICIDADE

por

EDIMILSON LUCATTE

Esta monografia foi apresentada às 14:00 do 4 de outubro de 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de **Especialista no Curso de Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade** – Polo de Jales - SP, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**

BRAIAN LUCAS CAMARGO ALMEIDA

Clementina Verginia Andreolla

DIONATAN AUGUSTO GUIMARAES CIESLAK