



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE BLUMENAU
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE
FÍSICA

Sibelly Strey Venturi

**EXPERIMENTAÇÃO ENTRE PAIS E FILHOS: DESPERTANDO
PEQUENOS CIENTISTAS**

Blumenau

2020

SIBELLY STREY VENTURI

**EXPERIMENTAÇÃO ENTRE PAIS E FILHOS: DESPERTANDO PEQUENOS
CIENTISTAS**

Dissertação submetida ao Programa de
Mestrado Profissional Em Ensino de Física da
Universidade Federal de Santa Catarina para a
obtenção do título de Mestre em Ensino de
Física.

Orientador: Prof. Daniel Girardi, Dr.

Blumenau

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Venturi, Sibelly Strey
Experimentação entre Pais e Filhos : Despertando
Pequenos Cientistas / Sibelly Strey Venturi ; orientador,
Daniel Girardi, 2020.
120 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade
Federal de Santa Catarina, Campus Blumenau, Programa de Pós
Graduação em Ensino de Física, Blumenau, 2020.

Inclui referências.

1. Ensino de Física. 2. Experimentação. 3. Relação
Familiar. 4. Anos iniciais. I. Girardi, Daniel. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós
Graduação em Ensino de Física. III. Título.

Sibelly Strey Venturi

**EXPERIMENTAÇÃO ENTRE PAIS E FILHOS: DESPERTANDO PEQUENOS
CIENTISTAS**

Este trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Daniel Girardi, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Cristiano da Silva Teixeira, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Ariel Adorno de Sousa, Dr.
Universidade Federal de Rondônia

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Ensino de Física pelo Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

Prof. Esley Scatena Gonçalves, Dr.
Coordenador de Programa

Prof. Daniel Girardi, Dr.
Orientador

Blumenau

2020

Este trabalho é dedicado as minhas filhas, Helena e Betina, meu marido e aos meus queridos pais e sogros.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, bem como a Universidade Federal de Santa Catarina, campus Blumenau. A sociedade Brasileira de Física e a CAPES pelo incentivo através dessa proposta. Agradecimento ao meu professor orientador, Professor Doutor Daniel Girardi que me deu base e conhecimento científico, que estimulou a vontade de aprender, querer fazer melhor e me levou a chegar até este momento, por toda dedicação em me orientar com paciência, generosidade e sabedoria.

Também expressei meu profundo agradecimento a minha amiga Marcela Boeing e ao Eduardo Amorim, eles realizaram trabalhos que foram determinantes na conclusão do produto didático desenvolvido.

Agradeço à todos os familiares, amigos e crianças que participaram das oficinas, especialmente aos profissionais do Centro de Educação Básica Eginolf Bell e ao Grupo de Escoteiros Mafeking, todos me receberam de forma carinhosa e colaboraram com o trabalho desenvolvido.

Agradeço ao meu marido, Jean Carlos e minhas filhas, Helena e Betina pelo apoio incondicional, a ajuda, a amizade e a força constante que fez dissipar medos e inseguranças nas horas mais difíceis. Agradeço meu irmão Humberto, meus pais Teresinha e Siegbert, meus sogros Ivone e Silvio e minha tia Bela pelo carinho e a disponibilidade, que tanto me ajudaram nas deslocamentos até a UFSC e no auxílio em cuidar das minhas filhas enquanto estava ausente.

Agradecimento especial as minhas amigas Larissa e Janice, elas foram fundamentais para permanecer no mestrado. Obrigada pela amizade, pelo companheirismo, pela atenção e por serem tão solícitas.

Finalmente, agradeço a Deus que colocou no meu caminho seres tão especiais que me permitiram chegar até aqui, dar-me resiliência, manter a esperança e energia para conseguir acabar a dissertação.

RESUMO

Este trabalho tem por finalidade apresentar o produto didático desenvolvido e elaborado para crianças de 4º e 5º ano do Ensino Fundamental I. O objetivo é criar um livro com dez atividades experimentais para que pais e filhos possam realizar os experimentos. O propósito é que pais participem ativamente na confecção e execução dos experimentos junto com seus filhos. Tendo em vista a importância de atividades experimentais na construção do conhecimento e melhoria da qualidade da educação básica, as atividades experimentais têm por objetivo despertar o interesse e reflexão dos alunos explorando o conteúdo de eletricidade, eletrodinâmica, eletromagnetismo e termodinâmica. Para avaliar os experimentos e seu impacto, realizou-se cinco oficinas supervisionadas. As estratégias utilizadas nas oficinas foram elaboradas conforme a necessidade e realidade do ambiente onde estava sendo aplicada, em todos os momentos as crianças estiveram acompanhadas de um adulto, em sua maioria, os pais. Ao final, os resultados da aplicação da oficina bem como os ajustes necessários e realizados no livro estão expostos. Como produto educacional. Conforme proposta inicial.

Palavras-chave: Experimentação. Relação Familiar. Anos Iniciais.

ABSTRACT

This work aims to present the didactic product developed and elaborated for children of 4th and 5th year of Elementary School. The primary objective is to create a book with ten experimental activities so that parents and children can perform the experiments. The purpose is for parents to actively participate in the preparation and execution of experiments together with their children. In view of the importance of experimental activities in the construction of knowledge and improvement of the quality of basic education, experimental activities aim to arouse the interest and reflection of students exploring the content of electricity, electrodynamics, electromagnetism and thermodynamics. To evaluate the experiments and their impact, five supervised workshops were carried out. The strategies used in the workshops were elaborated according to the need and reality of the environment where it was being applied, at all times the children were accompanied by an adult, mostly the parents. In the end, the results of the application of the workshop as well as the necessary adjustments made in the book are exposed.

Keywords: Experimentation. Family Relationship. Elementary School

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processos de eletrização	24
Figura 2 - Cargas elétricas em um fio condutor	28
Figura 3 - Limalha de ferro sobre um ímã de barra	32
Figura 4 - Linhas de campo magnético	33
Figura 5 - Tubo em U da experiência de Boyle	42
Figura 6 - Diagrama P – V com duas isotermas	44
Figura 7 - Aplicação do produto no CEB Eginolf Bell	51
Figura 8 - Materiais organizados para aplicação da oficina	52
Figura 9 - Organização do espaço durante a oficina no condomínio	52
Figura 10 - Organização do espaço durante a oficina no grupo de escoteiros	53
Figura 11 - Mãe e filha realizando o experimento da máquina de choque	55
Figura 12 - Mãe e filha explorando o circuito elétrico	56
Figura 13 - Iniciando o fogo na palha de aço	57
Figura 14 - Observando a deflexão da agulha da bússola	58
Figura 15 - Criança construindo a cestinha do experimento construindo o motor mais simples	59
Figura 16 - Mãe e filha enrolando o fio na seringa	60
Figura 17 - Experiência realizada pela criança em casa	61
Figura 18 - Mãe e filho realizando o experimento explosão sem motor	61
Figura 19 - Bolha de sabão formada no furo do CD	62
Figura 20 - Nuvem formada dentro da garrafa PET	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Afirmações relativas aos materiais e os procedimentos de montagem	65
Quadro 2 - Afirmações relativas ao funcionamento, execução, objetivo e interesse pelo experimento	67
Quadro 3 - Afirmações relativas ao impacto do fenômeno no cotidiano, a linguagem do texto e a participação no processo de montagem	68
Quadro 4 - Afirmações relativas ao interesse e a curiosidade das partes envolvidas	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

d.C – Depois de Cristo

a.C. – Antes de Cristo

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1. 1. JUSTIFICATIVA	13
1. 2. OBJETIVOS	15
1. 2. 1. Objetivo Geral	15
1. 2. 2. Objetivo Específico	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2. 1. IMPORTÂNCIA DA INTEGRAÇÃO DOS PAIS NA ESCOLA	16
2. 2. A FÍSICA DOS CONTEÚDOS ABORDADOS NO PRODUTO DIDÁTICO	21
2. 2. 1. Eletrostática	23
2. 2. 2. Eletrodinâmica	27
2. 2. 3. Eletromagnetismo	31
2. 2. 4. Termodinâmica	37
2. 3. REFERENCIAL PEDAGÓGICO	44
3 RESULTADOS	48
3. 1. PRODUTO DIDÁTICO	48
3. 1. 1. Apresentação do Produto Didático	48
3. 2. LOCAL DE APLICAÇÃO	49
3. 2. 1. Centro de Educação Básica Eginolf Bell	50
3. 2. 2. Espaço não Formal	51
3. 2. 3. Grupo de Escoteiros Makeking	52
3. 3. RELATO DE APLICAÇÃO	53
3. 4. ANÁLISE DOS DADOS	63
4 CONCLUSÃO	70
REFERÊNCIAS	71
APÊNDICE A – PRODUTO DIDÁTICO	73
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIOS	116

1 INTRODUÇÃO

A sociedade convive com produtos que são a consequência direta da evolução da tecnologia e as alterações da vida pessoal, social e profissional, constituídos a partir dos avanços do conhecimento científico. A maior parte da população utiliza inúmeros produtos tecnológicos e pouco reflete sobre os processos envolvidos na sua criação, fabricação e distribuição (VIECHENESKI e CARLETTO, 2013).

Dessa forma, não agem com autonomia, pela falta de informação, sujeitando-se às normas do mercado e dos meios de comunicação, o que impossibilita o desempenho da cidadania crítica e consciente (VIECHENESKI e CARLETTO, 2013).

Comparado com anos anteriores, cada vez mais a sociedade tem exigido um volume maior de informações, seja para atividades simples do dia a dia como inserir-se ao mercado de trabalho, ou seja, avaliar e interpretar informações científicas veiculadas pela mídia ou para investimento à pesquisa e ao desenvolvimento de tecnologias e suas aplicações (ARAÚJO e SOUZA, 2015).

Dessa forma, existem inúmeras vantagens de ensinar a Física, onde a explicação sobre o mundo, os fenômenos da natureza e as modificações geradas pelo homem podem ser expostas e comparadas. É um ambiente de expressão das concepções espontâneas dos alunos e daquelas procedentes de vários sistemas explicativos. Debater e avaliar outras formas de ensinar, auxilia o desenvolvimento de uma postura reflexiva, crítica, questionadora e investigativa, de não aceitação de ideias errôneas e informações. Favorece a assimilação dos limites de cada modelo explicativo, até mesmo dos modelos científicos, contribuindo para a construção da autonomia de pensamento e ação (ARAÚJO & SOUZA, 2015).

De acordo com os PCN (1997),

Considerando o ensino fundamental o nível de escolarização obrigatório no Brasil, não se pode conceber no ensino de Ciências como um ensino introdutório, pensado para uma aprendizagem efetiva em momento futuro. A criança é cidadã hoje e não apenas no futuro, por isso, conhecer ciência é aumentar a perspectiva de participação social e propiciar a sua capacidade de participação social no futuro (1997).

É nas séries iniciais que os alunos tomam contato pela primeira vez com conceitos de ciências em uma situação de ensino formal. Muito da aprendizagem subsequente em ciências depende desse contato inicial. Frequentemente, observamos professores das séries iniciais, reclamando que não estão preparados para esta prática pedagógica. Esse fato pode vir a explicar o porquê das ciências nas séries iniciais não estarem aguçando a curiosidade dos estudantes, tornando desinteressante e maçante a tentativa de aquisição do conhecimento científico

discutido nessa fase. Tal formação está relacionada com a qualidade do ensino nas séries iniciais (SANTANA FILHO, SANTANA e CAMPOS, 2011).

Sabemos que as crianças desenvolvem ideias e crenças sobre o mundo bem antes de serem formalmente ensinadas na escola. Muitas vezes, essas ideias estão em desacordo com os conhecimentos científicos. É de grande importância que o ensino de conceitos físicos nas séries iniciais seja feito de modo a não reforçar os significados não aceitos cientificamente, evitar a aquisição desses significados errados e facilitar a mudança conceitual. Principalmente emancipar o estudante quanto a obtenção de novos conceitos (SANTANA FILHO, SANTANA e CAMPOS, 2011).

1. 1. JUSTIFICATIVA

Para que o ensino de conceitos de ciências nas séries iniciais atinja o objetivo de oportunizar ao aluno compreender o mundo e interpretar as ações e fenômenos que observam e vivenciam no seu cotidiano, a formação dada em ciências aos futuros professores tem um grande papel a desempenhar (OSTERMANN, MOREIRA e SILVEIRA, 1992).

A ciência tradicionalmente ensinada nas séries iniciais limita-se a reprodução de poucos conceitos que são transmitidos por professores muitas vezes despreparados, como relataram alguns professores. Durante a formação, o ensino de Física e Ciências no geral não foi relevante, pois foi dada muita ênfase na alfabetização (OSTERMANN, MOREIRA e SILVEIRA, 1992).

Outros estudantes relataram que durante a formação se consideravam bons alunos e tinham curiosidade para aprender física, mas ao mesmo tempo mencionaram outros sentimentos como: frustração e horror (BARBOSA LIMA e ALVES, 1997).

Percebemos que a ciência deve ser ensinada com outro enfoque, que deve ser conceitual e qualitativo, com muita experimentação, concentrando-se naqueles conceitos físicos que serão abordados no ensino de Ciências nas séries iniciais. A preocupação deve ser com a qualidade do conteúdo ensinado e não com a quantidade de matéria a ser dada. A metodologia também deve ser consistente com aquela a ser empregada no ensino de Ciências (BARBOSA LIMA e ALVES, 1997).

A atual situação do ensino de Ciências nas séries iniciais não parece estar estruturada para contribuir significativamente com as necessidades da sociedade contemporânea. Além do mais, os professores enfrentam muitas dificuldades no desenvolvimento de atividades que

possam ser significativas para a aprendizagem de conceitos de Física. Essa situação nos indica que a maioria das nossas escolas não conseguem ultrapassar a simples fórmula de ensinar a partir da transmissão de conceitos, presas que estão ao tradicionalismo. Resultado de múltiplos fatores, entre eles a inexistência de uma adequada formação de nossos professores, tanto do ponto de vista conceitual quanto do metodológico (BARBOSA LIMA e ALVES, 1997).

Portanto, é fundamental oferecer meios de aperfeiçoamento da prática pedagógica do professor das séries iniciais para ensinar Ciências, a fim de formá-los nesse ensino mais atraente para os alunos, a partir do resgate do gosto pela exploração, descoberta e pela curiosidade. Dentre tantas dificuldades que os professores das séries iniciais enfrentam para ensinar física a principal dela é o reduzido número de proposta de atividades, especificamente, para atender as necessidades das crianças dessa faixa etária (MONTEIRO e TEIXEIRA, 2004).

É possível observar a defasagem entre a aprendizagem escolar e as necessidades de ordem pessoal e social, podendo dizer que o ensino em ciências não acompanha as mudanças sociais, pois, cada vez mais, os jovens se afastam das ciências e afins. Os jovens de hoje comandam as tecnologias de informação, vivem numa sociedade cada vez mais firmadas em grandes redes sociais, possuem novos entendimentos, novas facilidades e novas obrigações (MONTEIRO e TEIXEIRA, 2004).

Deste modo, a escola tem papel fundamental para cativar seus alunos. Precisa perceber as suas exigências, as suas transformações e fazer o possível para ajustar o ensino. Sendo a educação uma das repartições com maior repercussão no futuro de uma nação, é fundamental que conduza as transformações do mundo e adapte as que melhor se enquadrem no seu dia-a-dia. O quanto antes melhor, pois, quanto menos a escola se protelar, mais auxiliará, para diminuir a distância que a separa do mundo real (MONTEIRO e TEIXEIRA, 2004).

Apesar do empenho de alguns setores, o sistema educativo está ainda distante da realidade. Compreendemos e percebemos que a escola e o que nela se assimila parece fazer cada vez menos sentido para o aluno. Os nossos alunos se identificam completamente com as novas tecnologias, a internet, os smartphome, enfim, com o universo digital, pois, eles têm um grande faro e desejo por esse universo (LOPES e PAIVA, 2008).

Observamos que existem inúmeros trabalhos realizados na formação de professores, porém, percebemos que o problema persiste. Assim, buscamos direcionar nosso trabalho com outro foco, inserindo os pais nesse ambiente de aprendizagem. Acreditamos que ao lado dos pais, a aprendizagem será efetiva, pois os filhos estarão mais seguros, motivados e com um vínculo afetivo forte (LOPES e PAIVA, 2008).

Vamos pensar e refletir nas seguintes questões. O que faz essa união ter êxito? Como

é que as práticas podem ser esboçadas e efetuadas? Quais são os frutos de um melhor diálogo, convívio e partilha através dos importantes contextos na escola básica (Ensino Fundamental I, Ensino Fundamental II e Ensino Médio)?

1. 2. OBJETIVOS

Nas seções abaixo estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos desta dissertação

1. 2. 1. Objetivo Geral

- ✓ Produzir um material de atividades exploratórias para pais e filhos, com experimentos de Física. O propósito é que pais participem ativamente da realização dos experimentos junto com seus filhos. Para avaliar os experimentos e seu impacto, realizamos uma oficina supervisionada com pais e filhos.

1. 2. 2. Objetivos Específicos

- ✓ Elaborar e aplicar uma oficina abordando os conteúdos de eletrostática, eletrodinâmica, eletromagnetismo e termodinâmica, com pais de alunos do Ensino Fundamental I (4º e 5º ano);
- ✓ Contribuir para a formação científica dos pais, visando que, com o apoio deles,
- ✓ Os alunos sentem-se significativamente mais seguros e preocupados em compreender;
- ✓ Desenvolver a oficina na busca de que os pais possam proporcionar uma aprendizagem significativa para seus filhos;
- ✓ Construir juntamente com os pais e os filhos os experimentos que serão realizados na oficina;
- ✓ Permitir aos pais e filhos relacionar os conteúdos trabalhados nos experimentos com sua vida cotidiana e estendê-los a outras áreas do conhecimento;
- ✓ Facilitar aos pais a concepção de alguns conceitos de eletrostática, eletrodinâmica, eletromagnetismo e termodinâmica;
- ✓ Ressaltar a importância da relação pai – aluno – escola – conhecimento e o aspecto emocional envolvido em todas as interações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. 1. A IMPORTÂNCIA DA INTEGRAÇÃO DOS PAIS NA ESCOLA

A parceria entre família e escola é um dos motivos para o sucesso desse projeto. Com isso, abrem-se ótimos pontos de vista de se conseguir produzir, ou reproduzir, o gosto por aprender. Pais e filhos, juntos realizando experimentos de ciências; juntos a verificar, identificar e pesquisar uma determinada atividade. Não poderá isto propiciar, instigar e corroborar a ligação pais-filhos? Não poderá isso engajar os pais no processo de aprendizagem e torná-los mais participativos nas escolas?

Os pais tendem a melhorar a visão que os filhos têm da escola, isto é, acrescentar possibilidades face à escola, a adquirir novas capacidades educacionais aperfeiçoando as práticas educativas familiares e a determinar relações mais calorosas e recíproca com a instituição escolar que os incentiva como pessoas e cidadãos (LOPES & PAIVA, 2008).

Não nos parecendo uma missão fácil, é interessante cativar os pais para atuar no processo de ensino-aprendizagem dos filhos. Seria uma forma que iria para além do âmbito escolar, no olhar em que o aluno se fortalece ao aprender, ao ser confrontado com situações/problemas, através de experimentos, em que o envolvimento da família é inigualável, para a finalidade dos conceitos (LOPES e PAIVA, 2008).

É extremamente importante buscar e tentar desenvolver desde muito cedo nas crianças a competência de saber buscar a referência desejada, selecionar, interpretar e orientar o seu preparo e avaliar o devido efeito. (LOPES e PAIVA, 2008).

Quando se sentem admirados e incentivados como pessoas e como profissionais, os professores confirmam a sua capacidade de mediação. Da perspectiva organizacional, as instituições em que os professores cooperam com os pais, acabam tendo uma relação mais aberta, calorosa e democrática sendo preparados para gerir a heterogeneidade do público escolar como um fator positivo. A sociedade, a família e a escola são três contextos essenciais no universo do estudante. A união entre eles pode fazer a diferença no avanço da qualidade da aquisição dos conhecimentos, da visão da escola e da dinamização local (LOPES e PAIVA, 2008).

Tradicionalmente, as famílias e as escolas têm sido encaradas como entidades que simbolizam uma eficácia na evolução das crianças. Entretanto, as comunidades têm sido objetos de uma atenção especial no que se refere ao papel que simbolizam a socialização dos mais

novos, assim como o motivo de garantir o sucesso dos alunos em vários domínios sociais (LOPES e PAIVA, 2008).

Os professores buscam sempre encontrar formas de criar parcerias de trabalho com as famílias de um jeito positivo e como abranger a sociedade, dessa forma, contribuindo com o sucesso escolar dos alunos. As famílias procuram saber se as instituições estão promovendo um ensino de qualidade aos seus filhos e também buscam auxiliar as suas crianças. Os alunos pretendem alcançar o sucesso na escola, mas tem a noção que necessitam ser encaminhados, segurados e encorajados pelos seus pais, professores e todos os demais componentes da comunidade (LOPES e PAIVA, 2008).

São muitos os motivos que levam ao progresso no processo de ensino-aprendizagem quando reunimos escola, família e comunidade. Essa união deve contribuir com os projetos das escolas. O ambiente e a cultura são definições que dão alguma afinidade às escolas e que alteram de uma escola para outra. Podemos citar algumas vantagens de inserir os pais nesse ambiente: 1 – melhorar as competências e a autoridade dos pais e 2 – unir famílias com a comunidade escolar e com a comunidade em geral e relacionar com os professores na evolução do seu trabalho. Contudo, o motivo vital para fomentar e executar essa união é auxiliar e apoiar os estudantes a ter sucesso na sua formação como cidadão e agente ativo no próprio aprendizado (LOPES e PAIVA, 2008).

Os estudantes geralmente são a ligação de informação sobre a vida na escola. Com a parceria dos pais, os professores auxiliam os alunos a entenderem e a conduzirem as tradicionais comunicações com as famílias (LOPES e PAIVA, 2008).

Essa união procura desenvolver atividades para envolver, guiar, instigar e fomentar os alunos, levando-os à autoaprendizagem. O mais importante é saber se uma criança se sente animada e interessada para trabalhar e fortalecer o seu papel enquanto aluno e, caso isso aconteça, é notório que dê o seu melhor para aprender, para ler, escrever, calcular e adquirir outras competências e talentos e, como resultado, continuar na escola (LOPES e PAIVA, 2008).

Sendo as atividades experimentais um instrumento de trabalho com capacidades tão amplas, por que não utilizar nos programas curriculares existentes? Dificilmente quem utiliza vai cair no marasmo. A atividade experimental é um recurso transformador e os estudantes os manipulando podem efetuar um trabalho que mais tarde lhes dará experiência para uma vida ativa, desenvolvendo atitudes como o trabalho colaborativo ou a pesquisa sobre questões concretas e atuais, passando pelo diálogo com seus próprios pais, ou com qualquer outra pessoa, para se privilegiar da sua sabedoria, suas práticas e segurança. A atividade experimental é uma forma natural e excitante de facilitar o processo de ensino-aprendizagem, fator acrescido para

que faça sentido ingressar este novo meio no ensino (LOPES e PAIVA, 2008).

Acreditamos que atividades experimentais agilizam e aumentam a compreensão e que, além disso, prendem por mais tempo a atenção dos alunos. Isto acontece porque os meios usados – imagem, som, movimento – tem como propósito captar a atenção dos estudantes. Um bom motivo para utilizar os experimentos é porque quando outros recursos são usados, a maioria dos alunos não capta tanto a informação quanto deveria, sendo comum eles nem prestarem atenção (LOPES e PAIVA, 2008).

Propor atividades onde os alunos estarão inseridos em um ambiente de ensino não formal pode ser válido, pois pode fornecer recursos didáticos para o aprendizado que a escola não possui (CHINELLI, PEREIRA e AGUIAR, 2008).

Dependendo do entendimento do estudante, ele pode observar dados significativos em um espaço não formal de ensino. Enquanto que na escola o aluno pode não conseguir fazer a relação desse conteúdo ou não atingir a profundidade esperada pelo professor (CHINELLI, PEREIRA, e AGUIAR, 2008).

Limitando o ensino de Física apenas ao âmbito escolar, a instituição intuitivamente assume a postura de se achar autossuficiente no conhecimento de Física ou admite sua intencionalidade ou desconhecimento de decisão da perpetuação das deficiências no Ensino de Física (PINTO e FIGUEIREDO, 2010).

As atividades de ensino de Física no espaço escolar quase sempre se apoiam no conteúdo curricular do livro didático, onde a presença dos conceitos científicos fica limitada ao conceito dos livros e a explicação do quadro. A aprendizagem neste sentido acaba na maioria das vezes, sendo muito teórica, sem aspectos mais reflexivos sobre o aprendizado e o cotidiano (CHINELLI, PEREIRA e AGUIAR, 2008).

Tendo a possibilidade de utilizar um ambiente não formal é extremamente possível executar metodologias como as atividades experimentais que possibilitam ao estudante adquirir ou aperfeiçoar seus conhecimentos de forma lúdica, comunicativa e inovadora. Estes ambientes de aprendizagens são ricos em diálogo, pois não são limitados a sala de aula, onde acontece uma relação fechada entre professor e aluno, mas aberto a toda forma de interação voltada para procura do conhecimento, onde o erro não é encarado como uma reprovação. Esse ensino mostra que é possível criar interações sociais entre os componentes, tendo como consequência uma aprendizagem efetiva e coletiva entre os indivíduos. É interessante observar que a curiosidade, o lúdico, o cotidiano e o contexto socioambiental e histórico que muitos desses ambientes não formais fornecem, podem ser o fio condutor para aprendizagens significativas (PORTO *et al.*, 2011).

A medida que o aluno se depara com os conceitos abordados em uma aula tradicional, ele pode decidir absorver esse conteúdo de maneira literal, e desse modo a sua aprendizagem será mecânica, pois ele só conseguirá explicar esse conteúdo de um modo análogo a aquela que lhe foi exibida. Nesse caso, não existiu um entendimento efetivo do que lhe foi exposto e o aluno não conseguirá transferir esse conhecimento para a solução de problemas do cotidiano (PINTO e FIGUEIREDO 2010).

Todavia, quando o aluno tem pela frente uma nova forma de conquistar o conhecimento, é possível fazer ligações entre esse material que lhe é mostrado e o seu conhecimento prévio em assuntos correlatos. Ele estará edificando significados pessoais para essa informação, convertendo em conhecimentos, em significados sobre o conteúdo apresentado. Essa construção de significados não é uma apreensão literal da informação, mas é uma percepção substantiva do material apresentado, e desse modo se configura como uma aprendizagem significativa.

Na perspectiva construtivista, é através da experiência adequadamente escolhida e criativamente utilizada que o estudante questiona, formula, opera e conclui, elaborando um processo próprio de aprendizagem que supera a simples assimilação de conhecimentos prontos, o que permite uma aprendizagem significativa e duradoura. (ROMERO, 2015)

É através de exercícios e estímulos oferecidos pelo meio que os cerca, que o aluno adquire o conhecimento, ou seja, é construído numa interação entre o meio e o indivíduo. Dessa forma, a aprendizagem fará sentido para a vida do aluno (ROMERO, 2015).

Ainda, segundo Romero (2015), o aluno estará conquistando sua autonomia, pois, será construída a partir das decisões e das experiências proporcionadas. Já, segundo Paulo Freire citado por Zatti (2007) a conquista da autonomia é um passo importante para o aluno, ela envolve também a capacidade de realizar, a liberdade de pensar de se guiar por princípios que concordem com a própria razão. Tendo um tutor mediador (os pais), é possível adquirir essa autonomia, onde os dois aprendem e ensinam mutuamente (ZATTI, 2007).

Após adquirir essa autonomia, acredita-se que o aluno tenha mais liberdade em expressar sua opinião, participe da sociedade de forma mais ativa consiga desenvolver a capacidade de criar suas próprias representações do mundo (SILVA, 2009).

Sabemos que a criança e ao adolescente tem no professor e nos pais um exemplo a ser seguido. Por isso, observando o envolvimento dos pais nessas atividades, é possível garantir que a criança questionadora, criativa, cheia de dúvidas e de concepções, não se apague (LOPES e PAIVA, 2008).

Por esse motivo, se faz necessário aguçar e instigar esse espírito crítico. Dessa forma, após um estudo da importância do Ensino de Ciência nas séries iniciais e observando as dificuldades dos profissionais que neles trabalham. Tendo como incentivo primordial os pais, sendo exemplos na formação de um cidadão consciente, crítico e autônomo (LOPES e PAIVA, 2008).

Percebemos que não existe a necessidade de um ambiente cheio de recursos e com grandes estruturas, vemos que é possível sim, instigar a curiosidade das crianças para que ao chegar no Ensino Médio tenham uma melhor visão da disciplina de Física e Ciências em geral (LOPES e PAIVA, 2008).

A proposta deste trabalho foi escrever um livro com dez atividades experimentais em que os pais possam realizar com seus filhos. O público alvo do livro são os pais e alunos do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental I, crianças entre 9 e 11 anos. Para testar o material foram realizadas oficinas supervisionadas (LOPES e PAIVA, 2008).

As oficinas propostas tiveram como auxílio o livro com os roteiros experimentais, onde constaram informações pertinentes ao experimento realizado. Ao final da oficina avaliamos o livro, utilizando as percepções dos pais como base para melhorias (LOPES e PAIVA, 2008).

Este material pretende minimizar as dificuldades encontradas no Ensino de Ciência nas séries iniciais, refletindo nos anos seguinte, quando os alunos chegam ao Ensino Médio desmotivado e sem interesse em aprender física (LOPES e PAIVA, 2008).

O que se espera é que as atividades possam envolver os pais e alunos, motivando-os a buscar a experimentação, em casa, como forma de aprendizado. Sabendo da importância do vínculo pai e filho no processo de ensino – aprendizagem. Que os conceitos abordados ao longo dos experimentos sejam motivadores e emancipadores, possibilitando uma maior compreensão e aprendizagem significativa (LOPES e PAIVA, 2008).

O ensino de ciência em espaço não formal, tem sido utilizado como intuito de descrever ambientes diferentes das salas de aula nos quais é possível o desenvolvimento de atividades educativas (PORTO *et al.*, 2011).

A educação não formal, no nosso caso, com auxílio dos pais, pode ser grande aliada no ensino realizado na sala de aula. Assim, o aluno estará mais comprometido, constantemente engajado com o conteúdo estudado e motivado a seguir seus estudos (PORTO *et al.*, 2011).

Para a construção da oficina serão levados em consideração alguns fatores relevantes levantados por Lopes e Paiva (2008) dos quais a parceria escola – família – comunidade, indica que a aprendizagem é realizada com maior sucesso quando se processa num ambiente em que professores e pais cooperam.

Outro objetivo do livro é fazer pais e filho perceberem que o conceito a ser abordado é interessante e pode ser aprendido. Dessa forma, o aluno será desafiado a resolver problemas e relacionar com os conhecimentos prévios. Ele poderá perceber que a resolução dos mesmos existe e pode ser útil para o seu dia a dia. Que essas soluções podem ser encontradas ao longo das atividades, se sentindo satisfeito por observar que o objetivo foi alcançado devido ao esforço, comprometimento, dedicação e cooperação (LOPES e PAIVA, 2008).

2. 2. A FÍSICA DOS CONTEÚDOS ABORDADOS NO PRODUTO DIDÁTICO.

Energia é um conceito bem complicado e difícil de ser compreendido no estudo da física. Essa dificuldade é por conta de se tratar de um conceito muito abstrato, pois, os nossos sentidos não podem perceber, ou seja, não podemos ver, cheirar ou tocar a maior parte das formas de energia, mas sim, verificar as suas causas e efeitos (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

É necessário tempo e esforço para compreender energia. As teorias sobre a origem do universo, das galáxias e do sistema solar, bem como os mecanismos que condicionam todos os movimentos estão embasados no conceito de energia. Entretanto, energia não está apenas associada a fenômenos complexos, como a manutenção da vida; a formação e expansão do universo; o nascimento, vida e morte das estrelas; o funcionamento das usinas hidrelétricas, usinas nucleares, etc. Esse conceito está envolvido nos fenômenos mais simples que ocorrem na natureza, como jogar um objeto para o alto ou um banho quente no inverno, por exemplo (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

A maior parte dos brasileiros sofreram os efeitos de uma crise energética denominada popularmente “apagão” no ano de 2001. Enumera vários motivos que levaram a tal crise, entretanto duas delas são mais consideráveis: as represas de usinas hidrelétricas estavam com os níveis de água abaixo do limite, por conta de um grande intervalo de tempo de seca que antecedeu o verão e, preventivamente, não ter havido investimento do governo no setor energético (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

É possível perceber que ao falar em energia, não basta uma definição do termo. É imprescindível compreender o que chamamos de energia, como surge, para que serve, quais dos nossos sentidos a percebem e refletir sobre as implicações do seu conceito estudado da Física (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Segundo Antoine Laurent Lavoisier (1743 - 1794), químico francês, enunciou a seguinte frase: “Na natureza nada se cria e nada se perde, tudo se transforma”. Essa citação nos dá

informações sobre dois aspectos: O primeiro deles é um dos focos de nosso estudo: a transformação de energia de uma forma em outra. Em um fogão a gás, a queima do gás combustível libera energia na forma de luz e calor. O calor, proveniente da chama é transferido para os alimentos, os cozinhando (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Outro exemplo é a batedeira, onde a energia elétrica, proveniente da rede elétrica, se transforma durante o funcionamento da bateria, em energia de movimento, energia cinética. Mas nem toda energia elétrica é transformada em energia cinética. Parte dela se transforma em som e calor, que é o barulho e o aquecimento do aparelho (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

O segundo é que a transformação que o homem provoca no meio em que vive. Ao destruir as matas nativas, o homem modifica o habitat natural, rico e diversos da fauna e da flora, e retira o patrimônio natural importante para a sua própria sobrevivência. Terras estéreis, pois não há reposição das substâncias de que a terra necessita em vários períodos de cultivo; erosão, evitando a retenção das chuvas, que escorrem para os rios, arrastando camadas de solo que não permitem sua vazão, uma das consequências de grandes enchentes; alterações no clima são algumas das inúmeras citações que poderíamos fazer (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Nos antigos impérios, a energia “para movimentar coisas” não era apontada como um grande problema, pois o contingente escravo sanava as necessidades de transporte, inclusive nos engenhos. Embora a roda-d’água, ou roda hidráulica, já fosse conhecida na Ásia, se tem notícias de que só no século I a.C. surgiram os primeiros engenhos com o emprego da força motriz da água pelos antigos gregos e romanos que viviam na região do Mediterrâneo (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Primeiramente, a tecnologia foi usada para a moagem. Nessa engrenagem, a queda da água sobre as pás da enorme roda propulsava o seu movimento rotativo. Esta transferia o movimento para o eixo da moenda de pedra, fazendo-a girar sobre outra pedra fixa, triturando os alimentos. Esse era o primeiro protótipo de uma usina, transformando energia potencial (quedas das águas) em energia cinética (do movimento) (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

A partir do ano 1000 d.C., a roda-d’água se propagou pela Europa, inicialmente para movimentar moinhos utilizados principalmente para moagem de grãos, triturar e esmagar cereais, serrar madeiras, etc. No século XVI, esse aparato exerceu um papel importantíssimo para a industrialização da Europa, mesmo com as limitações, pois, para ter grande produção de energia era necessário que fosse instalado em local onde existisse um rio com uma determinada corrente de escoamento e diferença no nível de queda das águas (ROCHA *et al.*, 2011).

É possível perceber que o termo energia é muito mais abrangente do que imaginamos. A energia está presente desde que a Terra começou a ser formada por isso o interesse em estudá-la

e compreendê-la (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

2. 2. 1. Eletrostática

Apesar das partículas que constituem a matéria serem microscópicas, as interações elétricas entre elas são enormes. Essas partículas, quando eletricamente carregadas, se repelem ou se atraem por uma força chamada força elétrica (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

É muito antiga essa noção de força elétrica e ela tem origem em experimentos muito simples. Desde o século VI a.C. bastões de âmbar eram esfregados em lã, pele de animal, fazendo-os atrair pequenos pedaços de corpos leves, tais como palha, folhas, dentre outras coisas (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Hoje se sabe que as partículas eletricamente carregadas, mais precisamente o elétron, no processo de atrito, é transferido de um corpo para o outro. Dessa forma, ao atritar o âmbar (matéria viscosa conhecida como resina, proveniente das árvores), em lã de animal, o âmbar ganha cargas negativas, proveniente da lã e, por isso, fica carregado. Por sua vez, a lã, passa a ficar carregada, com carga oposta ao âmbar (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Ao se referir a carga elétrica falamos da carga líquida ou excesso de cargas no material. Em virtude das polaridades opostas dos prótons e elétrons, foram designados sinais positivos (prótons) e negativos (elétrons) às cargas elétricas (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

No caso de existir um excesso de elétrons comparado aos prótons, dizemos que o corpo está carregado negativamente. No caso de existir menor quantidade de elétrons que de prótons, o corpo está carregado positivamente. Ou seja, é considerado material eletrizado aquele que possui mais carga de uma determinada polaridade (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Se o número total de prótons e elétrons é igual, o corpo está num estado eletricamente neutro, sem carga positiva ou negativa em excesso. É importante enfatizar que os corpos eletrizados ganham ou perdem elétrons, uma vez que os prótons estão mais fortemente ligados ao núcleo e não conseguem sair de um corpo e ir para outro (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

O estudo da eletrização por atrito teve um grande desenvolvimento durante o século XVIII. Em 1750, os equipamentos de gerar eletricidade faziam grande sucesso nos salões da alta sociedade inglesa, não por suas potencialidades científicas, mas como entretenimento (ROCHA *et al.*, 2011).

Lord Kelvin, em 1890, elaborou um equipamento com a propriedade de armazenar uma quantidade muito grande de eletricidade. Contudo, ele não pôde dar continuidade ao seu projeto

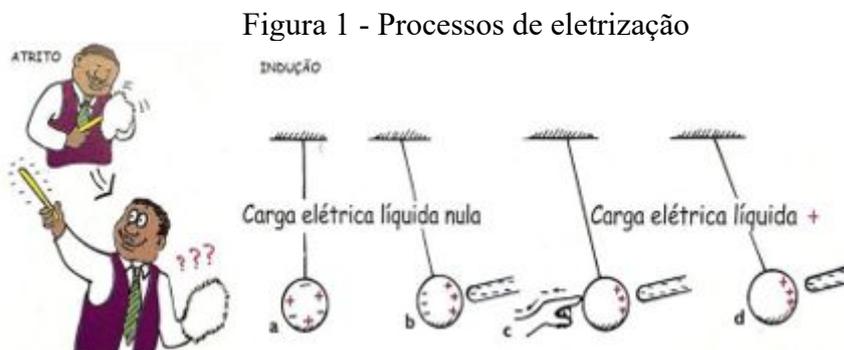
e quem o finalizou foi Robert Jemison Van de Graaff (1901 - 1967), em 1929. Por este motivo, ficou sendo chamada pelo nome de gerador de van de graaff, o precursor dos aceleradores de partículas empregados nas pesquisas nucleares (ROCHA *et al.*, 2011).

Um efeito típico de eletricidade estática, em nosso corpo ocorre quando se usam roupas de lã, náilon, poliéster e similares; em dias secos, ao retirá-las, é bastante comum escutarem estalidos e, na escuridão, é possível visualizar minúsculas faíscas (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Esse efeito também pode ser verificado após se andar por um carpete arrastando os pés, acumulando elétrons no corpo em seguida tocar em uma maçaneta metálica. Um pequeno choque será percebido, por conta da descarga elétrica, ou seja, transferência rápida e abrupta de elétrons entre um corpo e outro (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Nos automóveis em movimento é possível e comum de acontecer esse tipo de eletrização. Isso acontece, porque o carro está a todo momento sendo atritado com o ar, podendo seus passageiros, ao entrar ou sair do veículo, sentirem um pequeno choque, ou seja, uma descarga elétrica. Esse é um dos motivos pelos quais os caminhões que carregam combustíveis, terem em sua parte traseira uma corrente pendurada em permanente contato com o chão. Isso faz garantir que a eletrização ocasionada pelo atrito, seja continuamente descarregada para o chão, impedindo a formação de faíscas, que podem colocar em risco a segurança e iniciar um incêndio (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Na Figura 1, apresenta-se um esquema de como pode ocorrer alguns processos de eletrização: atrito e indução. A eletrização por contato consiste em encostar um corpo que esteja eletrizado em outro corpo eletricamente neutro. Assim, as cargas elétricas irão se separar e fazer uma nova distribuição entre os dois corpos, eletrizando o corpo eletricamente neutro, até que a igualdade de cargas seja alcançada.



Fonte: HEWITT (2002)

A presença de um corpo eletricamente carregado (indutor) próximo a um corpo neutro (induzido), sem contato, promove a separação das cargas no corpo neutro. Nesse caso, as cargas

de sinal contrário ao do indutor serão atraídas para a extremidade mais próxima dele e as cargas de mesmo sinal serão repelidas para a extremidade oposta. Se utilizarmos um fio terra, na extremidade mais distante do indutor, para deixar as cargas fluírem para o chão, ao retirar o fio, será obtido um corpo eletrizado com carga de sinal contrário ao do que lhe deu origem (PORTO *et al.*, 2011).

Portanto, a eletrização, seja por atrito, seja por contato ou indução, fundamenta-se em fornecimento ou retirada de elétrons do corpo. Se há perdas de elétrons, o corpo ficará positivamente eletrizado; se há ganho de elétrons, o corpo ficará negativamente eletrizado. Como propriedade elétrica, corpos eletrizados com cargas iguais se repelem, corpos eletrizados com cargas contrárias se atraem. Esse tipo de interação é muito mais forte que a interação gravitacional. Contudo, existem diferenças fundamentais entre as duas interações: a elétrica e a gravitacional. São de naturezas diferentes: a interação gravitacional entre duas massas tem caráter apenas atrativo, enquanto a interação elétrica pode ser atrativa ou repulsiva (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011)

Quando duas ou mais cargas elétricas estão próximas, surge entre elas uma força elétrica, que é uma força conservativa. Assim, podemos atribuir uma energia potencial elétrica e um campo associado a esse sistema (NUSSENZVEIG, 2009).

A força eletrostática, tal qual a força gravitacional, é uma força conservativa, porque o trabalho realizado por essa força não depende do caminho percorrido pelas cargas. Ela é definida como:

$$|\vec{F}| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2} \quad (1)$$

Onde Q_1 e Q_2 são as cargas das partículas, d é a distância entre as partículas e ϵ_0 é a permissividade elétrica no vácuo (NUSSENZVEIG, 2009).

Um exemplo de força a distância é a força exercida por uma carga sobre a outra. E é bem difícil compreender esse termo de ação a distância. Qual é o mecanismo através do qual uma partícula pode exercer uma força sobre outra através do espaço vazio entre elas? Caso mova repentinamente uma partícula carregada no espaço, será que a força exercida na segunda partícula, que está a certa distância d , varia instantaneamente? Para entender o termo ação à distância é preciso introduzir o conceito de campo elétrico. Uma carga produz um campo elétrico em todos os pontos do espaço e este campo exerce uma força na segunda carga (TIPLER e MOSCA, 2000).

O campo elétrico gerado por uma partícula com carga q em um campo distante d é:

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{d^2} \quad (2)$$

A ideia básica é que uma distribuição de cargas no espaço vazio afeta todos os pontos do espaço, produzindo em cada um deles um valor do campo elétrico, e a carga de prova revela a existência desse campo pela força nela exercida (NUSSENZVEIG, 2009).

Chama-se fluxo do campo elétrico através de um elemento de superfície dS a grandeza $d\phi$ definida por

$$d\phi = \vec{E} \cdot d\vec{E} \quad (3)$$

Como qualquer distribuição de cargas pode ser decomposta em elementos de carga assimiláveis a cargas puntiformes, e o campo resultante, pelo princípio da superposição, é a soma dos campos de todos os elementos, resulta então a lei de Gauss:

$$\phi_S = \oint_S E ds = \frac{q}{\epsilon_0} \quad (4)$$

É possível detectar a presença de carga dentro de uma superfície fechada pelo fluxo do campo elétrico através desta superfície, da mesma forma que se pode detectar a presença de fontes de fluido dentro de uma superfície fechada medindo a vazão total do fluido através dela. Podendo assumir que as cargas são as fontes de campo eletrostático (NUSSENZVEIG, 2009).

Assim como o campo gravitacional, o campo eletrostático é conservativo. Isso possibilita simplificar sua descrição, reduzindo-se a uma única função escalar, o potencial eletrostático. Assim, o trabalho realizado para transportar uma carga de prova de um ponto $P1$ até um ponto $P2$, independe do caminho e isso define a diferença de potencial, ou seja, é o trabalho que tem de ser realizado contra a força exercida pelo campo para levar uma carga de um ponto ao outro.

$$V_{(r)} = - \int_{\infty}^r \vec{E} \cdot d\vec{l} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} \quad (5)$$

Para o potencial *coulombiano* de uma carga na origem. Ele representa o trabalho por unidade de carga necessário para trazer uma carga de prova desde uma distância infinita até uma distância r da carga q . O potencial *coulombiano* de uma carga cai com $1/r$, em lugar de $1/r^2$, como o campo.

2. 2. 2. Eletrodinâmica

Podemos observar as cargas elétricas nos circuitos elétricos, os quais exercem um papel muito importante no nosso cotidiano, desde a iluminação de uma simples lanterna até sistemas mais sofisticados, como as associações feitas em nossas casas e comércios. Ou ainda, nas transferências de energia por meio das linhas de transmissão, desde a companhia de energia elétrica até as residências e estabelecimentos comerciais. Então, um circuito elétrico pode ser entendido basicamente como um caminho para que a energia elétrica seja percorrida de um ponto para outro (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

O termo corrente tem como significado, não encontrar obstáculo, ou seja, fluir naturalmente como a água em um rio. Podemos dar outros exemplos e fazer analogias sobre o termo corrente, o fluxo de corrente de água em uma mangueira de jardim, determinado por um canal de entrada de água e outro de saída, no interior da mangueira a água flui, em um sentido determinado; o fluxo de corrente sanguínea, determinado pelo coração (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Este órgão conecta entradas e saídas de sangue, bombeando o líquido em um determinado e único sentido. Assim é possível imaginar o fluxo de cargas elétricas dentro de um fio condutor, determinando o termo corrente elétrica. Para ter um fluxo, é necessário um agente externo que propicie o movimento em um sentido e necessita também de um meio, por onde as cargas fluem (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Por esse motivo, plugamos os aparelhos numa fonte de energia estabelecendo uma diferença de potencial, sendo este o agente externo da corrente elétrica. Um fio de cobre pode ser o meio por onde se estabelece o fluxo de carga elétrica em movimento. Como consequência das cargas elétricas em movimento podem ser produzidos campos magnéticos, radiação eletromagnética, além de calor (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Somente a partir do século XVII a curiosidade sobre os fenômenos elétricos passou a se constituir em um problema de pesquisa. A partir deste, os cientistas começaram a descrever uma série de substâncias que tinham a capacidade de conter o que chamavam de “*virtude elétrica*”. Enquanto alguns materiais podiam ser facilmente eletrizados por atrito, ficando no estado de eletrização por um longo tempo, outros não podiam ser eletrizados, ou seja, não mantinham a *virtude elétrica* (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

No início do século XVIII, os pesquisadores começaram a classificar as substâncias como elétricas ou condutoras e não elétricas ou isolantes. Stephen Gray, em 1730, realizou experiências para mostrar que a *virtude elétrica* podia ser conduzida de um corpo a outro por

um fio horizontal, a grandes distâncias, desde que o fio estivesse suspenso por fios de seda.

Depois que a distinção entre materiais condutores e isolantes, foi feita, os pesquisadores descobriram que um material não elétrico se tornava altamente eletrizado, caso fosse apoiado sobre vidro ou suspenso por fios de seda (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Existe uma discrepância elétrica entre condutores e isolantes, pois, tais propriedades dependem da mobilidade dos portadores de cargas elétricas, que são os elétrons ou íons. Os metais são bons condutores de corrente elétrica, pelo mesmo motivo que também são bons condutores de calor (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

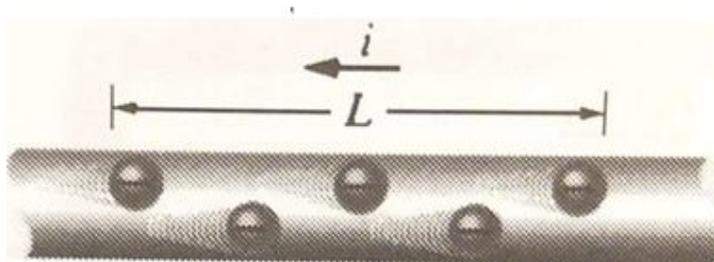
Os materiais que não conduzem bem a corrente elétrica são maus condutores de calor; tais materiais são chamados de isolantes. Os condutores diferem em sua condutibilidade elétrica com relação aos isolantes, como o vidro e o plástico, por um fator de ordem 20 de grandeza (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Considerando como exemplo, um segmento de um bom condutor como o fio de cobre, apesar de os elétrons livres, também chamados elétrons de condução, estarem em movimento perpétuo e aleatório, com uma velocidade de 10^6 m/s, não há nenhum fluxo resultante de cargas elétricas através desse segmento de fio, pois, o movimento não é ordenado em um mesmo sentido (NUSSENZVEIG, 2009).

Pergunta: por qual motivo a instalação de uma bateria tem como efeito produzir uma corrente elétrica? Quando se conectar a bateria entre os extremos dos terminais de um circuito elétrico qualquer, ela produz um campo elétrico entre os dois terminais. Esse campo elétrico é o responsável por fazer as cargas elétricas terem um sentido preferencial e se movimentarem no circuito elétrico. O movimento de cargas elétricas, denominado fisicamente corrente elétrica, é representado pela letra i (NUSSENZVEIG, 2009).

Considerando uma quantidade de carga atravessando, a secção reta transversal de um fio condutor, como mostra a Figura 2, a intensidade de corrente elétrica i , é definida como sendo a razão entre a variação da carga elétrica que atravessa a superfície da área de secção reta transversal, no intervalo de tempo correspondente (NUSSENZVEIG, 2009).

Figura 2 - Cargas elétricas em um fio condutor.



Fonte: HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 1996

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (6)$$

É importante ressaltar que, por convenção, a direção da corrente elétrica é oposta à direção do fluxo de elétrons. Para uma análise da relação da corrente elétrica: se tem que a unidade de intensidade de corrente elétrica no Sistema Internacional é o ampère, representado pela letra A, em homenagem a André-Marie Ampère (1775 - 1836), físico e matemático francês, responsável por mostrar a relação entre a Eletricidade e o Magnetismo (NUSSENZVEIG, 2009).

De forma que 1,0 *ampère* (A) é equivalente a uma carga elétrica de 1,0 *coulomb* (C) atravessando uma superfície em 1,0 *segundo* (s) ou seja: 1,0 A = 1,0 C/s; a corrente elétrica, da mesma maneira como a carga elétrica e o tempo é uma grandeza escalar. Normalmente nos circuitos, existe uma seta representando o sentido de fluxo de carga elétrica. Vale ressaltar que essa não é uma indicação vetorial (NUSSENZVEIG, 2009).

Reforçando, a corrente elétrica não é uma grandeza vetorial; a carga elétrica é uma grandeza que se conserva, ou seja, a soma algébrica de todas as cargas elétricas que existe em um sistema isolado permanece sempre constante; este é o princípio da conservação da carga elétrica (NUSSENZVEIG, 2009).

A corrente elétrica dentro de um meio material resulta da resposta das partículas carregadas deste meio às forças a elas aplicadas. Em geral, o que interessa é a resposta a um campo elétrico. Essa resposta depende da natureza do meio material. Para uma grande variedade de materiais isotrópicos líquidos e sólidos (não para gases), a relação é dada pela lei de Ohm, formulada em 1826, por analogia com a lei de condução de calor (NUSSENZVEIG, 2009).

Se pegar um trecho dl de um fio condutor de seção transversal S sobre o qual a corrente i é longitudinal e homogênea, ou seja, a mesma em qualquer ponto da seção S ; Pela lei de Ohm, o mesmo acontece com o campo. A diferença de potencial dV entre as seções inicial A e final B é:

$$V_A - V_B = dV \approx \int_A^B E \cdot dl = Edl \quad (7)$$

Pois \vec{E} é uniforme e paralelo a dl , essa é a queda de potencial no sentido da corrente. Por definição, a intensidade da corrente que atravessa esse trecho do fio é:

$$i = \int_S \mathbf{j} \cdot \hat{n} dS = \mathbf{j} \cdot \mathbf{S} \rightarrow = \sigma \vec{E} \cdot \vec{S} \quad (8)$$

Onde $\mathbf{j} \rightarrow$ é a densidade de corrente, ou seja, corrente por unidade de área e sua unidade é A/m^2 e $\mathbf{S} \rightarrow$ é a superfície que determinada corrente atravessa.

Logo,

$$dV = \frac{i}{\sigma S} dl, \quad (9)$$

E, se o fio tem secção constante, obtemos para um comprimento l de fio, entre os pontos A e B :

$$V_A - V_B = V = Ri, \quad (10)$$

Onde,

$$R = \frac{i}{\sigma S} = \rho \frac{l}{S} \quad (11)$$

E, chama a resistência do fio entre os pontos A e B , ρ é a resistividade do material. Vemos que a resistência de uma porção do fio é diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à área da secção transversal do fio (NUSSENZVEIG, 2009).

A unidade de medida da resistência chama ohm e é representada por Ω onde $1 \text{ (ohm)} = 1 \text{ Volt} / 1 \text{ Ampère}$. É necessário fornecer energia para poder transportar uma carga através de uma diferença de potencial. Assim, para manter uma corrente durante um tempo através de um potencial, é preciso prover energia, o que corresponde a uma potência, energia por unidade de tempo (NUSSENZVEIG, 2009).

$$\frac{dW}{dt} \equiv P = iV, \quad (12)$$

Onde para $1 A$ de corrente elétrica e $1 V$ de potencial resulta em $1 W$ (*watt*) (NUSSENZVEIG, 2009).

Como em outros processos onde há atrito, a energia é dissipada sob a forma de calor, como num chuveiro elétrico, por exemplo. Podendo também produzir radiação térmica visível, como no aquecimento ao rubro da resistência de um aquecedor ou fogão elétrico. Em termos

da resistência R do condutor, a potência dissipada é:

$$P = i^2 R = \frac{V^2}{R}, \quad (13)$$

Essa conversão de energia elétrica em calor é conhecida como efeito joule: foi descoberta por joule no decurso de suas experiências sobre o equivalente mecânico da caloria (NUSSENZVEIG, 2009).

2. 2. 3. Eletromagnetismo

Da mesma maneira que o âmbar chamava atenção por ter a propriedade de atrair pequenos fragmentos de materiais leves, o ímã também despertava curiosidade e interesse das pessoas por atrair determinada classe de materiais (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

As primeiras impressões a respeito do magnetismo, bem como de sua influência nos seres vivos precedem dos tempos mais remotos da História. Hoje, sabemos que se trata de um mineral contendo óxido magnético de ferro, a magnetita que séculos antes da era Cristã, os gregos já comentavam das propriedades dessa pedra (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Foi Tales de Mileto (640 - 550 a.C.), filósofo grego que realizou uma série de experiências sobre a eletrização dos corpos, indicando os primeiros estudos sobre os fenômenos elétricos e magnéticos (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Tales também observou a existência de pedras da região de Magnésia, antiga cidade situada no oeste da atual Turquia, com a capacidade de atrair e repelir alguns materiais: eram as pedras-ímãs. Essas pedras eram também utilizadas por gregos e por chineses das mais diversas formas, da terapia à diversão, devido ao seu poder de atração e repulsão (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Ao longo da história as pessoas aprenderam a manusear a magnetita. A bússola foi a primeira aplicação prática, foi inventada por volta do século II. A bússola, é uma agulha magnetizada flutuando na superfície da água ou suspensa, pelo centro, por um fio. Esse equipamento se tornou indispensável e até obrigatório, nas viagens dos chineses, tanto por terra como por mar (PORTO *et al.*, 2011).

Girolano Cardano (1501-1576) foi quem definiu as diferenças entre as atrações do âmbar e da magnetita. Devido à semelhança entre os fenômenos elétricos e magnéticos, durante um longo período, esses dois fenômenos foram confundidos como um só (ARAGÃO e

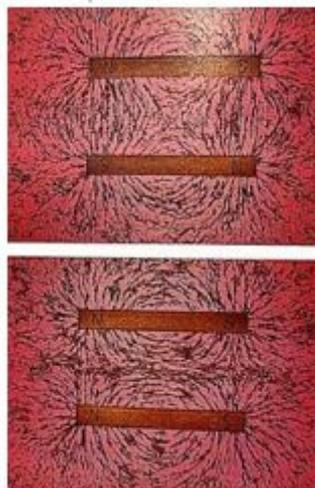
ARAGÃO, 2011).

Em 1600 com a publicação da obra *De Magnete* de William Gilbert (1540-1603), foi exposto um estudo detalhado sobre o conhecimento que se tinha, até então, dos fenômenos elétricos e magnéticos (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Nessa obra foi demonstrado que os metais não podiam ser eletrizados por atrito e, dessa forma, passou a chamá-los de materiais não eletrizáveis. Em relação ao magnetismo, ele desenhou a forma das linhas de campo magnético de bolas esféricas de ferro magnetizadas, fazendo a aproximação de uma pequena agulha de bússola, comparando assim, com a ação da Terra sobre a agulha da bússola (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

O campo magnético bem como o campo elétrico pode ser representado por linhas de campo. Tais linhas podem ser observadas na Figura 3, ao se colocarem sobre um ímã em forma de barra, que nada mais é que um campo magnetizado, fragmentos de metal, como a limalha de ferro. Em resposta ao campo magnético produzido pelo ímã, os pequenos fragmentos de ferro se alinham com a direção do campo magnético (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Figura 3 - Limalha de ferro sobre um ímã de barra



Fonte: HEWITT (2002)

Para compor as linhas de campo magnético, é necessário ponderar que elas têm a mesma direção da agulha magnética de uma bússola, quando colocada nas proximidades do campo (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

O intervalo entre as linhas de campo simboliza a sua intensidade, percebemos que esta será mais intensa nos pontos em que as linhas de campo estão mais próximas e menos intensa do contrário. As linhas de campo magnético também são chamadas de linhas de força magnéticas (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Gilbert também observou a impossibilidade de se obter um só polo magnético isolado. Isso quer dizer que repartindo-se um ímã sucessivamente em duas ou mais partes, serão obtidos ímãs com as mesmas propriedades originais. Não se pode obter polos isolados, apenas o polo sul ou somente o polo norte (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

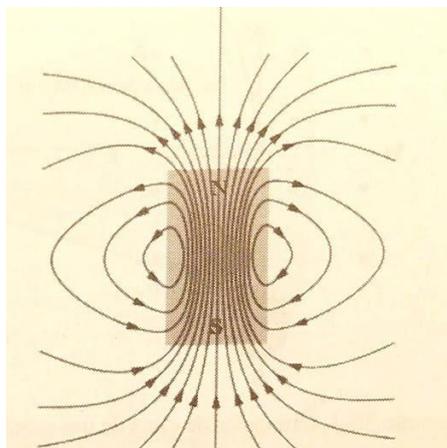
Foi em 1820, Hans Christian Oersted (1777 - 1851), Físico e Químico dinamarquês quem descobriu a relação entre Eletricidade e Magnetismo, ao verificar a deflexão da agulha de uma bússola ao ser aproximada de um fio em que percorria uma corrente elétrica. Dizem que pelo fato de se ter um respeito muito grande nos trabalhos de Newton, sobre a lei da gravitação universal, foi motivo que influenciou o modo de pensar de alguns estudiosos da época (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Jean Baptiste Biot (1774 - 1862) e Félix Savart (1791 - 1841), partindo de observações experimentais, mostraram como calcular o campo magnético produzido pela corrente elétrica, ficando esta conhecida como Lei de Biot e Savart (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

André Marie Ampère (1775 - 1836), três anos mais tarde, quando soube da descoberta de Oersted, se empenhou ao estudo dos fenômenos magnéticos realizando uma série de descobertas. Após esse estudo e descobertas, formulou uma regra para determinar a direção do campo magnético criado por um circuito elétrico (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

As linhas de forças magnéticas são necessariamente fechadas. Como já visto anteriormente, a lei de Gauss aborda o fluxo em uma seção de área. Dessa forma, podemos chegar à conclusão que no magnetismo o fluxo do campo magnético é nulo, pois, não podemos formar mono polos magnéticos, ou seja, toda linha de campo é uma linha contínua e fechada, saindo do polo norte (N) se deslocando para o polo Sul (S) por fora do ímã e do polo Sul retorna ao polo Norte por dentro do ímã, como ilustrado na Figura 4. (ARAGÃO & ARAGÃO, 2011).

Figura 4 - Linhas de campo magnético



Fonte: HALLIDAY, RESNICK, WALKER (1996)

As linhas de campo em torno de um fio retilíneo com corrente são circulares. Como consequência das experiências de Ampère essa circulação é proporcional à intensidade de corrente que atravessa essas linhas circulares, isto vale para correntes estacionárias. Ficou determinada como lei de Ampère, conforme a equação:

$$\oint_C B dl = \mu_0 i \quad (14)$$

Onde, B é o campo magnético e sua unidade de medida é o *Tesla* (T) e μ_0 é a permeabilidade magnética no vácuo (NUSSENZVEIG H. M., 2009).

Um campo magnético é produzido em um ponto distante de um circuito onde está passando uma corrente. Se deslocar o ponto para uma distância infinitesimalmente maior, teremos sob a forma de uma integral de linha ao longo do circuito a lei de Biot e Savart, que dá o campo magnético devido uma distribuição de corrente estacionária de acordo com a equação:

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \oint_C \frac{dl(\hat{r})}{r^2} \quad (15)$$

Michael Faraday (1791 - 1867), em 1831, descobriu, o fenômeno da indução magnética. Ele observou que ao passar uma corrente elétrica num fio enrolado em um anel, formando um equipamento chamado espira, gerou um campo magnético induzido (NUSSENZVEIG, 2009).

As equações de Maxwell apresentam o comportamento do campo elétrico e do campo magnético, e também de suas interações com a matéria. Este conjunto, formado por quatro equações, descrevem, respectivamente, a lei de Gauss, lei de Ampère e lei de Faraday. Maxwell mostrou que suas equações descrevem as ondas eletromagnéticas, que andam no vácuo, com uma velocidade de 299792458 m/s (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011). Em 1865, ele escreveu:

Esta velocidade é tão próxima das medidas realizadas para a velocidade da luz que parece que tenho fortes motivos para acreditar que a luz em si, incluindo o calor radiante, bem como outras radiações do tipo, é uma perturbação eletromagnética que propagada na forma de ondas através do campo eletromagnético de acordo com as leis do eletromagnetismo. (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

No entanto, sua hipótese foi comprovada por Heinrich Rudolf Hertz (1857 - 1894), ele mostrou que a luz é uma onda eletromagnética. Essa evidência é considerada uma das maiores descobertas da física do século XIX. Serviu como base para o desenvolvimento da teoria da relatividade restrita e para a teoria da unificação entre o Eletromagnetismo e a relatividade geral. Dessa forma, o formalismo matemático feito por Maxwell expressa uma síntese do

Eletromagnetismo do mesmo modo que as leis de Newton expressam uma síntese da mecânica (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Os fenômenos magnéticos podem ser vistos da mesma forma, possibilitando, portanto, que se faça comparação com os conceitos explorados no estudo da eletricidade. É necessário introduzir o termo campo magnético. O campo magnético é definido a partir da força magnética que atua sobre uma carga de prova, eletricamente carregada, em movimento (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Macroscopicamente, as propriedades magnéticas da matéria podem ser representadas por suas respostas a um campo magnético externo aplicado. Ímãs e equipamentos imantados, tais como fitas de gravação magnética, discos rígidos de computadores, dentre outros, derivam de especificidades magnéticas dos materiais de que são confeccionados. As especificidades magnéticas da matéria foram estudadas por Faraday, em 1845, ao perceber que as substâncias podem ser classificadas em diamagnéticas e paramagnéticas. Conforme ele, os materiais diamagnéticos são repelidos pelo campo magnético aplicado, enquanto os materiais paramagnéticos são atraídos pelo campo magnético (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Os materiais, onde as propriedades magnéticas permanecem mesmo após a remoção do campo magnético, são chamadas de ferromagnéticas, concretizando, dessa forma, três tipos de materiais magnéticos, quais sejam: diamagnéticas, paramagnéticas e as ferromagnéticas (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Os motores elétricos fazem uso da maior parte do trabalho realizado no mundo contemporâneo. Por trás do funcionamento de equipamentos dessa natureza estão compreendidas as forças de origem magnética. Não precisa de muitos argumentos para mostrar a importância do desenvolvimento dos motores elétricos. Atualmente, em virtude do fim das reservas de combustíveis fósseis. Salientamos, ainda, a sua importância nas questões ambientais, em virtude do baixíssimo nível de poluição ambiental, além da construção simples, baixo custo e facilidade de transporte (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

O motor elétrico é um equipamento que transforma energia elétrica em energia mecânica. Quando a eletricidade de uma bateria ou de outra fonte de alimentação é interligada a um motor, faz com que seu eixo comece a girar. A parte móvel de um motor se chama rotor. O rotor gira porque os fios e o campo magnético são acoplados de maneira que um torque seja aplicado sobre a linha central do rotor (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Em 1842, Faraday mostrou que uma corrente elétrica pode ser induzida em um circuito por um campo magnético que varia com o tempo, ou seja, que uma corrente elétrica é formada em um fio durante a travessia em um campo magnético variável. A interpretação física da

equação é que um campo magnético variável com o tempo produz um campo elétrico, que no caso, não é mais eletrostático (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Quando se aproxima ou afasta um ímã em direção a uma espira de corrente, o galvanômetro, que é um aparelho que mede corrente elétrica de baixa intensidade, pode mostrar uma corrente elétrica no circuito, mas isso ocorre somente quando o ímã está se movimentando, o que chamamos de corrente de indução. Da mesma forma, o galvanômetro pode acusar uma corrente elétrica quando deixar o ímã em repouso, porém, quando movimenta a espira (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

No caso de uma espira ser colocada perpendicularmente em um campo magnético constante, o fluxo magnético por meio da área da espira, é dado matematicamente pela relação:

$$\Phi_{mag} = B \cdot A \quad (16)$$

Dessa forma, a Lei de Faraday é expressa matematicamente pela variação no tempo desse fluxo magnético através de um circuito elétrico. No caso de uma bobina compactada enrolada, constituída de N espiras idênticas e concêntricas, a força eletromotriz (*fem*) induzida, será igual a:

$$\varepsilon_{mag} = -N \frac{d\Phi_{mag}}{dt} \quad (17)$$

Onde, o sinal negativo que aparece nessa relação diz respeito ao sentido da corrente elétrica, que foi induzida no sistema (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Assim, a *fem* induzida é a soma de todas as *fem* induzidas em cada uma das espiras. Existe uma diferença entre a força eletromotriz gerada por uma bateria e a força eletromotriz induzida. Na primeira é a energia química armazenada que é cedida a uma carga elétrica que passa através da bateria. No segundo caso, é a força eletromagnética que faz a carga percorrer um condutor de um determinado comprimento que se desloca com velocidade em um campo magnético (ARAGÃO & ARAGÃO, 2011).

Foi Heinrich Friedrich Emil Lenz (1804 - 1865), em 1833, que descobriu que a resistência em um fio condutor aumenta com o aumento da temperatura. Vários dos estudos realizados por Lenz também foram desenvolvidos por Faraday, porém, eles trabalharam separadamente (NUSSENZVEIG H. M., 2009).

Segundo Lenz, o sentido de qualquer efeito magnético de indução, corrente elétrica ou *fem*, é tal que ele se opõe à causa que o produziu. Essa lei pode também ser obtida a partir da lei de Faraday. Ela é uma alternativa para designar o sentido da corrente elétrica e da força

eletromotriz induzida (NUSSENZVEIG H. M., 2009).

2. 2. 4. Termodinâmica

Uma outra forma de energia é o calor. Desde a antiguidade, o calor foi para o homem uma sensação relacionada à exposição aos raios solares ou à proximidade com o fogo, por exemplo (ROCHA *et al.*, 2011).

Na história da ciência, a procura pelo entendimento do significado dessa sensação, foi longa. Os gregos entendiam o calor como uma entidade oposta ao frio. Aristóteles associava calor e frio aos quatro elementos da natureza: fogo (quente e seco), água (frio e úmido), ar (quente e úmido) e terra (fria e úmida). Permaneceu por muito tempo esse pensamento, modificando somente com a Revolução Industrial, iniciada em meados do século XVIII (ROCHA *et al.*, 2011).

Roger Bacon (1214 - 1294) propôs que a origem do calor vinha dos movimentos das partículas internas dos corpos materiais. Francis Bacon (1561 - 1626), compartilhou da mesma ideia em 1620, quando concedeu ao calor um movimento de caráter vibratório (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Galileu e Newton, acreditavam que o calor tinha como resultado uma oscilação do éter, tendo sua origem nos corpos celestes, ou seja, curiosamente, ambos tinham o mesmo pensamento de Aristóteles (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

O estudo do calor passou a ter uma visão mais científica e menos filosófica a partir do século XVIII, com o estabelecimento da ideia do equilíbrio térmico. Algumas perguntas começaram de imediato a ser levantadas, quando cientistas e filósofos se questionavam: o que flui de um corpo para outro, quando eles se encontram em diferentes temperaturas? (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Joseph Black (1728 - 1799) demonstrou experimentalmente, em 1770, que a temperatura é uma característica do corpo. Dessa maneira, foi estabelecida a diferença entre temperatura e calor: ao colocar em contato corpos de diferentes temperaturas, o calor é transmitido de um corpo para o outro, alterando a temperatura de cada um deles, até que seja atingido o equilíbrio térmico (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Calor é energia em trânsito, ou seja, é energia que flui de um corpo que se encontra em temperatura mais alta, para outro corpo que se encontra em temperatura mais baixa (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Então, uma pessoa sente a sensação propiciada pelo calor a ela transferido. Assim, é errado falar que um corpo tem calor, uma pessoa está com calor. O calor não é algo que se internaliza em um corpo, é algo que flui de um corpo a outro. O sentido da transferência de energia é sempre do corpo de temperatura mais alta para o corpo que se encontra em temperatura mais baixa. O calor jamais poderá, espontaneamente, ser transferido de uma substância que esteja a uma temperatura menor para outra substância que esteja a uma temperatura maior (ARAGÃO e ARAGÃO, 2011).

Fica estabelecida a diferença entre temperatura e calor:

- a) Conceito de temperatura tem origem nas ideias qualitativas de ‘quente’ e ‘frio’, que são baseadas em nosso tato. Um corpo que parece estar quente normalmente está em temperatura mais elevada do que um corpo análogo que parece estar frio. Isso é vago e os sentidos podem ser enganosos. Contudo, muitas propriedades da matéria que podemos medir dependem da temperatura (YOUNG e FREEDMAN, 2008). Ela mede o grau de agitação das partículas, ou seja, quanto maior a energia cinética interna de rotação e translação, maior será a temperatura, sua unidade de medida é °C. (YOUNG e FREEDMAN, 2008);
- b) Calor é energia, e sempre se refere à transferência de energia de um corpo para outro em função da diferença de temperatura entre eles, não indicando, portanto, a quantidade de energia contida no corpo. Como o calor se refere à energia em trânsito, conseqüentemente, sua unidade de medida é a mesma adotada para energia. No Sistema Internacional de Unidades, a unidade de energia é o *joule* (*J*). Mas usualmente, em termometria, utilizamos o calor em calorias. Onde 1 *cal* é a energia necessária para elevar a temperatura de 1 grama de água em 1 °C nas condições normais de temperatura e pressão (YOUNG e FREEDMAN, 2008).

Até 1850, a Termodinâmica e a Mecânica eram duas ciências independentes, uma vez que a Lei de Conservação da Energia era utilizada apenas no estudo dos sistemas mecânicos. Experiências realizadas em meados do século XIX, por James Joule (1818 - 1889), demonstraram que a energia pode ser absorvida ou transmitida por um sistema na forma de calor e pelo trabalho por ele realizado ou sobre ele realizado (NUSSENZVEIG, 2009).

Foi definido a unidade de calor em termos da variação de temperatura que produz uma dada massa de água. Identificar o calor como uma forma de energia levou ao problema de uma conversão entre a caloria e a unidade mecânica de energia (1 *J*, no sistema MKS). O valor de conversão aceito atualmente é 1 *cal* = 4,186 *J* (NUSSENZVEIG, 2009).

É muito importante compreender a diferença entre energia interna e calor, pois essas duas grandezas tendem a ser adotadas com o mesmo significado. Enquanto o calor deve ser compreendido como energia transferida ou energia em trânsito entre os sistemas, em virtude de

uma diferença de temperatura, a energia interna é associada ao movimento interno dos átomos ou moléculas que constituem o material. Nessa grandeza, que pode também ser chamada de energia interna, além da energia cinética associada ao movimento de translação, rotação e vibração dos átomos, inclui também a energia potencial, intermolecular, ou energia de ligação dos átomos (NUSSENZVEIG, 2009).

O que acontece a uma substância quando o calor lhe é transferido? Se observar os diversos eventos cotidianos que envolvem calor, perceberá duas situações:

- a) O aquecimento ou resfriamento espontâneo, devido a troca de calor. Por exemplo: quando deixamos uma xícara de café quente sobre uma mesa em um dia frio, com o passar do tempo o café vai ficar morno, até esfriar, chegando ao equilíbrio térmico, ou seja, o calor é cedido ao ambiente;
- b) A transição de fase da matéria. Por exemplo, quando deixamos roupa secando no varal, a água presente na roupa vai evaporar, ou seja, vai passar do estado líquido para o estado gasoso.

Vamos abordar a relação entre quantidade de calor e a variação de temperatura ou a transição de fase de uma substância. O termo quantidade geralmente está relacionado a algo que podemos quantificar, contar e medir. Porém, o calor é uma transferência de energia a qual ocorre exclusivamente em consequência de uma diferença de temperatura entre corpos. Logo, calor não pode ser simplesmente medido com um instrumento, mas, podemos calcular a quantidade de calor transmitidas entre sistemas avaliando os fenômenos que ocorrem devido à transferência de calor, ou seja, pela variação de temperatura e pela transição de fase (NUSSENZVEIG, 2009).

O exemplo mais conhecido para transição de fase, é o da água. O composto químico H_2O existe na natureza de várias maneiras: na fase sólida (gelo); na fase líquida (água); e na fase gasosa (vapor-d'água) (NUSSENZVEIG, 2009).

A matéria pode ser encontrada na natureza mais facilmente em três estados:

- a) Estado sólido: em que as partículas de uma substância constituem uma estrutura rígida, pela atração mútua;
- b) Estado líquido: em que as partículas de uma substância não possuem uma estrutura rígida; conseqüentemente, o líquido se adapta a forma do recipiente que o contém. No estado líquido, as partículas apresentam uma energia térmica maior do que quando estão no estado sólido, podendo, portanto, se movimentar mais livremente.
- c) Estado gasoso: as partículas de uma substância apresentam uma energia térmica ainda maior do que nos estados sólido e líquido, de forma que podem ocupar todo o recipiente que a contém. No estado gasoso se tem gás ou vapor. Toda substância pode se apresentar como gás ou como

vapor; a diferença está no par de valores, temperatura e pressão, a que a substância está sujeita.

Fusão é quando um determinado material que, se encontra no estado sólido, muda de fase, passando para o estado líquido. Para que isso ocorra, é necessário fornecer energia a esse sólido, liberando suas moléculas da estrutura rígida. Como exemplo, o gelo é água no estado sólido. À temperatura de 0 °C, em condições normais de pressão, quando se fornece calor ao gelo, inicia o processo de fusão. Durante esse fenômeno, a temperatura não varia, ou seja, toda a energia é utilizada para fundir o gelo. À medida que o gelo se funde, se tem a água em dois estados: líquido e sólido (NUSSENZVEIG, 2009).

Portanto, o calor que foi fornecido ao gelo não é utilizado para que sua temperatura aumente, mas somente para produzir uma transição de fase, entre o estado sólido e o estado líquido. Esse calor é chamado de calor latente (NUSSENZVEIG, 2009).

A solidificação é o caso inverso da fusão. Na solidificação, a água muda de fase de líquido para sólido. Fisicamente, para que tal mudança de fase possa ocorrer, é necessário retirar energia do líquido, de forma que suas moléculas possam formar uma estrutura rígida. A temperatura que esse processo ocorre é a mesma da fusão: 0 °C a 1 atm. Ou seja, o que difere a fusão da solidificação é que no primeiro processo é fornecido calor ao sistema e no segundo é retirado calor do sistema (NUSSENZVEIG, 2009).

Vaporização de um líquido é a mudança de fase do estado líquido para o estado gasoso ou de vapor. Para que essa mudança possa ocorrer, as moléculas do líquido devem ser liberadas de seus agrupamentos; logo, é necessário que se forneça energia ao líquido. Como exemplo, se pode citar a água fervente: água líquida se transformando em vapor de água. Esse processo ocorre com a água sob pressão normal, a uma temperatura constante de 100 °C a 1 atm. Ou seja, a energia fornecida à água é utilizada para mudança de fase, mantendo a temperatura constante (NUSSENZVEIG, 2009).

O processo inverso, quando do estado gasoso obtém-se o estado líquido, é a liquefação. Para que esse processo possa ocorrer é necessário retirar energia do sistema, para que as partículas possam, novamente, se agrupar, ao invés de se afastarem (NUSSENZVEIG, 2009).

Cada substância tem seu ponto de fusão e ponto de ebulição, ou seja, um par de valores de temperatura e pressão em que ocorre a mudança de fase. Para os casos mencionados, estamos considerando valores de temperatura para valores constantes de 1 atm, pressão normal (NUSSENZVEIG, 2009).

Sublimação é a passagem direta da fase sólida para a fase gasosa e vice-versa. Dois exemplos de sublimação são comuns: a naftalina que, dentre vários usos, é muito conhecida na forma de uma bolinha branca, como repelente de insetos (em especial traças e baratas), e o gelo

seco (CO_2), utilizado na manutenção e conservação de produtos a baixíssimas temperaturas e, também, para provocar efeitos de fumaça em shows musicais e peças de teatro, dentre outros (NUSSENZVEIG, 2009).

Alguns processos de mudança de fase são especialmente curiosos, como a calefação, por exemplo. Ao observar uma frigideira ou um outro metal bastante aquecido sendo colocado sob um jato-d'água, como na torneira ou jogar água na frigideira super aquecida, após fritar um bife, poderemos ver gotas-d'água saltitando desordenadamente e ouviremos um característico chiado: é a calefação, passagem abrupta do estado líquido para o estado de vapor. Ao jogar água sobre a superfície metálica superaquecida, ou seja, a uma temperatura bem maior do que os 100°C para a ebulição do líquido, as gotículas se vaporizam antes de a água atingir a superfície aquecida, formando um colchão de vapor que impede as outras gotículas, em forma líquida, de atingir a superfície (NUSSENZVEIG, 2009).

Enquanto a calefação é um processo rápido de vaporização, a evaporação é um processo lento. Na superfície livre de um líquido, algumas partículas têm energia cinética suficiente para escapar da fase líquida para a fase de vapor. Por essa razão as roupas secam no varal, poças-d'água formadas pela chuva se secam e o vidro de álcool aberto gera uma boa perda do líquido, dentre outros exemplos. É interessante quando colocamos perfume sobre qualquer parte do corpo e sentimos aquela sensação de frescor gelado. O perfume tira calor de sua pele para evaporar. Se você passar álcool no braço e soprar, sentirá um friozinho característico. Com o sopro, o álcool irá evaporar mais rapidamente, retirando mais calor de sua pele (NUSSENZVEIG, 2009).

A condensação é o processo inverso da evaporação. Ela pode ser observada, por exemplo, quando é colocada água, em uma panela tampada, para aquecer. Verifica que gotículas de água formam no lado interno da tampa. É a condensação do vapor-d'água. Um outro exemplo interessante é a latinha de refrigerante gelado. O ar atmosférico contém vapor-d'água. Quando a superfície gelada da latinha entra em contato com o ar atmosférico, retira energia da região em seu entorno, condensando o vapor-d'água. Percebemos, então, a formação de gotículas d'água na superfície externa da latinha (popularmente, dizemos que a latinha está suando!) (NUSSENZVEIG, 2009).

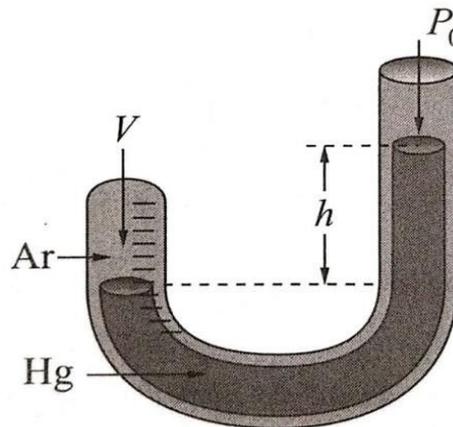
Para qualquer fluido homogêneo, um estado de equilíbrio termodinâmico fica caracterizado por qualquer par das três variáveis pressão do gás (P), volume (V) e temperatura (T). Isto significa que a terceira é uma função das outras duas, ou seja, que existe uma relação funcional do tipo:

$$f(P, V, T) = 0 \quad (18)$$

A equação de estado atribui uma forma relativamente simples para um gás ideal, também chamado de gás perfeito. Trata-se de uma idealização de um gás real, conforme o próprio nome está dizendo, no limite de rarefação extrema. Quanto mais distante a temperatura do gás em relação ao seu ponto de liquefação e quanto menor a pressão, mais ele se aproxima do comportamento de um gás ideal. Na prática, trata-se de uma excelente aproximação na maioria dos casos (NUSSENZVEIG, 2009).

“A Mola do Ar”, foi um livro publicado em 1662 pelo o fisico Inglês Robert Boyle. O livro contém uma nova lei relativa à elasticidade do ar, ou seja, relacionando sua pressão com seu volume. Boyle realizou uma experiência para obter a sua lei que está ilustrada na Figura 5.

Figura 5 - Tubo em U da experiência de Boyle



Fonte: NUSSENZVEIG (2009).

Foi usado um tubo manométrico em forma de U, aberto numa extremidade à pressão atmosférica P_0 e fechado na outra, onde a coluna de mercúrio aprisiona um volume de ar. A pressão P exercida sobre o volume V é:

$$P = P_0 + \rho gh \quad (19)$$

Onde h é o desnível entre os dois ramos do tubo e ρ a densidade do mercúrio.

A experiência era realizada a uma temperatura ambiente e constante, com uma quantidade fixa de gás, no caso o ar, aprisionado. Conforme a quantidade de mercúrio fosse adicionada no lado aberto, a pressão P pode variar. Ele observou que, nessas condições, o volume era inversamente proporcional a P , ou seja:

$$V = k/P = \{PV = k = \text{constante}\} \quad (20)$$

Está enunciada a lei de Boyle: O volume de uma dada quantidade de gás, a temperatura constante, varia inversamente com a pressão. A constante k , depende da temperatura e da quantidade de gás. (NUSSENZVEIG, 2009).

O próximo passo é investigar como o volume ou a pressão variam com a temperatura, quando a outra variável é mantida constante (NUSSENZVEIG, 2009).

Em 1787, o físico francês Jacques Charles observou que todos os gases têm aproximadamente o mesmo coeficiente de dilatação volumétrica. Isto foi verificado experimentalmente com maior precisão em 1802, por Joseph Louis Gay-Lussac. O valor atualmente aceito é:

$$\beta \approx \frac{1}{273,15} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \quad (21)$$

A lei de Charles, expressa pela equação:

$$\frac{V(T)}{V(T_0)} = \frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \quad (P = P_0 = \text{constante}) \quad (22)$$

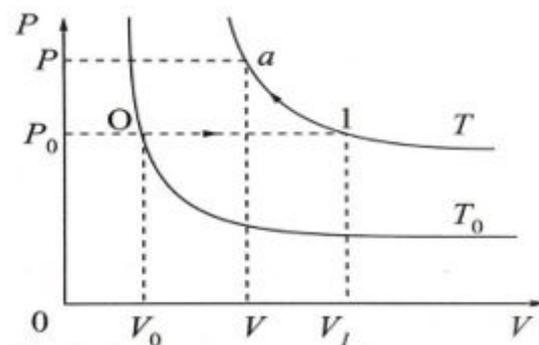
Demonstra que a pressão constante, o volume de um gás é diretamente proporcional à temperatura absoluta (NUSSENZVEIG, 2009).

Esta lei é melhor verificada quanto mais baixa a pressão P_0 ; no limite de $P_0 \rightarrow 0$, pode ser usada para definir a escala termométrica de gás ideal, usando um termômetro de gás a pressão constante (NUSSENZVEIG, 2009).

Analogamente, temos que:

$$\frac{P(T)}{P(T_0)} = \frac{P}{P_0} = \frac{T}{T_0} \quad (V = V_0 = \text{constante}) \quad (23)$$

Podemos obter a equação de estado de um gás ideal combinando a lei de Boyle com a lei de Charles. Para isto, vejamos como se pode passar de um estado (P_0, V_0, T_0) a (P, V, T) (NUSSENZVEIG, 2009).

Figura 6 - Diagrama $P \times V$ com duas isotermas.

Fonte: NUSSENZVEIG, 2009

A Figura 6 mostra as isotermas, que são as hipérbolas. Isotermas significa que a temperatura é a mesma ao longo da curva. Essas isotermas associadas à lei de Boyle no plano (P, V) , para uma dada massa de gás. Ao passar do ponto O ao ponto a do plano. Para isto, passamos primeiro do ponto O ao ponto 1, a pressão P_0 constante, e depois de 1 até a, a temperatura T constante (NUSSENZVEIG, 2009).

A passagem de O (P_0, V_0, T_0) a 1 (P_0, V_1, T) , se obtém pela lei de Charles:

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{T}{T_0} \quad (\text{com } P = P_0) \quad (24)$$

A passagem de 1 (P_0, V_1, T) até a (P, V, T) se obtém pela lei de Boyle:

$$P_0 V_1 = P V (T = \text{constante}) \quad (25)$$

Substituindo uma equação na outra, obtemos:

$$\frac{P V}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0} = \text{constante} \quad (26)$$

Que é o resultado desejado. A constante depende apenas da natureza do gás e de sua quantidade (NUSSENZVEIG, 2009).

2. 3. REFERENCIAL PEDAGÓGICO

As ideias de Piaget trouxeram novas inspirações na década de 1920 e 1930, quando todos que aconselhavam e mencionavam a importância da atividade experimental, porém não se agradavam com a forma convencional de realizar. No momento, a metodologia da

redescoberta apontava suas insuficiências e aos poucos foi deixada de lado. Por esse motivo, o pensamento de Piaget estava cada vez mais presente e aceito. Ele não via esse método como uma maneira de imitar o método científico e aprender ciências (GASPAR, 2005).

Conforme Piaget, a atividade, configurada como uma relação dos seres humanos, faz parte do desenvolvimento do aprendizado indispensável para a edificação da base do pensamento (GASPAR, 2005).

O cérebro humano tem uma história genética determinada. Os esquemas de pensamento que constituem o nosso raciocínio fundamentado manifesta-se de forma progressiva e contínua. No entanto, esses esquemas dependem dos estímulos desenvolvidos. Se esses estímulos não forem favoráveis ao crescimento cognitivo do ser humano, a construção dos esquemas mentais será mais devagar, mesmo que sempre aconteça e finalize (GASPAR, 2005).

Quanto mais demorado para que o processo do desenvolvimento de um esquema mental aconteça, mais prejudicada será aprendizagem do indivíduo. Isso acontece porque só é possível aprender determinado conhecimento quando os esquemas mentais indispensáveis para determinada aprendizagem, já estão inseridas em nosso cérebro (GASPAR, 2005).

Dessa maneira, conforme a ideia de Piaget, se esse esquema mental não for constituído no cérebro do aluno, é inútil ensinar, qualquer que seja o método utilizado (GASPAR, 2005). Piaget trouxe o foco do ensino para o aluno, o tornando protagonista de sua aprendizagem. É mais considerável capacitar a mente para apreender determinado conteúdo do que ensiná-lo. São esses estímulos e incentivos que o meio proporciona que faz essa capacitação da mente acontecer de forma mais rápida (GASPAR, 2005).

Piaget especifica quatro períodos do desenvolvimento cognitivo do ser humano. O primeiro deles, engloba o período do nascimento até cerca de dois anos de idade, é o período sensorio motor. Assim que nasce, o bebê manifesta algumas atitudes como sucção e choro. Nesse período, o bebê percebe que é uma continuação do meio em que está inserido, ela ainda não consegue perceber sentimentos de desejos e vontades, que são as causas de seus comportamentos. Deste período, próprio do recém-nascido, a criança evolui cognitivamente, passando por outras fases, até que, no fim do período sensorio-motor, começa a dissociar esses comportamentos e atitudes e começa a se observar como um objeto entre os demais (GASPAR, 2005).

O próximo período é o pré-operacional. Ele acontece dos 2 anos aos 6 ou 7 anos. Nessa etapa a criança já domina, ou quase domina, a linguagem, os símbolos e as imagens mentais, iniciando uma nova etapa do desenvolvimento mental da criança. Seu pensamento começa a se

organizar, mas não é ainda reversível, isto é, não é capaz de percorrer um caminho cognitivo e, após, percorrê-lo mentalmente em sentido inverso, de modo a reencontrar o ponto de partida não modificado (MOREIRA, 1999).

Sua atenção se volta para os aspectos mais atraentes dos acontecimentos e suas conclusões são também as mais atraentes percentualmente. Pode, portanto, facilmente cair em contradição. Suas explicações são dadas em função de suas experiências, podendo, ou não, ser coerentes com a realidade (MOREIRA, 1999).

O período operacional-concreto inicia nos 7 a 8 anos de idade e se prolonga até os 11 ou 12 anos. Nessa etapa, é possível perceber um distanciamento da atitude egocêntrica da criança. Gradativamente ela passa a perceber um mundo de perspectiva. Nesse estágio a criança começa a compreender melhor o mundo a sua volta. Ela consegue voltar ao início de um raciocínio, por esse motivo o pensamento é operacional, porque ele é reversível. Ela passa a aceitar a opinião dos demais e com isso os trabalhos em grupo são executáveis sem a perda da autonomia (MOREIRA, 1999).

Um exemplo típico é se questionarem a criança sobre qual é o lápis maior, ela vai conseguir responder apenas comparando mentalmente sem a necessidade do manuseio. Como seu pensamento está mais organizado ela consegue fazer operações do tipo $(1+2=3)$ e fazer a reversão como $(3-2=1)$, caracterizando a reversão no seu pensamento, ela consegue interiorizar as ações e operações (MOREIRA, 1999).

O último período do desenvolvimento chega na adolescência e é conhecido como período das operações formais. A característica primordial dessa etapa é a aptidão de raciocinar com suposições linguísticas e não apenas com objetos concretos. É o pensamento proposicional, por meio do qual o jovem, ao raciocinar, utiliza hipóteses. A referência do adolescente é a operação concreta, porém o adolescente extrapola esta fase: chegando a conclusões das operações concretas e permanece operar mentalmente com eles (MOREIRA, 1999).

É de suma importância ressaltar que a passagem de todos esses períodos mencionados e explicados acima durante o desenvolvimento cognitivo de um ser humano, não acontece de forma repentina. Cada fase tem suas peculiaridades já detalhadas. Crianças na faixa etária determinada apresentam, modos conforme suas necessidades. O que pode acontecer, eventualmente, a criança se comporta conforme características de períodos anteriores, dificilmente irão apresentar atitudes específicas de períodos posteriores. A ordem dos períodos não varia, o que pode acontecer é que algumas crianças atingem cada período com idades diferentes das mencionadas. O que é fundamental é o progresso dos períodos pelos quais o ser humano obrigatoriamente passa até chegar ao pensamento formal, não as idades cronológicas

que isso acontece (MOREIRA, 1999).

O construtivismo de Piaget tem origem na construção do conhecimento levando em conta as ações do ser sobre o propósito desse conhecimento. Sempre que uma atividade pedagógica é proposta a uma criança que lhe é permitido explorar, manusear, criar, tirar conclusões e suposições, é possível perceber que a própria criança está sendo autora da construção do conhecimento. Por esse motivo, é conhecido como construtivismo (MOREIRA, 1999).

Para Piaget a assimilação de um novo conhecimento e a acomodação dele, resulta da adaptação. Dessa forma, o indivíduo assimila as informações que obtém do exterior. Mas, uma vez que já tem um esquema mental que não está "vazio", precisa adaptar essas informações ao esquema mental já existente. É denominado acomodação o processo de transformação de si próprio. Isto condiciona que nenhum conhecimento extrínseco chegue sem sofrer alguma modificação pelo indivíduo, sendo que tudo o que se aprende é influenciado por aquilo que já havia sido aprendido. A assimilação acontece quando a informação é incorporada às estruturas já pré-existentes nessa dinâmica estrutura cognitiva, enquanto que a adaptação ocorre quando o organismo se modifica de alguma maneira de modo a incorporar dinamicamente a nova informação (ABREU *et al.*, 2010).

A proposta do produto didático vai ao encontro com esse referencial pedagógico e abrange o período operacional-concreto, onde a criança já tem um pensamento mais organizado, consegue trabalhar em equipe, aceita as ideias de parceiros sem perder a sua independência. Ao construir o experimento, a criança tem algumas concepções prévias devido suas experiências, mesmo que sejam poucas experiências. Quando ela consegue manipular materiais, fazer relações, argumentações, está construindo seu próprio conhecimento, ou seja, é sujeito de suas ações (ABREU *et al.*, 2010).

Após construir, observar, testar o experimento, a proposta permitirá que o aluno formule suas hipóteses, faça questionamentos, para que suas dúvidas sejam sanadas. Dessa forma, ele estará sendo estimulado para a próxima etapa que é o período das operações formais, visto que o livro é direcionado para crianças de 9 até 11 anos, ou seja, algumas crianças já estão passando para o último estágio de desenvolvimento conforme Piaget. Por isso, a importância dos pais apenas auxiliar o filho na construção do experimento e deixar que a criança manipule, faça as interpretações necessárias e tenha um aprendizado com mais significados (ABREU *et al.*, 2010).

3 RESULTADOS

3. 1. PRODUTO DIDÁTICO

A proposta do produto didático é bem inovadora e chamou a atenção de pais e professores. Inicialmente, os conteúdos foram definidos em eletrostática, eletrodinâmica, eletromagnetismo e termodinâmica. A BNCC que engloba o currículo de ciências das séries iniciais foi estruturada a partir de três unidades temáticas que se repetem ao longo de todo o Ensino Fundamental. A unidade temática Matéria e Energia contempla o estudo de materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia utilizados na vida em geral (BNCC, s.d, 2017).

Na perspectiva de construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia, motivo pela escolha dos conteúdos. Essas unidades temáticas devem ser consideradas sob a perspectiva da continuidade das aprendizagens e da integração com seus objetos de conhecimento ao longo dos anos de escolarização. Portanto, é fundamental que elas não se desenvolvam isoladamente (BNCC, s.d, 2017).

3. 1. 1. Apresentação do Produto Didático

No decorrer do ano de 2018 os experimentos começaram a ser selecionados e testados. Pensando na ideia de realizar esses experimentos em um local simples, ou seja, que não tenha grandes estruturas como um laboratório, escolhemos experimentos que fossem fáceis para a aquisição de materiais e sem grandes recursos para fazer a montagem dos mesmos.

Muitos foram testados, porém, somente dez foram selecionados, quantidade suficiente para poder trabalhar e elaborar um bom material. Após essa criteriosa seleção, foi construída as seções do livro como em um roteiro experimental normal. Visto que este roteiro não seria comum, foi necessário fazê-lo mais atrativo e interessante para chamar a atenção dos filhos e dos pais.

Portanto, a estrutura ficou assim:

- a) Título, sendo criativo e que fizesse a criança pensar no assunto, sem dar detalhes técnicos do experimento;
- b) Objetivo, essencial para a criança saber qual a finalidade de estar construindo e elaborando o experimento;
- c) Vamos precisar de, os materiais necessários para construir e elaborar o experimento;

- d) Montando o experimento, os procedimentos passo a passo para montar o aparato experimental;
- e) Após a montagem, o que fazer? Como proceder para executá-lo, ou seja, ver o experimento funcionar;
- f) Não funcionou, como proceder? Como boa parte das atividades experimentais, muitas vezes não funciona na primeira vez, precisando rever o que pode ter dado errado e fazer novamente. Nessa seção foram colocadas algumas possibilidades de manutenção no experimento e ela foi criada e pensada após a aplicação das oficinas;
- g) Como explicar e explorar esse fenômeno, é preciso explicar o fenômeno físico envolvido no experimento. Explicar de forma simples pensando que o pai ou mãe que estará lendo o livro é o público leigo em ciências, sendo a cabeleireira, o contador, a dona de casa, o dentista, etc.;
- h) Vamos pensar um pouco mais, aqui a criança é desafiada a ir além do experimento, fazer testes diferentes para poder analisar os resultados e fazer as conclusões;
- i) Como esse fenômeno impacta a nossa vida, fazer uma relação com aspectos do cotidiano, podendo até fazer analogias.

Conforme os roteiros foram escritos e elaborados, as imagens contidas neles foram produzidas por Marcela Boeing, professora de artes que trabalha na educação de jovens e adultos do SESI – Rio do Sul e em escolas estaduais. As imagens deixaram o roteiro mais interessante e atrativo.

Durante o desenvolvimento surgiu a ideia de gravar vídeos, gerar QR Code¹ e disponibilizar no livro caso o pai/mãe e o filho(a) não conseguissem realizar o experimento somente com o roteiro. Durante as aplicações das oficinas a idealizadora do projeto estava presente e foi sempre requisitada para ajuda. Por isso a necessidade dos vídeos. Inclusive os vídeos foram finalizados no final de 2019, ou seja, após a aplicação da oficina, pois o foco do projeto são os roteiros e não os vídeos.

Com exceção dos vídeos, o livro ficou pronto antes das aplicações das oficinas, sendo necessário fazer alguns ajustes que será descrito melhor na seção (análise).

3. 2. LOCAL DE APLICAÇÃO DO PRODUTO

Com o intuito de avaliar o impacto do livro na vida de cada estudante e sua família,

¹ Código QR é um código de barras bidimensional que pode ser facilmente escaneado usando a maioria dos telefones celulares equipados com câmera. Esse código é convertido em texto, um endereço URI, um número de telefone, uma localização georreferenciada, um e-mail, um contato ou um SMS.

vimos a necessidade de realizar oficinas supervisionadas como já foi mencionado anteriormente. Dessa maneira, com o livro pronto, iniciamos o processo de convidar as famílias com crianças na faixa etária de 9 anos até 11 anos, para participar das oficinas. Um convite foi elaborado explicando a ideia e o objetivo da oficina.

No primeiro momento obtivemos baixa adesão, pelo fato de já estarem envolvidas em outras atividades no fim de semana com amigos e familiares. Mediante toda essa dificuldade de conseguir o público para estar participando, vimos a necessidade de fazer um convite direto com cada família. Contamos com a parceria de uma escola do município de Trombudo Central/SC e do grupo de escoteiros de Rio do Sul/SC. No total, as oficinas aconteceram em 5 momentos distintos com quantidades variadas de participantes.

3. 2. 1. Centro de Educação Básica Eginolf Bell

A primeira aplicação aconteceu no Centro de Educação Básica Eginolf Bell no município de Trombudo Central/SC. Essa unidade escolar compreende turmas de Ensino Fundamental dos anos iniciais do 1o ao 5o ano. São atendidas três turmas de 3o, 4o e 5o ano no período matutino e duas turmas de 1o e 2o ano no período vespertino.

A primeira aplicação nessa escola aconteceu no dia vinte e três de maio de dois mil e dezenove, quinta-feira no período noturno, das 18h30min às 22h00min, compreendendo 3h e 30min de atividade. Contou com a participação de 10 crianças acompanhadas de seus familiares. Realizamos os experimentos de 1 até o 5. Após alguns meses, no dia vinte e quatro de agosto de dois mil e dezenove foi aplicado a segunda parte da oficina nessa unidade básica de educação, em um sábado no período vespertino, das 13h às 17h30min, compreendendo 4h e 30min.

Na oportunidade, adotamos uma dinâmica diferente. Foram realizadas três oficinas de 1h e 30min cada. Neste momento mais famílias puderam participar, pois, foi ofertada em um sábado, durante um evento na escola. Foram realizados os experimentos 6 ao 10 e por famílias diferentes.

Nessa ocasião, não foram todas as famílias que fizeram todos os experimentos. Cada família fez em torno de três ou quatro experimentos, pois, a cada 1,5 horas cerca de 5 ou 6 famílias entravam na sala pra poder realizar a atividade. Foi interessante fazer deste modo, para que pudesse dar atenção no decorrer da montagem. No total, foram realizados 57 experimentos.

No primeiro momento cinco famílias participaram e realizaram três experimentos

cada. No segundo momento, seis famílias participaram e realizaram três experimentos cada. No terceiro momento, seis famílias participaram e realizaram quatro experimentos cada. Nos dois encontros, os experimentos foram realizados simultaneamente pelas famílias. Na figura 7 podemos observar a sala de aula com algumas equipes trabalhando nos experimentos.

Figura 7 - Aplicação do produto no CEB Eginolf Bell.



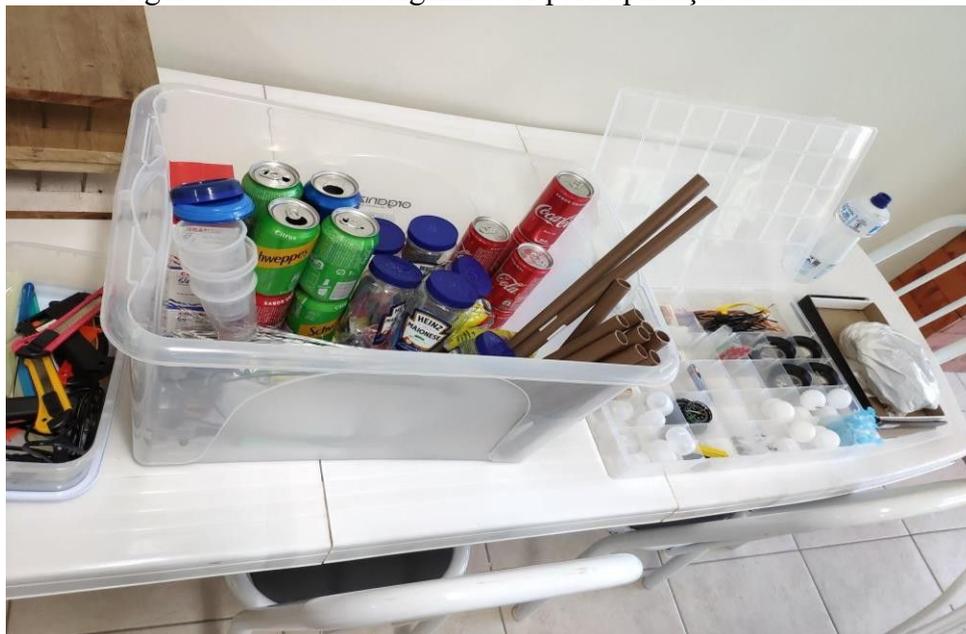
Fonte: Própria autoria (2019)

3. 2. 2. Espaço não Formal

No dia vinte e cinco de maio de dois mil e dezenove e no dia vinte e três de julho de dois mil e dezenove o projeto foi aplicado no salão de festa de um condomínio. O espaço fica localizado no município de Rio do Sul/SC. O ambiente conta com mesas e cadeiras de plástico, onde as famílias realizaram os experimentos e uma mesa grande onde o material foi deixado exposto, podemos observar nas figuras 8 e 9. A primeira aplicação aconteceu em um sábado pela manhã, das 8h às 12h, compreendendo 4h. Na oportunidade, seis famílias participaram e foram realizados os dez experimentos. A segunda aplicação foi em uma terça-feira no período da tarde das 14h às 17h30min, compreendendo 3h e 30min, aproveitando o período de férias escolar, onde quatro famílias participaram realizando os dez experimentos também.

Os experimentos realizados nesse espaço possibilitaram mostrar que é possível aprender ciência em um ambiente informal, totalmente desvinculado de uma sala de aula ou natureza escolar. Foi possível perceber que esses ambientes são ricos de aprendizagem, visto que a criança não está sendo avaliada, ou seja, é permitido errar sem reprovar. A oficina iniciou conforme os participantes foram chegando. Os experimentos foram realizados aleatoriamente.

Figura 8 - Materiais organizados para aplicação da oficina



Fonte: Própria autoria (2019)

Figura 9 - Organização do espaço durante a oficina no condomínio



Fonte: Própria autoria (2019)

3. 2. 3. Grupo de Escoteiros Mafeking

Outro momento de aplicação do projeto aconteceu no dia primeiro de junho de dois mil e dezenove, no grupo de Escoteiros Mafeking, situado no município de Rio do Sul/SC. O escoteiro é um movimento educacional, onde diversas atividades distintas, interessantes e atraentes são propostas para incentivar o jovem e o adolescente a assumir o próprio

desenvolvimento, a se relacionar e se envolver com a sociedade, formando verdadeiros líderes. O projeto foi aplicado para crianças na faixa etária indicada e o que contribuiu para aplicação, é que os pais são muito presentes quando solicitados para atividades dessa natureza.

O local foi organizado com mesas de madeira grandes e bancos para alocar as famílias como observado na Figura 10. Foi enviado convite solicitando a presença dos pais e iniciando num horário diferenciado do que normalmente acontece, das 13h às 18h30min, compreendendo 5h e 30min. Neste momento catorze famílias participaram. Algumas não puderam estar presente em todo período. Os dez experimentos foram realizados nesse período. Ao todo 55 experimentos foram montados.

Figura 10 - Organização do espaço durante a oficina no grupo de escoteiros



Fonte: Própria autoria (2019).

3. 3. RELATO DA APLICAÇÃO

Durante a realização dos experimentos foram observados que as mães foram as que mais contribuíram e participaram. Os dados referentes a essa constatação está exposto na análise dos resultados. Isso reflete que a distribuição das tarefas na criação dos filhos ainda permanece, em sua maioria, na responsabilidade das mães. Percebemos também que alguns pais apresentavam uma postura bem controladora, ou seja, na confecção e no manuseio do experimento, deixavam o filho muitas vezes como espectador ou ajudando o mínimo.

Dessa maneira, os pais acabam tirando a autonomia e o protagonismo dos filhos, acelerando o processo da construção e prejudicando o aprendizado. Sabemos que as crianças precisam de mais tempo para ler, interpretar, confeccionar os experimentos, visto que diversas

habilidades ainda estão em desenvolvimento. Por isso, a importância de deixar a criança explorar, manusear e tirar suas conclusões. O pai/mãe deve auxiliar quando necessário e deixar a criança executar.

Porém, isso foi pouco observado. Em muitos momentos, percebemos que logo ao ler o título do experimento, a vontade de ver o que acontece é grande. Por isso, partiam para a construção, muitas vezes passando alguns detalhes importantes, que foram grifados e destacados em momento posterior. Dessa maneira, foi observado que eles preferiam ver o experimento acontecer, do que entender e ler posteriormente o conteúdo. Por esse motivo, foi escrito uma carta ao leitor. Essa carta que será apresentada antes dos experimentos e procura instruir os pais de como ministrar e/ou auxiliar o filho na confecção do experimento. Em alguns momentos algumas analogias foram mencionadas sem ler antes o livro. Segue relato de cada experiência:

1) A máquina de choque: pelo fato de ter várias etapas na confecção, foi um dos experimentos que demorou mais para finalizar. Durante a montagem algumas famílias solicitaram ajuda. Como as imagens ainda não tinham sido finalizadas foram inseridas fotos e isso dificultou um pouco, pois algumas equipes focaram apenas no texto, esquecendo das imagens. Inicialmente, eles esfregavam a lã no cano algumas vezes achando já ser o suficiente, depois perceberam que era necessário esfregar muitas vezes, tantas vezes que o cano chegava esquentar. Após entender esse processo, foi possível ver o experimento funcionar. Ao final, já estavam cansados de tanto carregar a máquina. No grupo dos escoteiros esse experimento foi realizado poucas vezes, pois somente após as primeiras montagens, percebemos que não seria possível ter um ambiente escuro o suficiente para ver o fenômeno acontecer, o “relâmpago” formado tinha baixa luminosidade.

No salão de festas foi possível testar na sala de câmeras, que era uma sala muito pequena, porém bem escura. Na escola o experimento foi realizado numa noite, o que possibilitou ter um ambiente bem escuro e observar o mini relâmpago se formar. Outro fato interessante foi, ver as equipes se ajudando, todos queriam observar. Como os experimentos foram realizados simultaneamente, nesse momento as máquinas foram carregadas várias vezes. Além do ambiente escuro, obteve um ambiente bem silencioso. Com isso, o pequeno estalo ao formar o relâmpago foi escutado. No início, percebemos um desapontamento das crianças por não conseguir observar, só depois de um tempo, após a intervenção da supervisora explicando ao certo como carregar foi possível ver o experimento funcionar, deixando as crianças bem empolgadas e contentes ao observar o fenômeno.

Na Figura 11 observa-se uma mãe realizando a confecção do experimento com a filha.

Figura 11 - Mãe e filha realizando o experimento da máquina de choque.



Fonte: Própria autoria (2019)

2) Como a eletricidade se movimenta? Em um curto intervalo de tempo, foi possível deixar o experimento pronto. A única intervenção necessária, foi analisar se a associação das pilhas estavam corretas, algumas ficaram frouxas e por este motivo teve um mau contato. Na figura 12, podemos ver a associação de pilhas sugerida para aqueles que não conseguiram um suporte de pilha. Essa associação foi uma sugestão feita logo no início da confecção do experimento, pois, não haveria suporte de pilha para todas as equipes. Logo, os fios estavam conectados e a lâmpada acendendo.

Durante a aplicação na escola, eles dispunham de diversos objetos onde puderam ver o que conduzia ou não a eletricidade, testaram com a tesoura, copo de plástico, palito, régua, lápis, clips, grampeador. O grafite deixou eles bem impressionados por ver que conduz a eletricidade. No condomínio e nos escoteiros, a maior parte dos materiais utilizados para observar o que conduz ou não eletricidade, encontravam nas caixas onde estavam os materiais da própria oficina como: parafuso, tesoura, papel alumínio, bolinha de pingue-pongue, lixa de unha, alicate, estilete, entre outros. Esse experimento é rapidamente confeccionado. Em contrapartida a

exploração dele leva mais tempo. Eles perceberam que materiais como plástico, borracha, madeira são maus condutores de eletricidade, ou seja, isolantes. Enquanto que os metais são bons condutores.

Figura 12 - Mãe e filha explorando o circuito elétrico



Fonte: Própria autoria (2019)

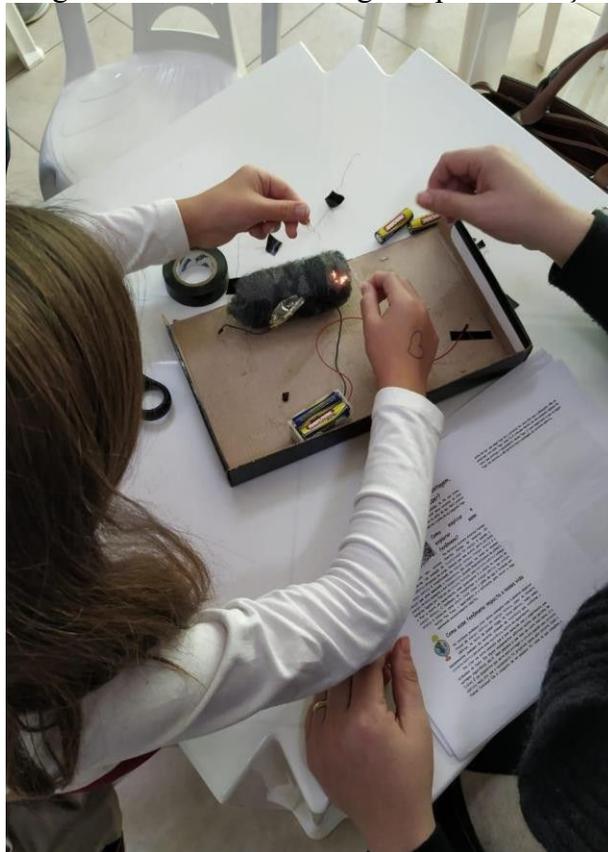
3) Eletricidade vira luz, pode virar outra coisa? Para executar esse experimento, é necessário montar um pequeno circuito elétrico. No livro, os experimentos foram colocados em uma ordem lógica de conteúdo. No entanto, os experimentos foram sendo confeccionados pensando em economizar tempo e materiais. Por este motivo, em todos os momentos, esse experimento foi realizado após a exploração do experimento 4, pois utilizávamos o circuito já construído no experimento 2 e no experimento 4. É possível ver na figura 13 onde o experimento é realizado após a exploração dos experimentos já mencionados.

O livro vai seguir a ordem dos conteúdos, visto que dificilmente um pai vai iniciar do primeiro experimento e seguir fazendo todos os demais. Muito possivelmente vão escolher um ou outro para realizar. Assim, com o circuito já montado, os alunos encostaram os fios na palha de aço podendo observar o fogo se formar. Como eles já dispunham do aparato experimental pronto, a execução foi muito rápida. Muitos realizaram o experimento no chão, pois antes de realizar, leram as instruções e perceberam que podia ser perigoso caso não executasse de maneira segura.

Na escola, os alunos puderam brincar na rua, como era noite, eles inseriram a palha de

aço em um pedaço de madeira, iniciaram o fogo e corriam pelo pátio observando a chama ficar maior, isso tudo com o consentimento dos pais e da direção. Alguns mencionaram que soprando, o fogo aumentaria, da mesma forma que correndo produziam vento e o fogo ficava mais forte.

Figura 13 - Iniciando o fogo na palha de aço



Fonte: Própria autoria (2019)

4) Como fazer a agulha da bússola se mover? Como já mencionamos, os experimentos foram realizados de maneira a economizar tempo e materiais. Então, esse experimento foi realizado logo em seguida do experimento 2, pois o circuito elétrico já estava montado. Assim, foi inserida apenas a bússola, conforme o roteiro pede. Foram feitas algumas solicitações de ajuda, pois não estavam conseguindo alinhar a agulha da bússola com o fio.

Após girar várias vezes para os dois lados e mostrar que a agulha sempre vai apontar na mesma direção, as equipes entenderam que precisavam girar o experimento, conseguindo realizá-lo com sucesso. Inicialmente, com o fio passando por cima da bússola foi possível observar a deflexão da agulha. Por mais que a deflexão tenha sido pequena, foi bem expressivo o contentamento das famílias quando o experimento funcionou. A Figura 14 é uma sequência do experimento 2. Podemos observar que foi utilizado o circuito já montado.

Figura 14 - Observando a deflexão da agulha da bússola



Fonte: Própria autoria (2019)

5) Construindo o motor mais simples: este experimento rendeu um tempo maior. Foi preciso paciência e persistência para conseguir realizá-lo. Algumas famílias não conseguiram fazer acontecer, mas observaram da equipe ao lado. Não perceberam que era preciso fazer a cestinha da altura da pilha + ímã sem encostar na mesa e não fizeram simétrica. Era perceptível que um lado era diferente do outro. Algumas vezes, parte da cestinha encostou no ímã. Após essas observações, as cestinhas foram feitas novamente. Com paciência, as famílias foram ajustando e mudando de posição para observar o experimento funcionar. Perceberam muitas vezes que era necessário dar um impulso inicial para que iniciasse o giro.

É nítido ver o descontentamento das crianças no início, pois, elas seguem todas as etapas, e ficam por muito tempo tentando fazer, sem obter sucesso. Algumas (crianças mencionadas anteriormente) chegaram a desistir. Mas, quando uma família consegue realizar e todos observam, os demais voltam ao experimento e tentam até conseguir. É bem interessante ver a desmotivação total e em seguida os pulos de alegria por ter conseguido realizar. Isso foi mais fortemente observado na aplicação realizada no Centro de Educação Básica Eginolf Bell. Alguns alunos chegaram a relatar ao final, que foi o experimento que mais gostaram. Na Figura 15, a criança está construindo a cestinha.

Figura 15 - Criança construindo a cestinha do experimento o motor mais simples



Fonte: Própria autoria (2019)

6) Como gerar energia com ímã? No primeiro momento em que esse experimento foi realizado, a dificuldade encontrada foi que o fio não era tão fino. Dessa forma, a bobina não ficava tão justa e a luz acendia bem fraquinha, sendo possível observá-la ela somente na sala das câmeras do condomínio, por ser escura. Posteriormente, isso foi corrigido e na aplicação no Centro de Educação Básica Eginolf Bell e no grupo de escoteiros, foi possível observar melhor, mesmo não tendo uma sala tão escura.

Em alguns momentos, as famílias revezaram para enrolar as seiscentas voltas de fio na seringa, como observado na Figura 16. Foi possível ver um trabalho de equipe entre pais e filhos, pois por mais que é fácil enrolar o fio, é cansativo também. Algumas crianças se perderam na contagem das voltas, mas, isso não quer dizer que o experimento não vai funcionar por conta de voltas a mais ou a menos. Ao final, quando as crianças perceberam que é possível gerar energia sem ter pilhas ou baterias, mas sim, tendo ímã, acharam muito interessante. Esse experimento é demorado para desenvolver, mas se é feito com um fio bem fino e bem enrolado, funciona sem problema nenhum.

Figura 16 - Mãe e filha enrolando o fio na seringa.



Fonte: Própria autoria (2019)

6) Máquina térmica: foi bem demorado pra realizar. No Centro de Educação Básica Eginolf Bell, ele foi realizado no segundo encontro, no primeiro e no segundo momento. Por esse motivo, nesses dois momentos cada família conseguiu realizar apenas três experimentos, pois ocupava mais da metade do tempo. São muitas as etapas para a confecção e também ao final quando é feito a execução. No grupo de escoteiros, algumas famílias tiveram dificuldade, pois, não esperaram a cola secar e precisaram repetir o processo de colar a agulha na lata. Isso não aconteceu no Centro de Educação, pois as famílias realizaram os experimentos simultaneamente. Foi preciso alertar e avisar várias vezes para tomarem cuidado com o fogo. Conforme o giz vai queimando a impressão que dá é que não está pegando fogo.

Dessa forma, foi preciso avisar para deixar o álcool bem longe e aguardar um bom tempo para observar o fenômeno acontecer, pois precisa que a água no interior da lata entre em ebulição. Ao final, quando a turbina gira, vários alunos conseguiram lembrar da roda d'água e da água fervendo na chaleira, que é a energia sendo produzida pelo vapor gerado a partir do aquecimento da água. Após um mês e meio da primeira aplicação no condomínio, uma mãe relatou que a filha fez esse experimento em casa, mas colocou na chama do fogão, pois a latinha com o fogo não estava funcionando bem, devido à demora na execução. A criança fez sozinha lembrando de todos os passos.

Relatou também, que ela já tinha elaborado cartazes e a explicação para apresentar na escola. Podemos observar o experimento realizado em casa pela menina na Figura 17. A foto e um vídeo foram enviados pela mãe da criança.

Figura 17 - Experiência realizada pela criança em casa.



Fonte: Própria autoria (2019)

7) Explosão sem motor: tiveram facilidade de encontrar os materiais e montá-lo.

Apenas algumas famílias tiveram dificuldade de executar. O motivo, é por não colocar álcool o suficiente. De qualquer forma, eles repetiram e quando o potinho disparou e escutaram a explosão, ficaram bem empolgados. Inclusive, repetiram tantas vezes, que em alguns momentos foi preciso trocar o potinho, pois já tinha derretido um pouco por conta do aumento da temperatura.

No Centro de Educação Básica Eginolf Bell, em um dos momentos foi preciso lixar um pouco mais a entranha, para deixar a tampa um pouco mais solta. Ninguém conseguiu executar logo no início. Mas, assim que resolvido esse problema, funcionou bem. Na Figura 18 temos uma mãe confeccionando esse experimento com seu filho.

Figura 18 - Mãe e filho realizando o experimento explosão sem motor.



Fonte: Própria autoria (2019)

8) Calor com as mãos: certamente o experimento mais fácil de montar e executar. Foi possível observar a bolha se formar apenas com o calor das mãos. Puderam explorar bastante. Eles realizaram alguns testes, como: esfregar as mãos para ver a bolha se formar mais rápido, foram esfregando cada vez mais, para ver o resultado, percebendo que quanto mais quente a mão, a bolha aumentava mais e mais rápido, da mesma forma quando utilizavam o isqueiro ou o fósforo.

No centro de Educação Básica Eginolf Bell, as crianças solicitaram gelo, segurando o gelo nas mãos por um tempo, deixando a mão bem gelada e em seguida colocando na lata. Puderam observar que a bolha se formava menor e mais devagar. No grupo de escoteiro uma equipe não colocou o CD coincidindo o furo do CD com o furo da lata, não conseguindo executar. Foi preciso repetir o procedimento.

Na Figura 19, é possível observar uma criança utilizando o isqueiro para formar uma bolha maior.

Figura 19 - Bolha de sabão formada no furo do CD.



Fonte: Própria autoria (2019)

9) Fazendo uma nuvem: foi super rápido de fazer essa montagem, mas a execução demorou. Algumas equipes perceberam que precisava inserir um pouco mais de álcool e chacoalhar bastante e outras equipes perceberam que o furo estava com um pouco de folga, não conseguindo encher garrafa de ar.

Após algumas tentativas, conseguimos observar a nuvem se formar, como visto na Figura 20, bem como sumir quando em seguida era inserida a rolha acoplada na bomba e bombeando novamente.

Figura 20 - Nuvem formada dentro da garrafa PET.



Fonte: Própria autoria (2019)

3. 4. ANÁLISE DE DADOS

Os conteúdos de termodinâmica, eletricidade e magnetismo foram abordados no material de atividades exploratórias propostos para pais e alunos do Ensino Fundamental (4º e 5º ano). A faixa etária das 51 crianças que participaram do projeto foi de 8 a 11 anos de idade, sendo em sua maioria crianças na faixa de 9 a 10 anos.

Foi realizado um questionário de avaliação do experimento conforme apêndice B. A avaliação dos experimentos foi realizada pelo familiar que acompanhou a criança. Podemos observar que as mães estiveram presentes em maior número dentre os participantes mencionados. Das 125 avaliações, 75 foram realizadas por elas, correspondendo 60%. As outras 35 avaliações foram realizadas pelos pais, o que corresponde 28% e somente 15 avaliações foram feitas por algum familiar que não seja pai ou mãe, isso correspondendo a 12%.

A avaliação realizada após a construção dos experimentos de física, visou estimar a contribuição destas atividades para a aquisição de conhecimento do ensino de ciência em um espaço não formal.

Verificamos algumas dificuldades, sendo a principal, o tempo. Muitos pais não tem tempo para este envolvimento e foi possível evidenciar isso, no momento do convite para participação das famílias. Em boa parte das aplicações das oficinas, muitos não compareceram. Sem contar que, incontáveis famílias foram convidadas e em sua maioria já tinham compromissos para a data marcada, mesmo dispondo de várias datas para a aplicação da mesma.

Outra dificuldade, foi convencer as famílias da importância em realizar o questionário

avaliativo, que foi proposto para ser respondido de forma voluntária. O link do questionário foi enviado pelo whatsapp para cada pai, mãe, amigo ou familiar que estava acompanhando, e quem solicitou, foi impresso e entregue em momento posterior.

O que ficou bem nítido foi o interesse e envolvimento dos que participaram. Poucos demonstraram desinteresse em observar o fenômeno acontecer. São muitas as vantagens na união família e escola. Percebeu-se que ao lado dos pais, a criança está mais segura. Sem contar o ambiente, onde o erro não fará com que a criança seja repreendida. Mesmo que isso não aconteça na sala de aula, sabemos que a possibilidade do erro muitas vezes leva a criança a não demonstrar sua curiosidade, seu interesse.

Para realizar as avaliações os pais ou responsáveis preencheram um questionário avaliativo que visou compreender suas observações, considerações e percepções a respeito dos conteúdos e atividades propostas. O questionário foi respondido de forma voluntária e deveria ser respondido conforme a quantidade de experimentos realizados, ou seja, mais de uma vez. O questionário consiste de um conjunto de afirmações onde em cada resposta, o familiar respondia sobre um experimento que havia montado.

Para cada afirmação, cabia ao responsável avaliar a afirmação de acordo com uma escala subjetiva. Para fins de avaliação estatística, a escala foi convertida em pontos da seguinte forma:

- Concordo completamente (5 pontos);
- Concordo (4 pontos);
- Não concordo nem discordo (3 pontos);
- Não concordo (2 pontos);
- Não concordo completamente (1 ponto).

O Quadro 1 apresenta a média dos resultados dos três primeiros questionamentos, sobre os materiais e o processo de montagem do experimento. Os resultados estão apresentados de forma numérica representando a média e o desvio padrão obtido para cada um dos 10 experimentos avaliados. As avaliações se referem a concordar completamente com a afirmação ou até discordar completamente, sendo 5 a pontuação máxima e 1 a mínima, respectivamente. A descrição detalhada de cada experimento está descrita no Apêndice A.

Com relação a disponibilidade de materiais, podemos constatar que para todos os experimentos propostos, houve relato de facilidade em obtê-los, apresentando média superior a 4,42 com maior pontuação para a atividade 8, que exemplifica a transformação de energia, A química em energia cinética, utilizando objetos simples como lixa, permitindo as crianças

compreender conceitos de transformação de energia similares ao de um motor de combustão interna.

Quando avaliado a facilidade de relacionar e encontrar os materiais para confeccionar o experimento em sua residência podemos observar uma certa resistência para alguns dos experimentos. Estes apresentaram valores médios entre 3,33 a 4,90, o que confere uma boa aceitação no geral. Realizando uma análise dos experimentos que tiveram índice abaixo de 4 para a aquisição dos materiais na sua residência, acreditamos que os materiais mais difíceis são: lâmpada pequena, bússola, super ímã e agulha de injeção, ou seja, esses materiais não teriam de imediato, precisando serem adquiridos.

Ao avaliar os resultados obtidos para a experiência durante o processo de montagem, podemos observar que 7 dentre os 10 experimentos testados, apresentaram fácil compreensão com pontuação entre 4,21 a 5. Cabe ressaltar que este resultado contribui de forma positiva para a implementação da proposta, tendo em vista sua importância no processo de execução do experimento. Os experimentos que tiveram pontuação abaixo de 4 foram os que necessitaram de maior intervenção, inclusive foram adicionados melhores imagens no roteiro.

Quadro 1 – Afirmações relativas aos materiais e os procedimentos de montagem

Experimento	Foi fácil relacionar e encontrar os materiais para confeccionar o experimento.		Se estivesse em casa, eu conseguiria obter os materiais com facilidade.		Eu entendi com facilidade o procedimento de montagem.	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
1	4.86	0.36	4.50	0.85	4.21	0.89
2	4.79	0.43	3.57	1.09	4.43	0.51
3	4.85	0.38	4.00	0.82	4.62	0.51
4	4.86	0.36	3.86	0.77	4.43	0.65
5	4.77	0.44	3.85	0.90	3.62	0.87
6	4.75	0.45	3.33	1.07	3.75	1.06
7	4.42	0.90	3.83	0.58	3.83	0.83
8	5.00	0.00	4.90	0.32	5.00	0.00
9	4.82	0.40	4.27	1.19	4.73	0.65
10	4.92	0.29	4.75	0.62	4.83	0.58

Fonte: Própria autoria (2019)

O Quadro 2 apresenta os 3 próximos questionamentos quanto ao funcionamento e execução do experimento, os objetivos e o interesse pela confecção. A parte referente ao funcionamento do experimento após a montagem, indicou certa complexidade, tendo em vista que, para 50 % (5 experimentos), houve maior necessidade de ajuda por parte dos participantes, sendo algo a ser trabalhado nesta proposta, que visa a implementação de atividades para aquisição de conhecimento em ambientes diferentes do espaço escolar.

Após essa constatação, vimos a necessidade de melhorar a escrita do procedimento de montagem, frisando detalhes que passaram despercebidos e a disponibilidade de um material melhor como foi o caso do “gerando eletricidade com um ímã”, onde no primeiro momento, foi disponibilizado um fio com determinado diâmetro e na oportunidade seguinte, um fio com diâmetro menor. Por esse motivo, foi inserida nova seção no livro: Não funcionou, como proceder?

Durante a aplicação das oficinas já foi constatada algumas dificuldades e após a análise dos dados, vimos a necessidade dessa inserção, as dificuldades foram quase sempre as mesmas. Assim, a importância de alertar quanto a problemas que possam ter sido motivo do não êxito no procedimento. Outro fator importante para solucionar o problema na confecção e execução do experimento quando a idealizadora não estiver junto, são os vídeos que serão disponibilizados ao final do livro em uma seção de material áudio visual.

Quanto aos objetivos, estes se apresentaram claros e motivadores para a implementação de todos os dez experimentos propostos, assim como a atividade após a montagem do experimento que evidenciou interesse dos participantes pelo assunto.

Quadro 2 – Afirmações relativas ao funcionamento, execução, objetivo e interesse pelo experimento.

Experimento	Após a montagem, o experimento funcionou sem que eu solicitasse ajuda.		Ao ler os objetivos do experimento eu me senti motivado para montar o experimento.		A atividade, após a montagem do experimento, me deixou interessado pelo assunto.	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
1	3.79	1.05	4.43	0.51	4.64	0.50
2	4.29	0.99	4.57	0.65	4.79	0.43
3	4.46	0.88	4.23	0.44	4.77	0.44
4	3.57	1.16	4.43	0.51	4.54	0.52
5	3.31	1.03	4.31	0.75	4.31	0.75
6	2.83	1.11	4.50	0.52	4.33	0.65
7	3.67	0.98	4.42	0.51	4.50	0.52
8	4.00	0.67	4.30	0.48	4.40	0.52
9	4.18	1.25	4.64	0.67	4.45	0.69
10	4.00	0.95	4.33	0.65	4.42	0.67

Fonte: Própria autoria (2019).

No Quadro 3, é apresentamos outros três questionamentos sobre o impacto do fenômeno no cotidiano das pessoas, a linguagem abordada no roteiro e a participação da criança ao longo da confecção do experimento. Ao avaliar a compreensão e importância de realizar as atividades, ficou aparente a relação dos fenômenos envolvidos nos experimentos e seu impacto no cotidiano dos participantes. A leitura, montagem e execução do experimento contribuiu de forma clara e objetiva para exemplificar fenômenos simples e sua relação com a ciência.

Outro ponto positivo da proposta, está na linguagem adotada que se mostrou suficientemente clara para 9 entre os 10 experimentos aplicados. Utilizar uma metodologia que envolva um vocabulário acessível, é de suma importância quando o objeto é despertar o interesse pela busca de novos conhecimentos, também em um espaço não formal.

Com relação ao interesse e participação das crianças durante o processo de montagem, os resultados, indicam um respaldo positivo. Podemos observar valores médios acima de 4,17 para participação ativa e 4,42 para motivação em executar o experimento. Isso está demonstrado no questionário. Porém, em alguns momentos, foi visto o pai assumindo o controle.

Acreditamos que um dos motivos, foi por medo de deixar o filho manusear alguns materiais como: tesoura, estilete, chamas.

Quadro 3 – Afirmações relativas ao impacto do fenômeno no cotidiano, a linguagem do texto e a participação no processo de montagem.

Experimento	Após a leitura, montagem e execução do experimento, ficou claro como esse fenômeno impacta o meu dia-a-dia.		O texto apresentou uma linguagem clara.		O meu filho participou ativamente de todo o processo de montagem.	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
1	4.36	0.84	4.64	0.50	4.57	0.85
2	4.79	0.43	4.64	0.50	4.43	0.85
3	4.69	0.48	4.85	0.38	4.77	0.44
4	4.29	0.83	4.64	0.63	4.71	0.47
5	4.38	0.65	3.92	1.04	4.31	0.85
6	4.33	0.89	4.50	0.90	4.17	0.94
7	4.25	0.62	4.25	0.45	4.27	0.65
8	4.30	0.67	4.56	0.53	4.70	0.48
9	4.36	0.81	4.73	0.47	4.64	0.50
10	4.50	0.67	4.67	0.49	4.67	0.65

Fonte: Própria autoria (2019)

No Quadro 4, são apresentados quatro questionamento relacionados ao interesse da criança e dos pais. A curiosidade por parte dos alunos em diferentes situações sobre o funcionamento dos experimentos, também foi relatada. O estudo sobre o efeito das mudanças de fase, exemplificado no experimento 10, despertou maior interesse quando comparado aos demais. Ao construir uma nuvem com objetos simples, os alunos se depararam com fenômenos que sofrem interferências de temperatura e pressão. Fatores estes, que podem transformar fases e descrever fatos simples de seu cotidiano.

A curiosidade e interesse em relação a ciência após a realização dos experimentos foi descrita pelos participantes do projeto corroborando com o objetivo da proposta deste estudo.

Quadro 4 – Afirmações relativas ao interesse e a curiosidade das partes envolvidas.

Experimento	Durante o teste do experimento, meu filho apresentou-se interessado.		Meu filho fez perguntas sobre o funcionamento do experimento em diferentes situações.		Acho que meu filho se mostrou mais curioso com relação a ciência		Eu me senti mais curioso(a) com relação a ciência.	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
1	4.71	0.47	4.29	0.73	4.57	0.51	4.43	0.65
2	4.57	0.51	4.07	0.62	4.64	0.50	4.57	0.51
3	4.85	0.38	4.54	0.52	4.77	0.44	4.69	0.48
4	4.71	0.47	4.54	0.52	4.71	0.47	4.50	0.65
5	4.42	0.90	4.15	0.69	4.38	0.51	4.08	0.49
6	4.50	0.52	3.92	1.51	4.50	0.67	4.42	0.67
7	4.42	0.67	4.08	1.00	4.42	0.51	4.42	0.51
8	4.70	0.48	4.40	0.97	4.60	0.52	4.60	0.52
9	4.55	0.93	4.45	0.93	4.55	0.69	4.55	0.69
10	4.58	0.90	4.58	0.90	4.75	0.45	4.67	0.49

Fonte: Própria autoria (2019)

4 CONCLUSÃO

Todas as oficinas apontaram que a experimentação entre pais e filhos serão de grande importância para a vida das crianças e a relação familiar existente. A parceria entre escola, família e comunidade demonstraram ponto positivo no interesse ao ensino e aprendizagem de ciências. As vivências, trocas de aprendizado e interação entre os participantes, foram essenciais para uma aproximação das famílias, bem como um interesse maior em participar de atividades, tarefas e projetos desenvolvidos pelas escolas que seus filhos estudam. Isso foi observado na segunda vez que estivemos presente no Centro de Educação Básica EginolfBell. Boa parte dos pais que participaram no primeiro encontro deram esse retorno.

A interação entre os componentes familiar é fundamental para melhor desempenho no processo ensino-aprendizagem. Dessa forma, se faz necessário planejar novas metodologias, envolvendo pessoas de fora da escola. No caso específico os pais, para inovar esse processo.

As tarefas propostas à serem feitas em casa, estabelecem uma vertente considerável no vínculo entre pai e filho. Este trabalho é um sinal que a ligação dos pais é indispensável na vida escolar dos seus filhos.

Quando uma reflexão é proporcionada aos pais e pessoas envolvidas em atividades diferenciadas como aconteceu neste projeto, pode surgir a ânsia por conhecer outros espaços de divulgação científica como museus, visitas em usinas de geração de energia, ou seja, lugares onde não existe a necessidade de um vínculo escolar para que a aprendizagem possa acontecer. Os resultados encontrados neste estudo nos faz refletir e tirar algumas conclusões. A principal delas, é verificar que o envolvimento da família no avanço escolar das crianças é uma coluna essencial para os educandos.

A possibilidade de edificar algo implica na existência de algo anteriormente conhecido. O construtivismo, como sugestão pedagógica que visa aperfeiçoar o processo ensino-aprendizagem, tem como propósito primordial o aluno como protagonista do seu aprendizado, ou seja, ele constrói o conhecimento através dos estímulos que o meio proporciona.

A união entre família e escola pode ser criada, edificada e instalada aos poucos. A construção de uma obra demanda tempo é são necessárias boa fundamentação e excelente engenheiro. Não podemos esquecer que este é um produto didático. Precisamos investir mais nessas parceiras, que se abra portas para que a família entre no mundo da escola.

REFERÊNCIAS

ABREU, Luiz Carlos de; OLIVEIRA, Márcio Alves de; CARVALHO, Tatiana Dias de; MARTINS, Sonia R; GALLO, Paulo Rogério; REIS, Adalberto Olavo Advíncula. **A Epistemologia genética de Piaget e o construtivismo**. In Revista Brasileira Crescimento Desenvolvimento Humano, v.20, n.2, p.361-366, 2010.

ARAGÃO, Heliete Meira Coelho A; ARAGÃO, Pedro Henrique Arruda. **Física**. Brasília; Cisbrasil – CIB, 2011.

ARAÚJO, Mariângela de; SOUZA, Paulo Henrique de. **Conceitos, concepções alternativas e ensino de ciência: uma investigação baseada em estudos terminológicos**. USP, 2015.

BARBOSA LIMA, Maria da Conceição; ALVES, Lucia de Assis. **Pra quem ensinar física nas séries iniciais**. In: Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 14, n.2, p. 146-159, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

_____ Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_QR>. Data Acesso: 30 abr. 2020.

CHINELLI, Maura Ventura; PEREIRA, Grazielle Rodrigues; AGUIAR, Edmundo Vargas de. **Equipamentos interativos: uma contribuição dos centros e museus de ciências contemporâneos para a educação científica escolar**. In: Revista Brasileira de Ensino de Física. V. 30, n. 4, p. 4505-1-4505-10, 2008.

GASPAR, Alberto. **Experiências de ciências para o ensino fundamental**. São Paulo; Ática, 2005.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física III – Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996. HEWITT, Paul.

Física conceitual. 9ª Edição. Porto Alegre: ARTMED Ed, 2002.

LOPES, Josefa Lemos e PAIVA, João. **Professores envolvendo pais nos trabalhos de casa de ciências naturais: uma experiência usando a web**. FCUP, Coimbra, 2008.

MONTEIRO, Marco Aurélio Alvarenga; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baiarl. **Proposta e avaliação de atividades de conhecimento físico nas séries iniciais do ensino fundamental**. In: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 21, n. 1, p. 65-82, 2004.

MOREIRA, Marco Antônio. Teorias de Aprendizagem. EPU, 1999.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica: fluidos, oscilações e ondas, calor**. Editora Blucher, 2009.

Curso de física básica: eletromagnetismo. Editora Blucher, 2009.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antônio; SILVEIRA, Fernando Lang da. **A física na Formação de professores para as séries iniciais**. In: Revista Brasileira de Ensino de

Física, v. 14, n.2, 1992.

PCN. BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

PIAGET, Jean. **Seis Estudos de psicologia**. Editora Forense Universitária, 1973.

PINTO, Leandro Trindade; FIGUEIREDO, Viviane Arena. **O ensino de ciências e os espaços não formais de ensino. Um estudo sobre o ensino de ciências no município de Duque de Caxias/RJ**. UTFPR, Paraná, 2010.

PORTO, Maria das Graças Cleophas; PEREIRA, Jocilene Gordiano Lima Tomaz; MOTA, Glauber Cavalcante; MATA, Vanessa Alencar da; RIBEIRO, Jéssika de Souza; REIS, Carla Regina Martins; PAIVA, Jacyra de Araújo. **O ensino de Química e Física em espaços não-formais**. UNIVASF, Bahia, 2011.

ROCHA, José Fernando; PONCZEK, Roberto Leon; PINHO, Suane T Rubim de; ANDRADE, Roberto F. Silva; JÚNIOR, Olival Freire; FILHO, Aurino Ribeiro. **Origem da evolução das ideias da física**. Bahaa; EDUFBA, 2011.

ROMERO, Tavares. **Aprendizagem significativa e o ensino de ciências**. UFPB, Paraíba, 2015.

SANTANA FILHO, Arlindo Batista de; SANTANA, José Robson Silva; CAMPOS, Thamyres Dayana. **O ensino de ciências naturais nas séries/anos iniciais do ensino fundamental**. Sergipe, 2011.

SILVA, Luiz Etevaldo da. **Autonomia como princípio educativo**. In: Revista Espaço Acadêmico, num 101, outubro 2009.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros. Vol. 2: eletricidade e magnetismo, óptica**. Grupo Gen-LTC, 2000.

VIECHENESKI, Juliana Pinto; CARLETTO, Marcia. **Por que e para quê ensinar ciências para crianças**. In: Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, vol 6, n 2, mai-ago 2013.

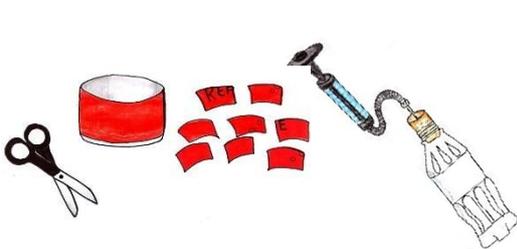
YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física II Termodinâmica e Ondas**. Editora Pearson, 2008.

ZATTI, Vicente. **Autonomia e educação em immanuel Kant e Paulo Freire**. Porto Alegre: edi PUCRS, 2007.

BRASIL. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Data acesso 10 out. 2019.

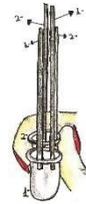
APÊNDICE A – ATIVIDADES DIDÁTICAS

Produto didático desenvolvido, livro de atividades experimentais para que os pais possam realizar com seus filhos.



Sibelly Strey Venturi

Daniel Girardi



Experimentação Entre Pais e Filhos: Despertando Pequenos Cientistas.



Objetivo:

Vamos precisar de:



Montando o experimento:

Vídeo



Após a montagem, o que fazer?

Não funcionou, como proceder?



Como explicar e explorar esse fenômeno:

Vamos pensar um pouco mais:



Como esse fenômeno impacta nossa vida:



Dicas



Ilustração:

Marcela Boeing

Caros pais,

Vocês têm o privilégio de poder fazer parte da formação escolar de seu filho através da proposta desse livro, onde os objetivos são:

- ✓ Ajudar a criança construir uma base sólida com relação aos conhecimentos de física;
- ✓ Fortificar o seu compromisso com os estudos;
- ✓ Enaltecer a importância da relação pai - aluno - escola - conhecimento e o aspecto emocional envolvido em todas as interações;
- ✓ Proporcionar uma aprendizagem mais significativa.

Com a sua orientação, ele estará edificando saberes indispensáveis para enfrentar desafios no futuro:

- ✓ Construindo e elaborando os conhecimentos de que precisa agora e precisará no futuro;
- ✓ Tornando-se capaz de aplicar nas situações concretas da vida os conhecimentos adquiridos.

A construção desses saberes desenvolve progressivamente competências e habilidades.

Procuramos vincular os conhecimentos abordados em cada experimento a seu uso no cotidiano. Assim, vocês terão condições de descobrir e entender como e em que situações esses conhecimentos são utilizados em suas vidas.

A linguagem é simples e procuramos selecionar os conteúdos que possibilite a você não apenas conhecer e compreender as ideias básicas de física, mas também reconhecê-las no mundo à sua volta e conscientizar da importância dela, através das leituras e explicações.

Sabemos que seu filho está desenvolvendo muitas habilidades e competências, por este motivo, pedimos que apenas oriente-o, seja um facilitador na construção do experimento. Procure estar ao lado como espectador, ao invés de tomar frente e construir o experimento sozinho. Em alguns experimentos serão necessários utilizar materiais que oferecem riscos como estilete, álcool, fogo,

agulha de injeção. Caso você julgue que seu filho possa se machucar, procure ensiná-lo a manusear esses materiais. Com essa atitude vocês estarão contribuindo muito para o desenvolvimento cognitivo e motor de seu filho.

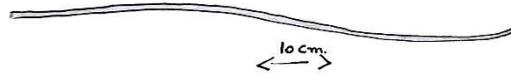
Esperamos que essa abordagem permita a vocês perceber a importância da física no dia-a-dia, consiga juntamente com seu filho reforçar conceitos já sabidos, no entanto que passavam despercebidos. Após essa vivência acreditamos que vocês terão uma percepção maior do quão rico pode ser esses momentos de estudo e os benefícios que podem trazer para o aprendizado e a relação com filho e a escola.

Os autores

1 - Máquina de choque

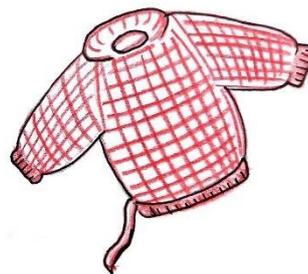
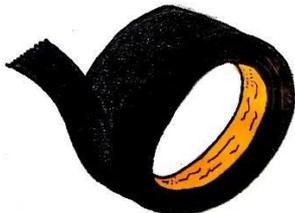
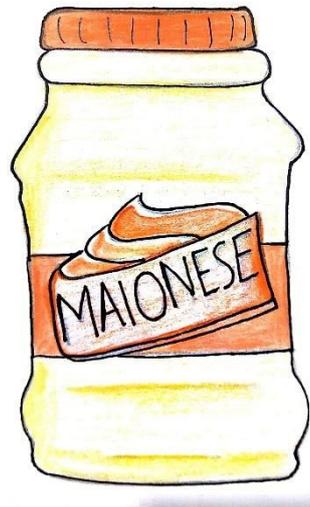
🎯 Objetivo:

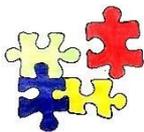
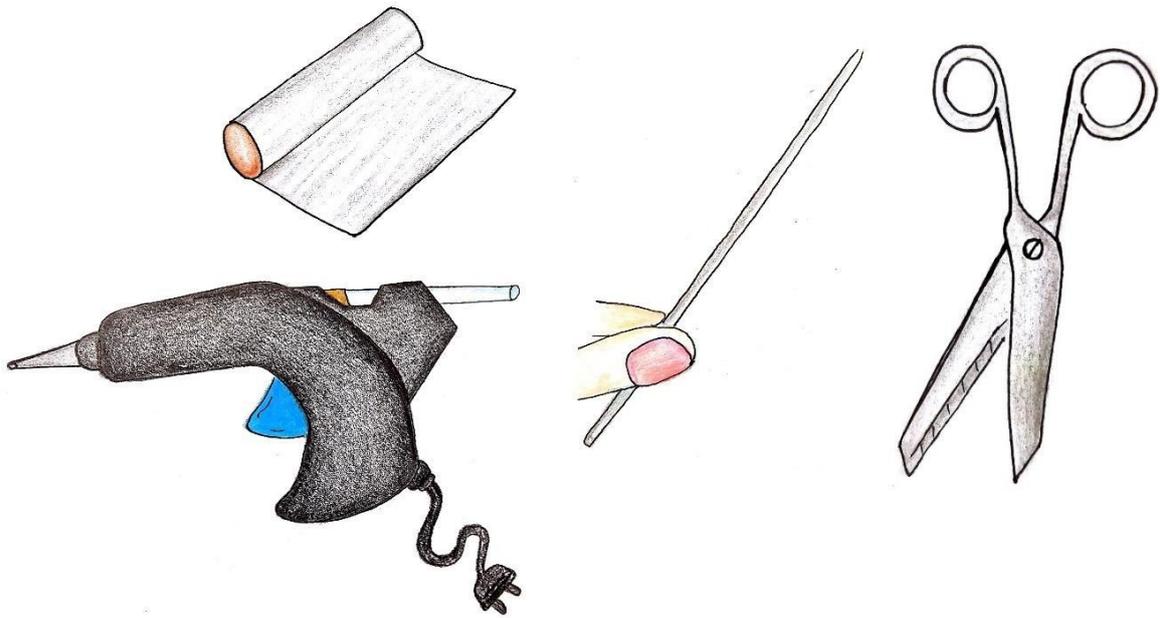
Entender a forma mais básica de eletricidade, a **eletricidade ESTÁTICA**. Essa é aquela eletricidade que provoca o choque que às vezes levamos ao encostar na lataria do carro. Ela também é responsável por fenômenos muito mais poderosos, como os relâmpagos.



Vamos precisar de:

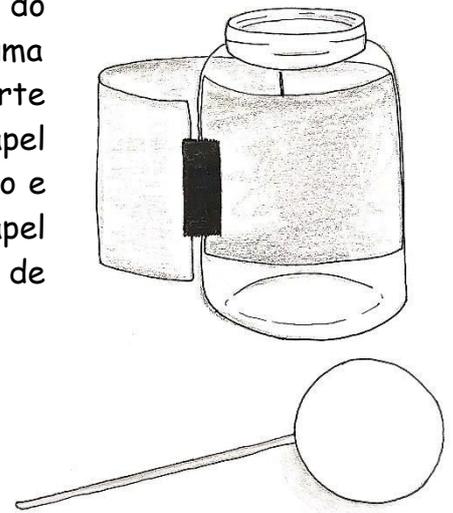
- Pote com tampa de plástico ()
- Arame ()
- Dois pedacinhos de fio ()
- Uma bolinha de pingue-pongue ()
- Papel-alumínio ()
- Fita isolante ()
- Pistola de cola quente ()
- Prego ()
- Martelo ()
- Cano de PVC ()
- Roupa de lã ()
- Tesoura ()





Montando o experimento:

1. Corte duas tiras de papel alumínio do tamanho da circunferência do pote. Cole uma tira pela parte de dentro do pote e a outra na parte de fora, fixando-o com fita isolante. É como se o papel alumínio envolvesse o pote pelos dois lados (dentro e fora), pode deixar uns dois dedos sobrando (sem papel alumínio) tanto na parte de cima, como na parte de baixo do pote.
2. Agora, fure a bolinha, coloque o arame no orifício (vai ficar parecido com um pirulito).
3. Passe papel alumínio em volta da bolinha, importante que o papel alumínio encoste no arame, ou seja, pode enrolar o excesso do papel alumínio no arame.

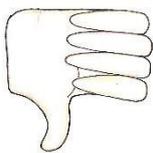


4. Faça um buraquinho na tampa do pote e coloque o pirulito metálico dentro. Para deixar bem firme, utilize cola quente para fixar o arame no pote.
5. Por fim, é preciso ligar os dois fios: um deles você enrola a extremidade no pedaço de arame que ficou na parte interna do pote e a outra extremidade do fio coloque em contato com o papel alumínio que está no interior do pote, faça isso usando fita isolante para fixar.
6. O segundo, com auxílio da fita isolante, cole no papel alumínio externo ao pote, deixando a outra extremidade livre.



Após a montagem, o que fazer?

Agora que o experimento ficou pronto, você precisa esfregar **BASTANTE** um cano de PVC em uma peça de roupa de lã e, logo após, esfregar um pouco o cano na bolinha de alumínio. Peça que seu filho segure o pote com as mãos na parte de alumínio sem encostar na bolinha ou no arame, para que você execute o atrito da roupa com o cano. **REPETIR ESSE PROCEDIMENTO VÁRIAS VEZES, MUITAS VEZES** e logo em seguida, aproximar (sem encostar) bem devagar o fio solto na bolinha, em um local escuro. Se deu tudo certo, você verá uma faísca entre a bolinha e o fio. Se não deu certo, não desista, repita.



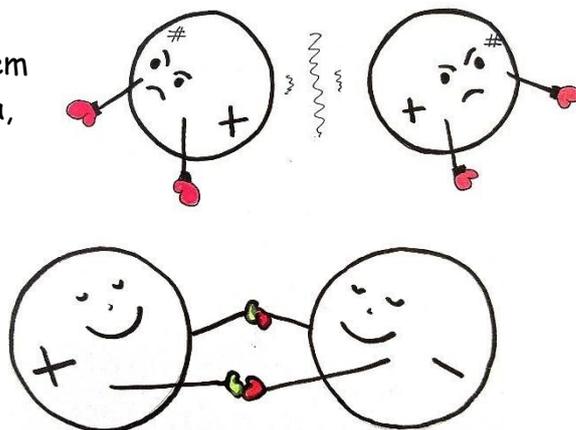
Não funcionou, como proceder?

Esse experimento gera uma faísca bem pequena, um mini raio de luz. O que pode acontecer é que você não tenha carregado o suficiente. É necessário esfregar o cano com **BASTANTE VONTADE E MUITAS VEZES, MUITAS MESMO**, em seguida, devagar esfregar na bola de alumínio. Precisa tomar cuidado para não encostar com as mãos na bolinha, nem no arame, caso contrário você estará descarregando o experimento. Muito importante realizar em um local escuro.



Como explicar e explorar esse fenômeno?

Todos os corpos são constituídos de prótons (**carga positiva**) e elétrons (**carga negativa**), sempre na mesma quantidade. Dessa forma, dizemos que os corpos encontram-se neutros, pois $+1 -1 = 0$. No entanto, quando dois corpos são esfregados entre si, elétrons de um corpo são arrancados e vão para o outro. Assim, o corpo que perdeu elétron fica com excesso de cargas positivas e o que ganhou elétron fica com excesso de cargas negativas. Quando você esfrega o cano de PVC na roupa de lã, ele fica cheio de cargas, não sabemos ao certo com qual carga ele vai ficar carregado. A carga que o material adquire, depende de qual o outro material ele atritou. Vamos considerar que ele tenha ficado com excesso de cargas negativas. Assim que você passa o cano na bolinha de alumínio, parte dessas cargas se transferem pra lá. Foi observado que cargas de mesmos sinais se repelem e cargas de sinais contrários se atraem. No momento em que você aproxima o fiozinho nessa bolinha, as cargas negativas pulam pra esse fio, produzindo a faísca. Essa faísca é um mini relâmpago criado em casa. Se você carregar a sua máquina de choques e encostar as duas mãos nela, uma na bolinha e outra na lateral, os elétrons vão pular direto pra você, e é por isso que você toma um choque de leve.

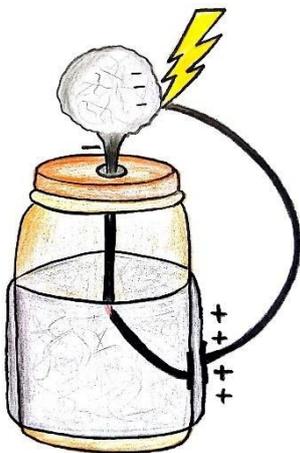


Vamos recapitular pausadamente.

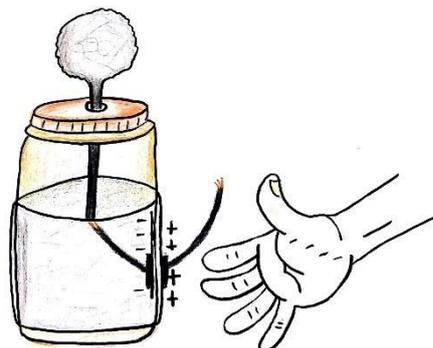
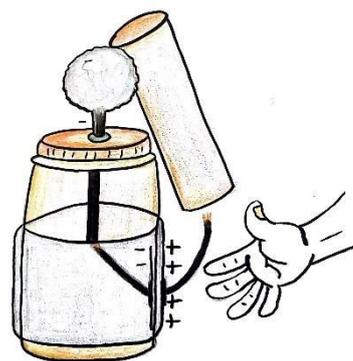
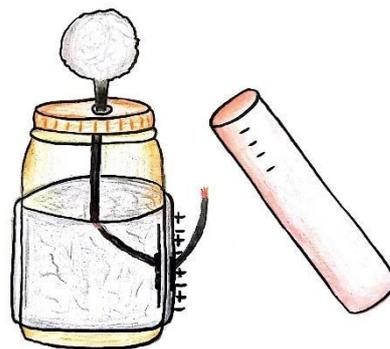
Inicialmente o equipamento está com o mesmo número de cargas, ou seja, eletricamente neutro, como representado na figura 1.

Ao atritar o cano com a lã, ele ficou com excesso de elétrons, ou seja, ele roubou elétrons da roupa de lã. Dessa forma, quando o cano é encostado na bolinha de alumínio, as cargas negativas saltam para a bolinha e, como a bolinha, arame, fio e papel alumínio na parte de dentro estão todos ligados, as cargas rapidamente se deslocam até o papel alumínio, como representado na figura 2.

As cargas negativas da parte de dentro do pote vão atrair as positivas do lado de fora e as negativas do lado de fora acabam escoando pelas mãos de quem estiver segurando, como representado na figura 3. Vale ressaltar que entre as paredes de papel alumínio temos o pote, que é isolante, pois, é feito de plástico. Devido a isso, as cargas de dentro não conseguem se encontrar com as cargas de fora.



Assim, o fio que está pelo lado de fora é aproximado da bolinha, como ele é condutor, as cargas negativas podem ir facilmente ao encontro das cargas positivas, gerando assim um pequeno raio, como representado na figura 4.



Vamos pensar um pouco mais?

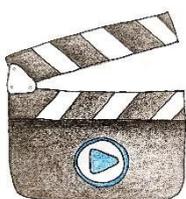
Vocês puderam ver que ao esfregar dois objetos feitos de materiais diferentes podem gerar eletricidade. O que foi proposto no experimento é esfregar a roupa de lã no cano de PVC. Que tal se agora você testar o experimento com outros materiais? Como: outros tipos de tecidos, papel toalha, sacola plástica em uma colher de metal, uma colher de madeira, um copo de vidro, uma borracha daquelas em barra. Faça o teste e complete a tabela, você pode

utilizar outros materiais que não foram citados aqui, use a sua curiosidade para observar e tirar suas conclusões.

Material 1	Material 2	O que aconteceu?

Como foi mencionado lá nos objetivos, essa eletricidade é a mesma de quando levamos o choque ao encostar no carro. Após as explicações, vocês puderam perceber que a eletricidade estática se manifesta com atrito entre os corpos, ou seja, ao esfregar um corpo no outro. Você já parou pra pensar no caso do carro, com quem ele é atritado? Qual material o carro é feito? É fácil de carregar esse material? Por qual motivo ele não descarrega?

E os relâmpagos? Como eles se formam? Vocês puderam ver que o experimento gerou um pequeno relâmpago. Dessa forma, é possível concluir que deve existir algo no céu que carrega e descarrega gerando os temidos relâmpagos.



Se você ainda tiver dúvida sobre a montagem, aqui tem um vídeo que vai te ajudar



<https://www.youtube.com/watch?v=l6cREzXty1A>

2 - Como a eletricidade se movimenta?

Objetivo:

Montar um **circuito elétrico** simples para verificar em quais condições a eletricidade percorre o circuito. Também iremos mostrar um dos efeitos possíveis quando há a passagem de eletricidade nos corpos.



Vamos precisar de:

Pilhas ()

Suporte para as pilhas ()

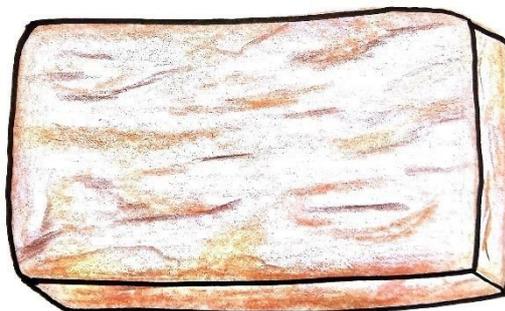
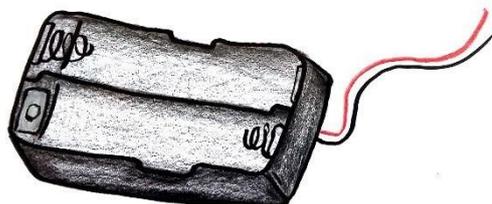
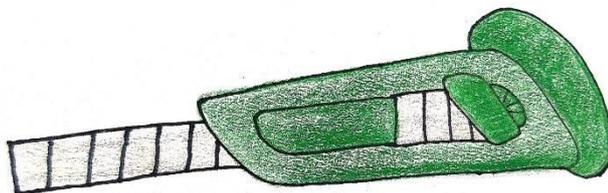
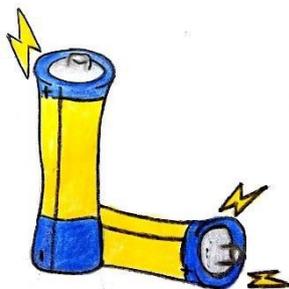
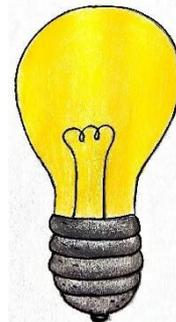
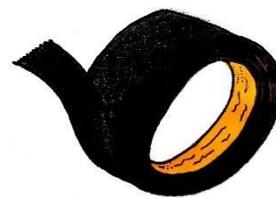
Lâmpada de árvore de natal ou de farol de carro com suporte ()

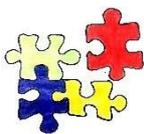
Base (de madeira, tampa plástica ou tampa de papelão) ()

3 Fios de eletricidade de aproximadamente 20cm ()

Fita isolante ()

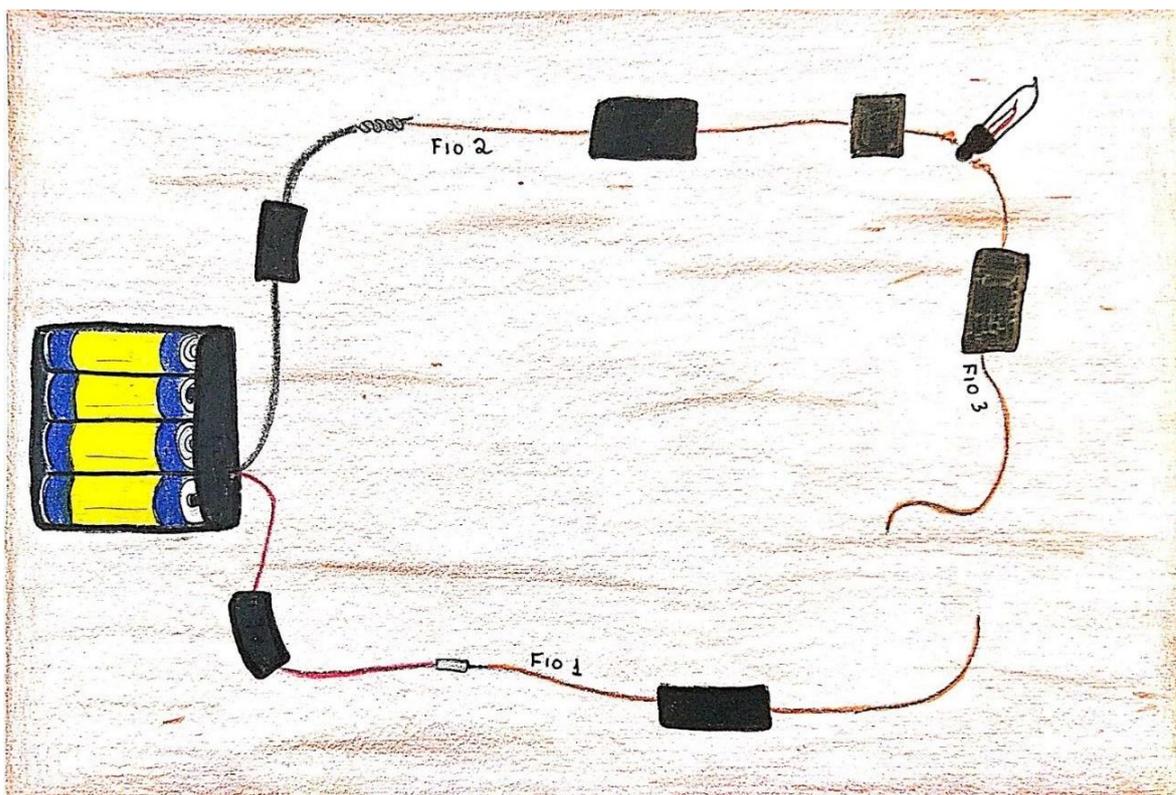
Estilete ()





Montando o experimento:

1. O circuito deverá ser montado sobre uma base, que pode ser de madeira, uma tampa plástica ou tampa de papelão.
2. Inicialmente o suporte das pilhas e o bocal devem ser presos na base com fita adesiva.
3. Inserir as pilhas no suporte, tomando cuidado de deixar sempre o lado positivo conectado no lado negativo.
4. Em seguida, utilizar os fios para fazer a ligação: 1 - Ligar um fio em uma extremidade do suporte da pilha, deixando a outra extremidade do fio livre. 2 - Ligar outro fio na outra extremidade do suporte de pilha a outra extremidade de fio na lâmpada. 3 - Ligar o terceiro fio no outro lado da lâmpada deixando a outra extremidade do fio livre.
5. Com a fita isolante, os fios podem ser fixados na base, deixando dois pedaços pequenos de fios soltos nas extremidade.



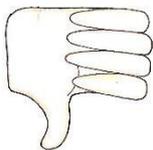


Dica: Talvez você não encontre o suporte de pilhas, dessa forma, você pode associar elas conforme a figura. Mas é preciso prestar atenção para associar o pólo positivo de uma pilha, no pólo negativo da outra pilha. Outra ideia é utilizar o suporte de pilha dos brinquedos que já não funcionam mais.



Após a montagem, o que fazer?

Encostando as extremidades soltas do fio é possível ver a lâmpada acender. Quando você completou o circuito, a eletricidade percorreu todo o circuito, acendendo a lâmpada.



Não funcionou, como proceder?

Se você conectou todos os fios e ao final não funcionou, pode ter acontecido um mau contato entre as pilhas ou tenha colocado elas de forma errada, principalmente se você não utilizou um suporte, e fez conforme a dica fornecida na montagem. Lembre-se, precisa colocar o pólo positivo conectado com o pólo negativo.



Como explicar e explorar esse fenômeno?

No experimento anterior, vimos que todos os corpos possuem cargas positivas e negativas. Aprendemos também que as opostas se atraem e as iguais se repelem. Para fazer uma lâmpada acender é necessário ter pilhas ou baterias para fornecer **energia elétrica** que é gerada por **energia química**. Além disso, é necessário fazer com que essa **energia** flua do pólo positivo até o pólo negativo. Esse transporte de **energia** é feito pela **corrente elétrica** e ela precisa de um caminho condutor para percorrer. Mas nem sempre esse caminho será fechado de forma que a corrente consiga circular livremente pelo circuito, e é nesse momento que você pode perceber que existem materiais que conduzem **corrente elétrica**, ou seja, são caminhos mais fáceis para a **corrente elétrica** percorrer, denominados de **bons condutores**, e outros que não permitem que a corrente se estabeleça, ou seja, são caminhos mais difíceis, sendo denominados **maus condutores**.



Vamos pensar um pouco mais?

Agora vamos reunir alguns materiais que encontram-se acessíveis para você, como: caneta, lápis, clips, parafuso, grafite, borracha, sal, açúcar, água, papel, tecido, poderá testar soluções também como: água com açúcar, água com sal, água com vinagre, detergente com vinagre e dentre tantos outros materiais e soluções que você quiser. Agora utilize esse material como uma conexão para fechar o circuito. Ou seja, coloque um fio na extremidade do objeto escolhido, por exemplo o parafuso, e o outro fio na outra extremidade. Em uma tabela você poderá marcar quais materiais fizeram a lâmpada acender ou não.

Ao final dessa atividade, você encontra duas receitas caseiras de massinha de modelar. Uma delas é condutora de eletricidade e a outra não. Com elas, você pode brincar de montar circuitos elétricos no formato que você quiser.

MATERIAL	O QUE ACONTECEU?

RECEITA 1

Ingredientes:

150 ml de água destilada

4 colheres de óleo de cozinha

2 xícaras de farinha de trigo

1/2 xícara de açúcar

1 colher de corante comestível

Modo de preparo:

Misturar a farinha e o açúcar. Separando 1/2 xícara de farinha para ser adicionada posteriormente.

Adicionamos agora o óleo vegetal e a água destilada. (O objetivo da água destilada é não haver a adição de sais que são encontrados na água normal, para assim não afetar a resistência da massinha.) Misturamos até que comece a soltar da mão.

Agora é adicionado o resto da farinha, para a massinha tomar a consistência e colocamos agora o corante comestível de cor desejada, e misturamos até ficar uniforme.

RECEITA 2

Ingredientes:

- 1 xícaras de farinha de trigo
- 1/4 d $\frac{1}{4}$ xícara de sal
- 1 colher de óleo vegetal
- 1 colher de corante

Modo de preparo:

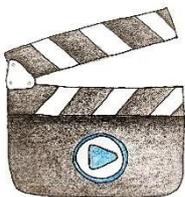
Misture em um recipiente 1 e 1/2 x $\frac{1}{2}$ ras de farinha de trigo e o sal.

Adicione agora a água, o óleo e o corante, misturando até ficar uniforme.

Com o uso de um fogão, misture a massinha até que comece a borbulhar e soltar do recipiente.

Quando for alcançada uma consistência desejada, passe a massinha para um novo recipiente e adicione o restante da farinha, amassando bem com as mãos.

OBS: Para melhor conservação das massinhas, as isole em um saco plástico e em temperatura ambiente. As retirando apenas quando for montar o circuito.



Se você ainda tiver dúvida sobre a montagem, aqui tem um vídeo que vai te ajudar



<https://www.youtube.com/watch?v=8FhaXZr10HI>

2 - Eletricidade vira luz, pode virar outra coisa?

Objetivo:

Entender que eletricidade é uma forma de energia (**energia elétrica**) e esta pode ser convertida em outras formas de energia como o **calor**.



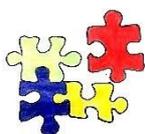
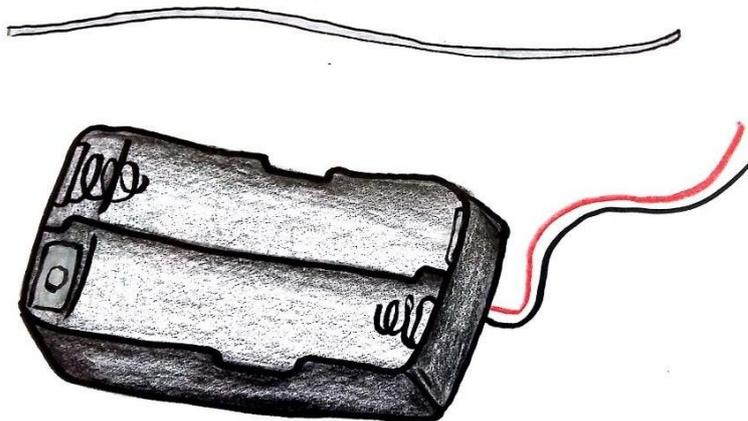
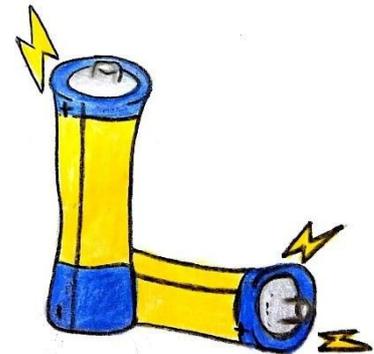
ATENÇÃO:

Muito cuidado ao fazer esse experimento, pois vai gerar fogo. Fazer com cautela, em local aberto e não deixar por perto materiais que podem pegar fogo facilmente, como álcool, pois ao final, a palha de aço irá pegar fogo.



Vamos precisar de:

- 2 Pilhas de 1,5 volts ()
- Suporte de pilha ()
- Palha de aço ()
- 2 Fios de cobre de aproximadamente 20cm ()

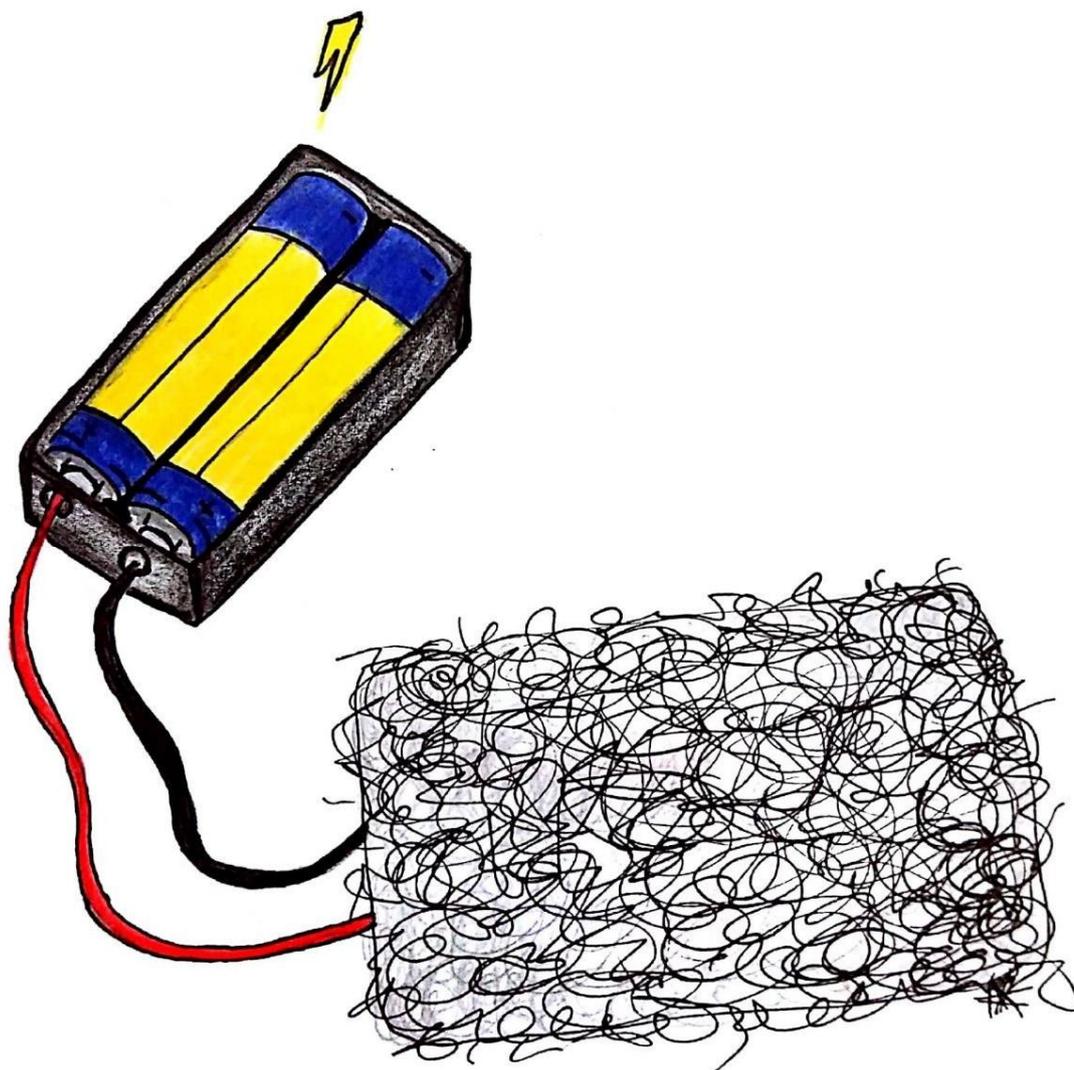


Montando o experimento:

1. Inserir as pilhas no suporte.
2. Em seguida ligar os fios em cada uma das extremidade do suporte, procurando deixar duas extremidades de fios livres.

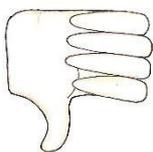


Dica: Talvez você não encontre o suporte de pilhas, dessa forma, você pode associar elas conforme a figura. Mas é preciso prestar atenção para associar o pólo positivo de uma pilha, no pólo negativo da outra pilha. Outra ideia é utilizar o suporte de pilha dos brinquedos que já não funcionam mais.



Após a montagem, o que fazer?

As extremidades do fio que ficam livres, você deve encostar as duas pontas na palha de aço. Será possível observar a palha de aço pegando fogo.



Não funcionou, como proceder?

Se você conectou todos os fios e ao final não funcionou, pode ter acontecido um mau contato entre as pilhas ou tenha colocado elas de forma errada, principalmente se você não utilizou um suporte, e fez conforme a dica fornecida na montagem. Lembre-se, precisa colocar o pólo positivo conectado com o pólo negativo.



Como explicar e explorar esse fenômeno?

Na natureza existem diversas formas de **energia**. Com isso, existem diversas formas de observar ela transformando-se. Um exemplo de **transformação de energia** é quando a **corrente elétrica** atravessa um corpo. Sempre que isso ocorre, parte (ou toda) da **energia elétrica** é transformada em **energia térmica**. **Energia térmica** é a **energia** que está associada a **temperatura** dos corpos, um corpo ao receber **energia térmica** aumenta a sua **temperatura**. Quando disponibilizamos de pilhas e baterias ligadas por fios em um **circuito fechado**, uma **corrente elétrica** começa a fluir e ocorre um aquecimento, esse aquecimento é o efeito do aumento da **energia térmica**. O fenômeno de transformar a **energia elétrica** em **energia térmica** é conhecido como **efeito Joule**. Como a palha de aço é formada por muitos fios finos, o aquecimento é o suficiente para iniciar o fogo, queimando sucessivamente cada fio.



Como esse fenômeno impacta a nossa vida

No cotidiano podemos citar vários exemplos onde é possível observar trocas de **energia elétrica** em **energia térmica**, como: no chuveiro elétrico, no ferro de passar roupa, no forno elétrico, todos esses equipamentos possuem um material chamado de **resistência** que, conforme a **corrente elétrica** percorre essa **resistência**, ocorre um aquecimento.

Vou citar um outro exemplo que é bem parecido com o experimento que acabamos de fazer. Em alguns equipamentos elétricos existe uma pecinha de extrema importância, ela é bem pequena e que tem um custo bem baixo, é o **fusível**. É um dispositivo que serve para proteger o circuito quando uma **corrente elétrica** mais alta que o equipamento foi projetado passa pelo circuito. Como o fusível funciona? Ele é composto de um pequeno fio, como os que compõem a palha de aço, que pega fogo se a corrente for mais alta que o planejado. Não se preocupe com esse fogo, esse fio é colocado dentro de uma pequena cápsula de vidro que protege

o equipamento desse fogo. O mais importante é que ao pegar fogo, ele derrete e não permite mais a passagem da corrente elétrica.



Se você ainda tiver dúvida sobre a montagem, aqui tem um vídeo que vai te ajudar



<https://www.youtube.com/watch?v=NMvdKQoOovA>

4 - Como fazer a agulha da bússola se mover?

Objetivo:

Observar que a agulha imantada de uma bússola, pode girar, ou seja, sofrer deflexão mesmo que não seja aproximada dela um objeto **ferromagnético**, apenas com a passagem de uma **corrente elétrica** em um fio.



Vamos precisar de:

Pilhas ()

Suporte para as pilhas ()

Fita isolante ()

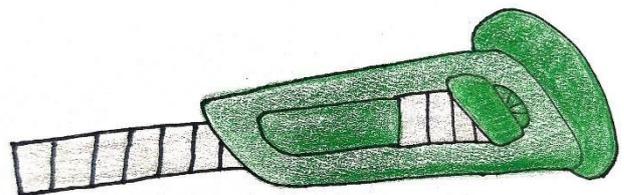
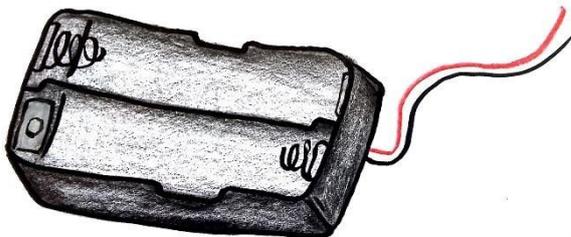
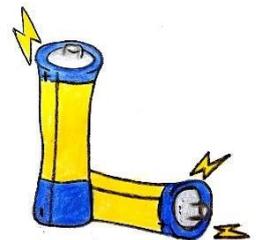
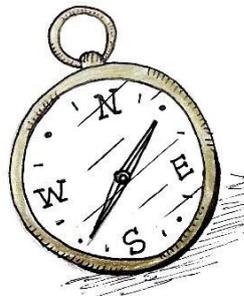
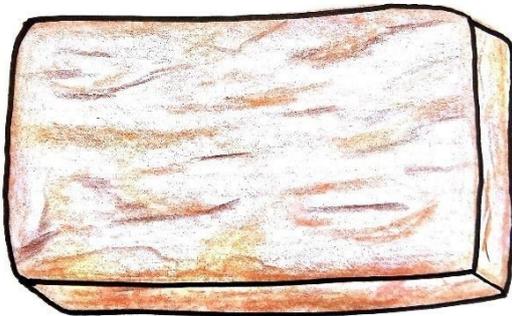
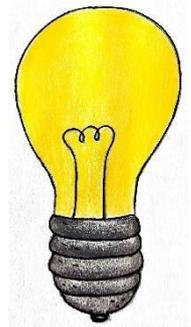
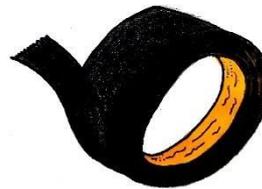
Bússola ()

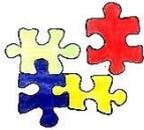
Estilete ()

3 Fios de eletricidade de aproximadamente 20cm ()

Base (de madeira, tampa plástica ou tampa de papelão) ()

Lâmpada de árvore de natal ou de farol de carro com suporte ()



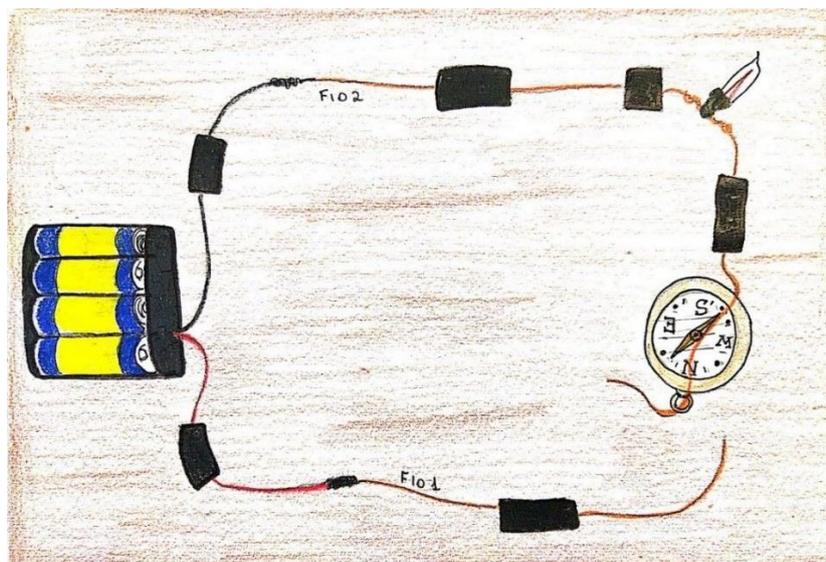


Montando o experimento:

1. O circuito deverá ser montado sobre uma base, que pode ser de madeira, uma tampa plástica ou tampa de papelão.
2. Inicialmente o suporte das pilhas e o bocal devem ser presos na base com fita adesiva.
3. Inserir as pilhas no suporte, tomando cuidado de deixar sempre o lado positivo conectado no lado negativo.
4. Em seguida, utilizar os fios para fazer a ligação: 1 - Ligar um fio em uma extremidade do suporte da pilha, deixando a outra extremidade do fio livre. 2 - Ligar outro fio na outra extremidade do suporte de pilha a outra extremidade de fio na lâmpada. 3 - Ligar o terceiro fio no outro lado da lâmpada deixando a outra extremidade do fio livre.
5. Com a fita isolante, os fios podem ser fixados na base, deixando dois pedaços pequenos de fios soltos.
6. Na outra extremidade coloque a bússola. Primeiro passe o fio por cima da bússola, de forma que ele fique paralelo ao ponteiro, conforme a Figura.



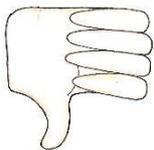
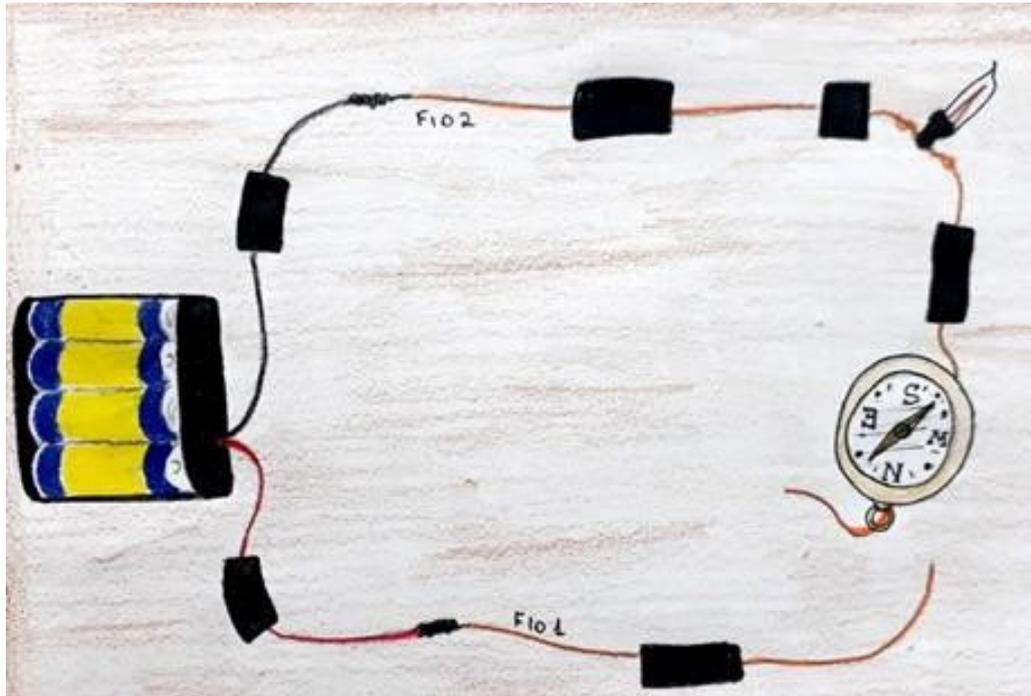
Dica: Talvez você não encontre o suporte de pilhas, dessa forma, você pode associar elas conforme a figura. Mas é preciso prestar atenção para associar o pólo positivo de uma pilha, no pólo negativo da outra pilha. Outra ideia é utilizar o suporte de pilha dos brinquedos que já não funcionam mais.





Após a montagem, o que fazer?

Com o circuito montado, ligue as extremidades dos fios que ficaram soltos. Você verá que a ponta da bússola vai se mover. Depois, passe o fio por baixo da bússola, você vai ver que a ponta da bússola vai se mover para o outro lado.



Não funcionou, como proceder?

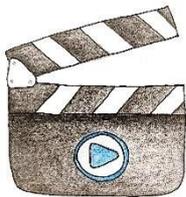
Se você conectou todos os fios e ao final não funcionou, pode ter acontecido um mau contato entre as pilhas ou tenha colocado elas de forma errada, principalmente se você não utilizou um suporte, e fez conforme a dica fornecida na montagem. Lembre-se, precisa colocar o pólo positivo conectado com o pólo negativo.



Como explicar e explorar o fenômeno?

Em geral, as pessoas pensam que todo metal pode ser atraído por ímã, no entanto, isso não acontece, visto que alumínio, latão, cobre são metais e não são atraídos pelo ímã. Isso acontece por que esses metais não são **ferromagnéticos**. Ao brincar com dois ímãs é possível perceber que eles podem se atrair ou repelir, dependendo da posição, foi constatado que os ímãs possuem dois pólos, norte e sul e sempre que um ímã é quebrado, dois novos ímãs são formados, não existindo um ímã composto por apenas um pólo, ou seja, todo ímã vai possuir um pólo sul e um pólo norte. Todo ímã tende a alinhar-se com o **campo magnético** que está imerso, ou seja, a direção e o sentido sul-norte do ímã tendem a coincidir

com a direção e o sentido sul-norte do campo onde está o ímã, é isso que ocorre com a **agulha magnética** da bússola, que é um pequeno ímã. A Terra se comporta como um ímã gigantesco e todos nós estamos imersos em seu **campo magnético**. Assim, qualquer ímã colocado na superfície da Terra tende a se alinhar com a direção do **campo magnético** terrestre, razão pela qual a agulha da bússola aponta sempre na mesma direção e sentido. A simples observação da ação a distância da **corrente elétrica** na **agulha magnética** da bússola já justifica a experiência, dada a importância histórica e científica da descoberta desse fenômeno, origem do **eletromagnetismo**. Como qualquer ação a distância, sua intensidade diminui quando a distância aumenta. Assim, quanto mais longe do fio estiver colocada a bússola, menor a intensidade da ação que ela evidencia pelo seu movimento. É importante perceber que a **corrente elétrica** é capaz de gerar um **campo magnético**, fato que se evidencia pelo movimento da agulha da bússola. Inicialmente a agulha da bússola está alinhada ao **campo magnético** terrestre, indicado o sentido sul-norte. Quando o circuito é fechado, o fio reto passa a ser percorrido por uma **corrente contínua** que gera um **campo magnético** perpendicular (90°) ao **campo magnético** terrestre. A agulha tende a alinhar-se também com esse novo campo, ficando em repouso em uma posição intermediária. Quando a **corrente elétrica** é intensa e a bússola está bem próxima do fio, o **campo magnético** gerado pela corrente que atua na agulha da bússola pode ser bem maior que o da Terra e a agulha chega a ficar praticamente perpendicular ao fio.



Se
você ainda tiver dúvida sobre a montagem, aqui tem um vídeo que vai te ajudar



<https://www.youtube.com/watch?v=WHLaD7qtK5Y>

5 - Construindo o motor mais simples



Objetivo:

Perceber que é possível produzir **energia de movimento** através da **energia elétrica**. Como é possível ver nos trens eletromagnéticos, onde se usa um sistema **eletromagnético** de **levitação** sem que exista contato com os trilhos, o trem flutua e se move.



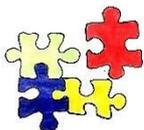
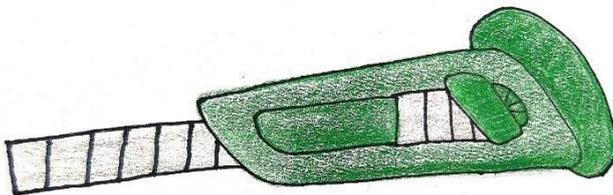
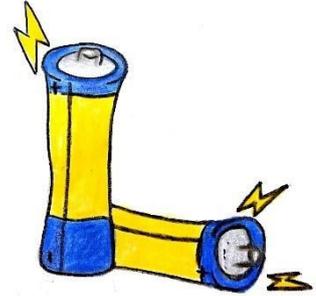
Vamos precisar de:

Pilha ()

Fio de cobre ()

Estilete ()

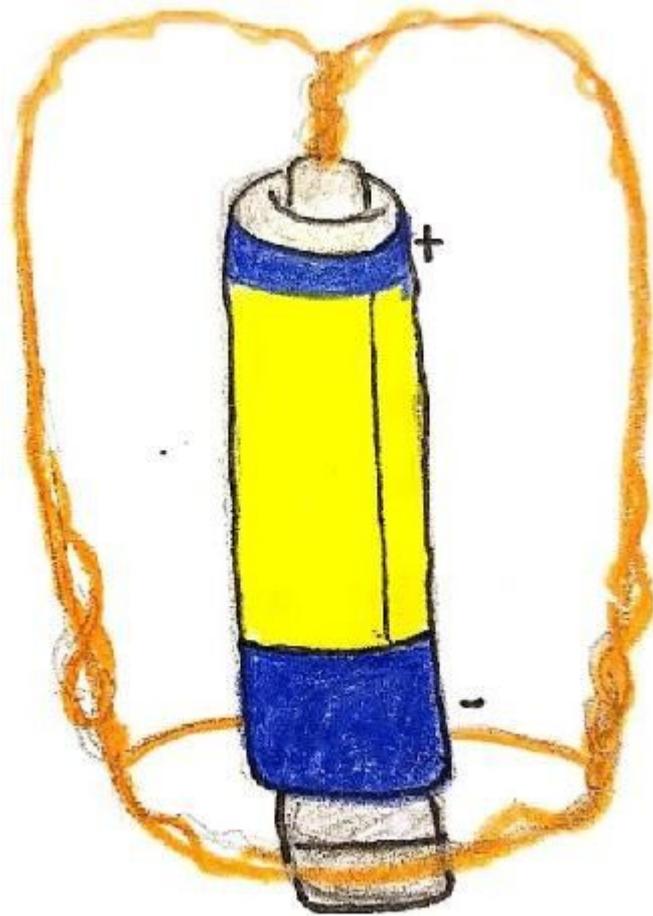
Super Ímã formato cilíndrico com diâmetro igual da pilha ()



Montando o experimento:

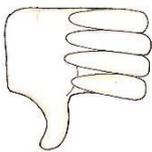
1. Inicialmente retirar o plástico protetor do cobre e separar 5 fios.
2. Enrole os fios com o objetivo de formar um só.
3. Faça uma amarração conforme a figura. Essa "cestinha" que será formada, precisa ser do tamanho da pilha + ímã, sem encostar no chão. É preciso fazer ela o mais simétrica possível, ou seja, ser igual dos dois lados.





Após a montagem, o que fazer?

Coloque os ímãs na ponta negativa da pilha e na outra ponta, coloque o bico que foi formado na amarração e observar.



Não funcionou, como proceder?

Se você colocou a cestinha no bico da pilha (no pólo positivo) e ela não girou, pode ser que não esteja bem simétrica, ou seja, não está do mesmo tamanho em todos os lados. Outra situação, pode ser que ela venha girar mais facilmente sendo colocada embaixo do bico da pilha, do lado. É preciso ir testando e colocando em pontos diferentes para ver girar. Precisa ter paciência e persistência, demora um pouco para ver acontecer, e quando consegue o ela gira bem rápido, às vezes logo cai da pilha e daí é só colocar novamente. Outra situação é verificar se a cestinha está do tamanho da pilha + ímã, sem encostar no chão ou na mesa. Caso você faça a cestinha de forma que o tamanho dela fique do tamanho

da metade da pilha ou um pouco mais, não vai funcionar, é preciso que a parte de baixo esteja alinhada com o ímã.



Como explicar e explorar esse fenômeno?

Motores são dispositivos que convertem alguma forma de **energia** em **energia de movimento** (chamamos essa energia de **energia mecânica**). Esse motor simples, também é conhecido por **motor homopolar**, pelo motivo que o **campo magnético** mantém fixo o sentido da sua polaridade. Quando o circuito (pilha + ímã) é fechado através do fio, uma **corrente elétrica** passa a circular no fio. Consideramos que o conjunto de ímãs se torna uma continuação do pólo negativo da pilha, assim quando coloca o cobre ligando o pólo positivo com o pólo negativo é criado uma **corrente elétrica** e o **campo magnético** criado pelo ímã interage com os **elétrons** que formam a **corrente elétrica**, resultando esse movimento de girar.



Como esse fenômeno impacta a nossa vida

Esse experimento é bem parecido com os carros elétrico, onde é transformado energia elétrica em movimento. A principal diferença entre um carro convencional e um carro elétrico é que o carro elétrico possui um motor elétrico ao invés de um motor à combustão. No carro elétrico só existe uma marcha e a ré. A força que o movimenta é proporcional à energia fornecida ao motor, dessa forma não são usadas engrenagens como num carro convencional. A bateria também é recarregada através do calor gerado pelo atrito entre as pastilhas e o disco de freio. Uma característica importante nesse veículo é que eles praticamente não emitem barulho, são extremamente silenciosos, tanto que é difícil de perceber se o carro está ligado ou desligado.

Três itens são essenciais no carro elétrico, são eles: motor elétrico, baterias e regulador do motor. Inicialmente o regulador capta energia das baterias e a transmite para o motor. Existem dois resistores variáveis no pedal que transmite um sinal para o regulador, fazendo com que identifique o quanto de energia será necessária.



Se você ainda tiver dúvida sobre a montagem, aqui tem um vídeo que vai te ajudar



<https://www.youtube.com/watch?v=nCBPgWyFCg8>

6 - Como gerar energia com ímã?



Objetivo:

Perceber que é possível produzir **energia elétrica** através do **movimento**.



Vamos precisar de:

Rolo de fio fino esmaltado ()

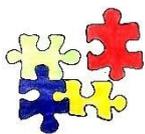
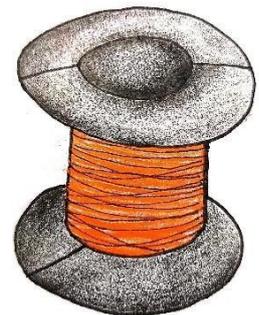
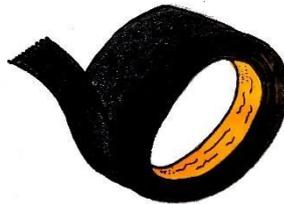
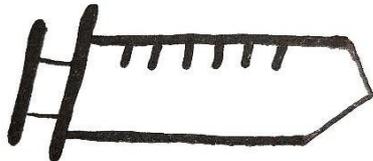
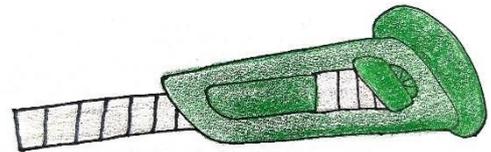
Alguns (3, 4 ou 5) super ímã ()

Seringa ()

Dois LEDs ()

Fita isolante ()

Estilete ()

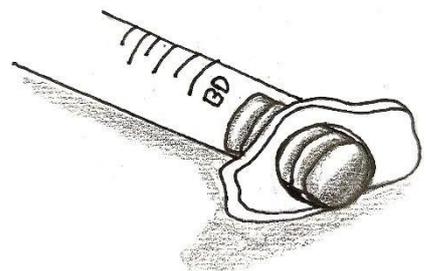


Montando o experimento:

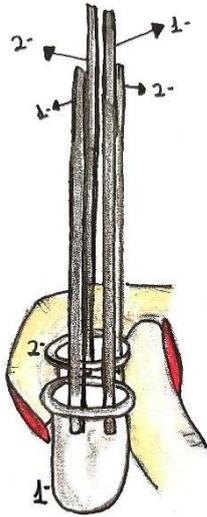
Antes de iniciar a montagem é preciso verificar se o diâmetro interno

da seringa coincide com o diâmetro do super ímã, ou seja, o super ímã entra na seringa de forma que fique bem justinho.

1. Inicialmente tire o êmbolo da seringa e faça uma bobina ao redor da seringa.
2. Para fazer a bobina você deve deixar uns 30cm de fio pra fora e começar a enrolar.



3. Enrole umas 600 voltas de fio bem no meio da seringa e ao final, deixe mais uns 30cm para fora. Faça o possível para que fique bem firme, ou seja, enrole bem apertado.

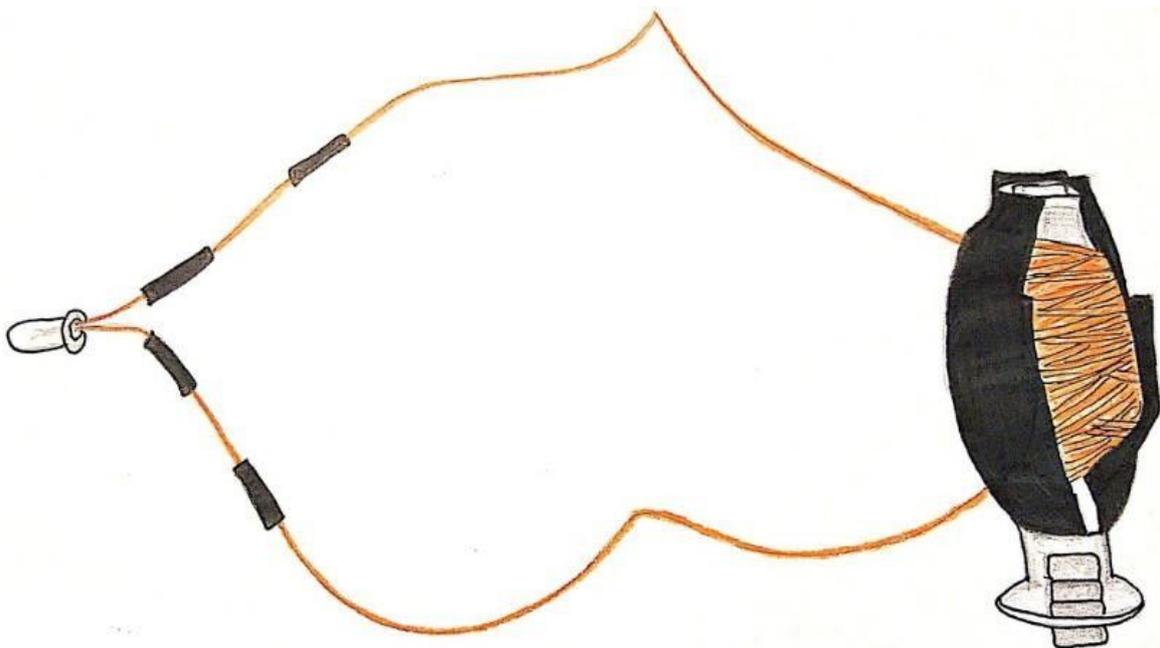


4. Coloque um pouco de fita ao redor da bobina para que ela fique presa e não comece a desenrolar.

5. Faça uma amarração com os dois Leds, enrolando a perna mais curta de um na perna mais comprida do outro, como se os dois formassem apenas um Led.

6. Como o fio é esmaltado, raspe as pontas do mesmo e enrole um fio em uma perninha do Led e o outro fio na outra perninha do Led.

7. Ao final, coloque os super ímãs dentro da seringa.





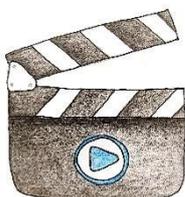
Após a montagem, o que fazer?

Com os super ímãs dentro da seringa, você deve chacoalhar bem rápido a seringa de forma que os ímãs façam um movimento de vai e vem dentro da seringa, passando por dentro da bobina. Dessa forma, será possível observar os Leds alternadamente se acender.



Como explicar e explorar o fenômeno?

Quando um ímã passa por um fio de cobre faz os elétrons que estão no fio se movimentar e quando os elétrons se movimentam é gerado uma corrente elétrica. Mas essa energia não surge do nada, através do movimento de chacoalhar os ímãs é gerado energia, ou seja, é gasto energia para gerar movimento e esse movimento acaba gerando a energia elétrica. Acontece uma sucessão de transformação de energia. Outra coisa interessante é perceber que sempre um dos Leds permanece aceso, isso acontece devido o fato de que quando o Led passa pela bobina os elétrons se movimentam em um sentido, quando o Led volta a passar na bobina, os elétrons se movimentam em sentido contrário. Isso faz com que a polaridade do gerador fique invertendo conforme o ímã é chacoalhado dentro da seringa. Por isso que as lâmpadas acendem alternadamente.



Se você ainda tiver dúvida sobre a montagem, aqui tem um vídeo que vai te ajudar



<https://www.youtube.com/watch?v=fMXG7ASiWMw>

7 - Máquina Térmica

Objetivo:

Observar que o **vapor d'água** gerado pela **energia térmica** é convertido em **energia de mecânica** (energia de movimento).



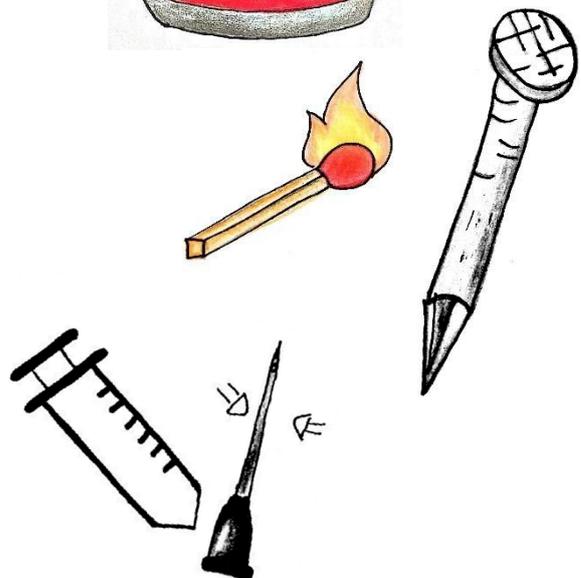
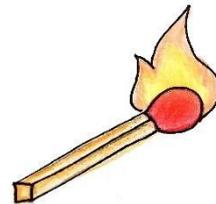
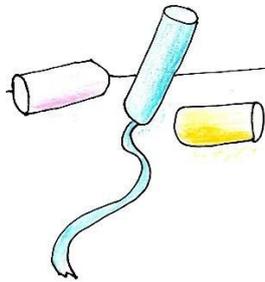
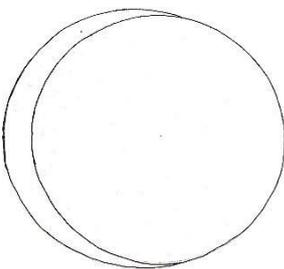
ATENÇÃO:

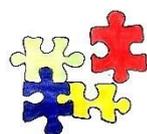
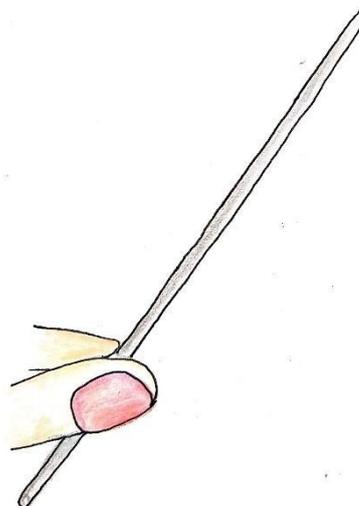
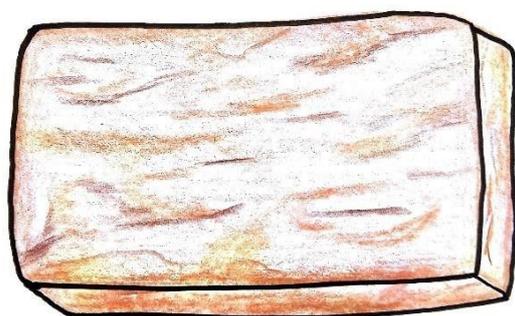
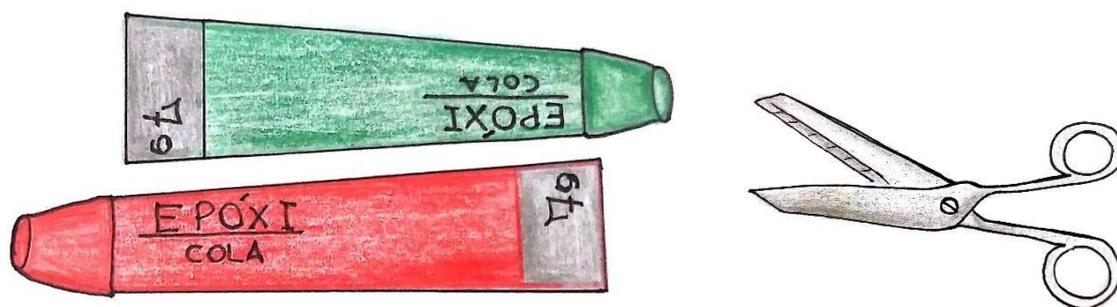
Muito cuidado ao fazer esse experimento, fazer com cautela, em local aberto e não deixar por perto materiais que pegam fogo facilmente, pois, será formado uma chama para aquecer a lata.



Vamos precisar de:

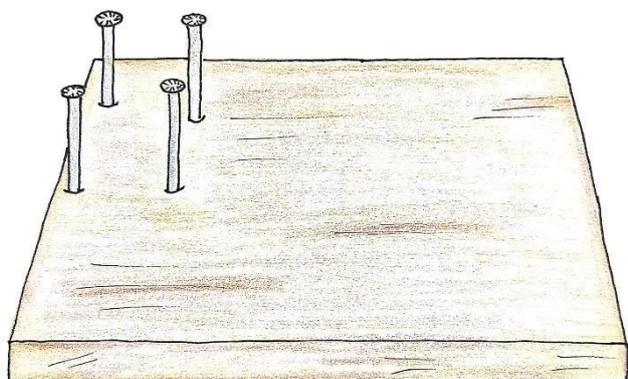
- Pregos ()
- Giz ()
- 2 lata de refrigerante ()
- Base de madeira ()
- Agulha de injeção grossa ()
- Cola epóxi ()
- Tesoura ()
- Álcool ()
- Fósforo ()
- 3 pedaços de arame ()
- Círculo de isopor ()





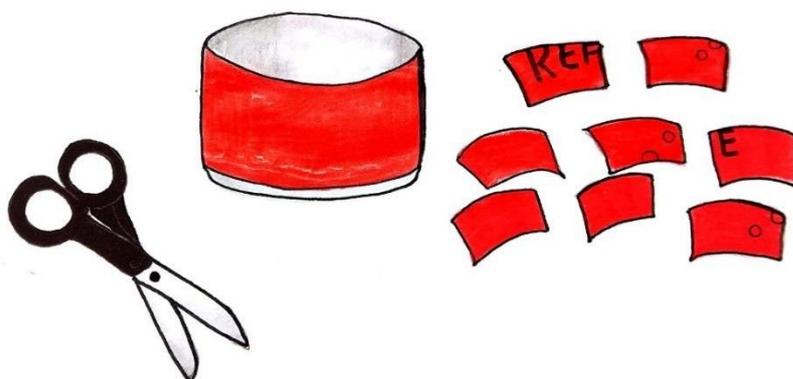
Montando o experimento:

1. Inicialmente faça dois furos na parte superior da lata para tirar todo o líquido de dentro e em seguida, lave-a e insira aproximadamente 3 colheres de sopa de água dentro da latinha.
2. Com a cola epóxi, cole a agulha em um dos furos e o outro apenas passe um pouco da cola, para garantir que a única maneira de entrar ar na lata seja pela agulha.



3. Enquanto a cola seca, pregue 4 parafusos na base, formando um suporte para colocar a lata deitada.

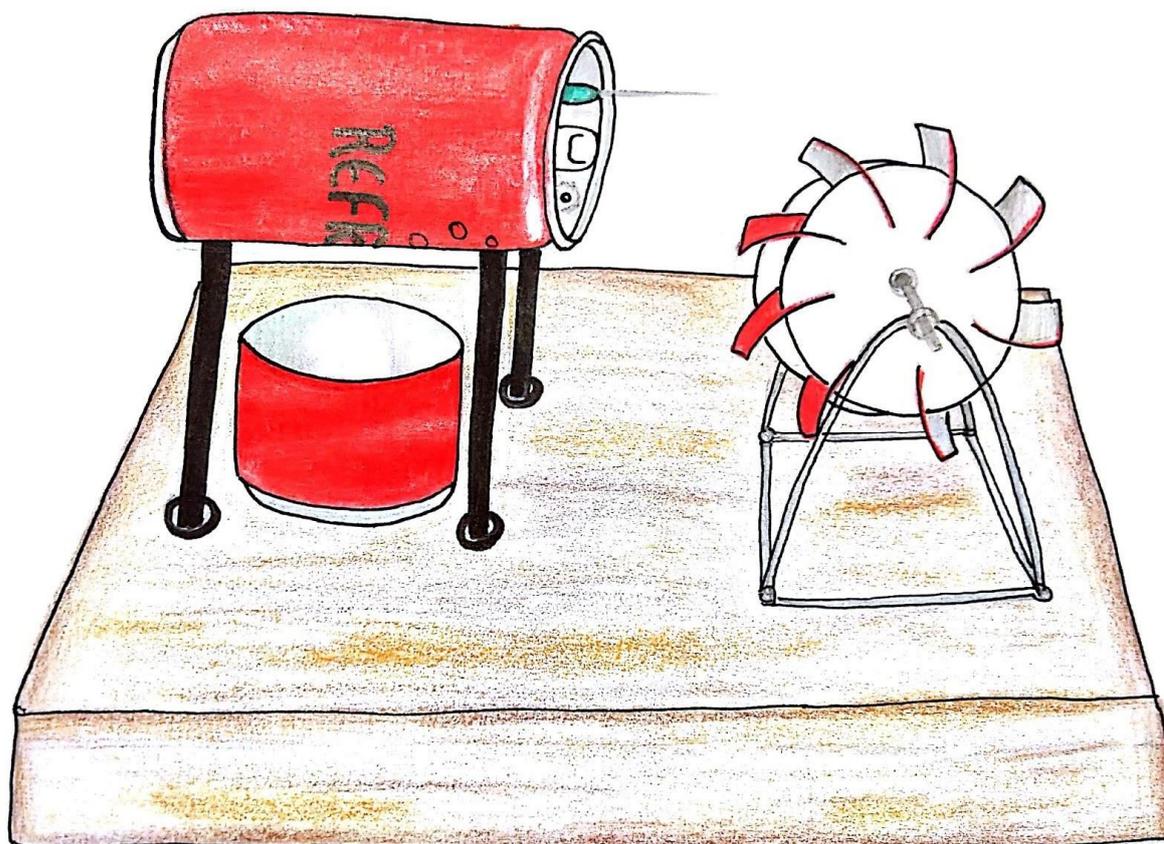
4. Com a outra lata você vai retirar a parte de baixo, como se ficasse um pequeno prato e o restante corte 8 aletas nas dimensões 3cmx1cm aproximadamente.



5. Dentro desse prato coloque alguns gizes de quadro e jogue álcool em cima.

Quando for colocar fogo o giz não deixa o álcool queimar de uma vez, ou seja, vai sendo consumido aos poucos.

6. Com o isopor, o arame e as aletas faremos uma **turbina**. Um arame será inserido no meio do isopor, para que o círculo possa girar e os outros dois pedaços do arame será feito um suporte para fixar a turbina.





Após a montagem o que fazer?

Colocar alguns gizes dentro do prato e umedecer com álcool. Em seguida, colocar esse prato embaixo da lata e atear fogo no giz e esperar alguns minutos para ver o que vai acontecer. Você verá um vapor d'água saindo pela agulha, fazendo com que a turbina gire. Tomar muito cuidado, pois, até que a água comece a ferver e evaporar demora. Quase não se vê o fogo no giz, portanto, não tente inserir mais álcool utilizando o próprio frasco de álcool. Se necessário, mergulhe um outro giz no álcool e coloque esse giz no pratinho que já vai estar pegando fogo.



Como explicar e explorar esse fenômeno?

É possível observar a **turbina** girar, pois, quando o **calor** é fornecido para a lata, esquenta a água no seu interior, que **evapora**, vira gás e sai pelo pequeno orifício da agulha. Esse gás empurra as pás da turbina, fazendo-a girar. Vale a pena destacar a enorme quantidade de **vapor** que uma pequena quantidade de água pode gerar e a **energia** obtida nessa **mudança de estado** da água (do estado líquido para o vapor).

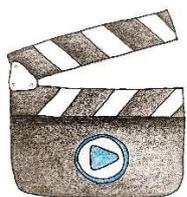


Como esse fenômeno impacta a nossa vida

Esse fenômeno está muito presente no nosso cotidiano. A energia produzida por uma usina termoelétrica é gerada através desse princípio, ou seja, com o aquecimento da água produz vapor e aciona o gerador elétrico por meio de turbinas. O calor produzido nessa usina provém da queima de algum combustível sólido, líquido ou gasoso, sendo os principais combustíveis: carvão mineral, a nafta, o petróleo, o gás natural e, em alguns casos, a biomassa.

A queima do combustível proporciona o aquecimento da água que se encontra no reservatório, formando assim o vapor. Esse vapor é conduzido para as turbinas do gerador, que é encarregado de produzir a energia elétrica. Nas usinas nucleares o processo de formação de energia é similar a usina termoelétrica.

Neste caso, são as reações nucleares que fazem o aquecimento da água e por sua vez produzir vapor e acionar as turbinas e gerar energia.



Se você ainda tiver dúvida sobre a montagem, aqui tem um vídeo que vai te ajudar



<https://www.youtube.com/watch?v=IHWf4Spb3sk>

8 - Explosão sem motor



Objetivo:

Observar a **transformação de energia**, ou seja, uma **energia química**, com o fornecimento de **calor** se transformando em **movimento**, que é a **energia cinética**. Parecido com o motor de combustão interna.



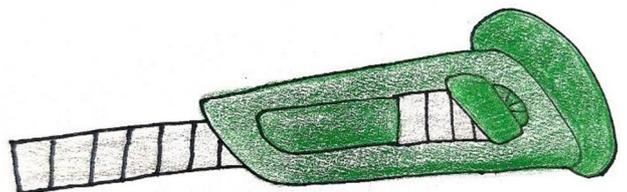
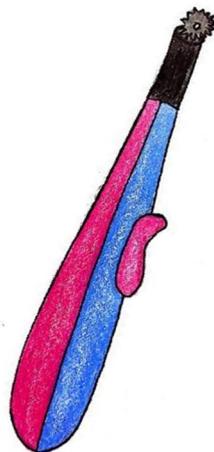
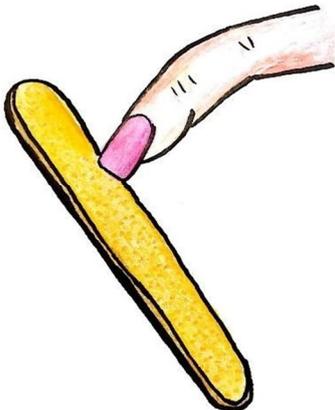
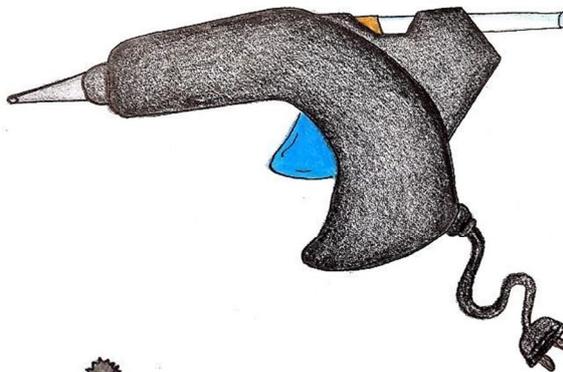
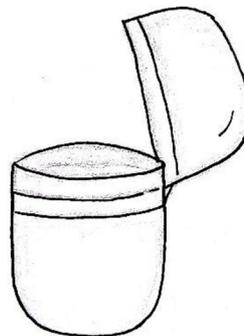
ATENÇÃO:

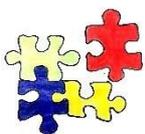
Muito cuidado ao fazer esse experimento, fazer com cautela, em local aberto e não deixar por perto materiais que entram em combustão facilmente como álcool.



Vamos precisar de:

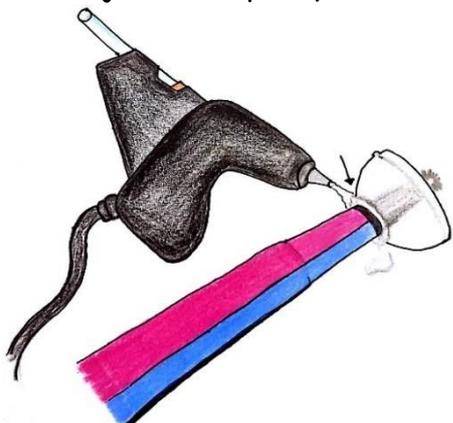
- Acendedor de fogão ()
- Pote do kinder ovo ()
- Pistola de cola quente ()
- Lixa (pode ser de unha) ()
- Álcool ()
- Estilete ()



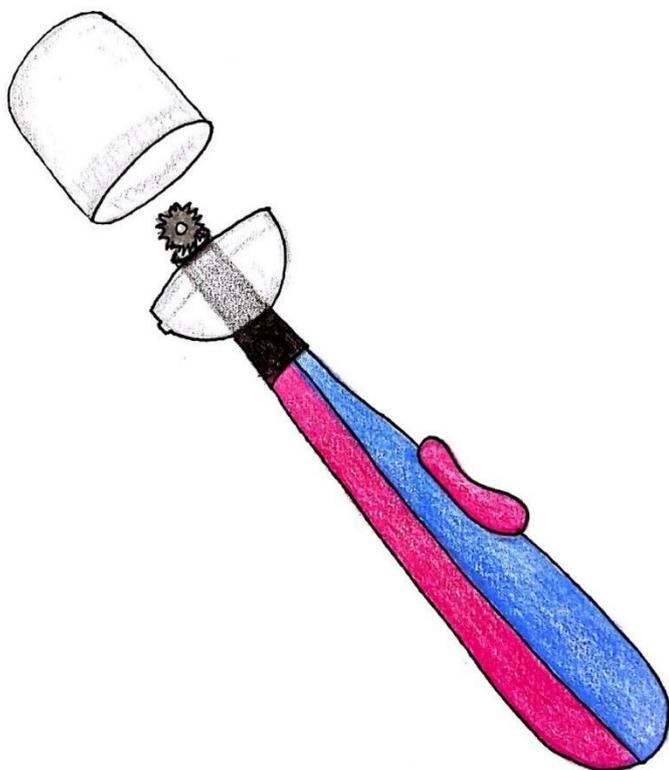
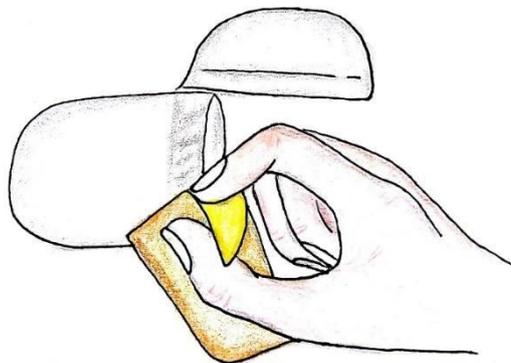
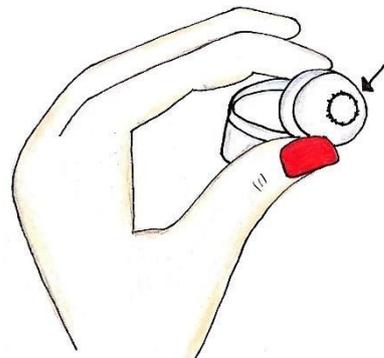


Montando o experimento:

1. Separe a tampa do pote fazendo um corte.
2. Faça um furo no meio da tampa do pote e passe através dele, de fora para dentro, cerca de 1cm da ponta metálica do acendedor (force a passagem, alargando então o furo).
3. Aplique a cola quente em torno do furo para que o conjunto tampa aquecedor fique bem firme e vedado.



4. Para que o conjunto não fique tão firmemente fechado, lixe a entranha que fica no pote, fazendo com que a tampa apenas encaixe.





Após a montagem, o que fazer?

Coloque umas 10 gotas de álcool dentro do pote e feche, segure com as mãos por um tempo, para aquecer um pouco o sistema e chacoalhe. Com o tubinho fechado, direciona-se o dispositivo para o teto da sala e aciona-se o acendedor. Ouve-se um estouro e o tubinho é arremessado violentamente para o alto, chocando-se contra o teto.



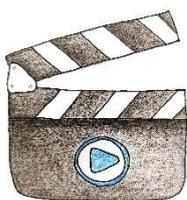
Como explicar e explorar o fenômeno?

A faísca causa a **combustão** do álcool, que então se **expande**; como a **explosão** é muito grande e ocorre num intervalo de tempo bastante pequeno, ela provoca a **explosão** que arremessou o tubinho para o alto.



Como esse fenômeno impacta a nossa vida

Com esse experimento é possível explicar e fazer uma analogia com o motor de combustão interna. O pote pode ser comparado ao pistão, um elemento essencial do motor. Ele se move dentro de cada cilindro quando o combustível explode. A explosão no pote ocorreu por causa do acendedor, no motor ela ocorre através da faísca na vela que fica dentro do cilindro. O papel do carburador é feito pelo álcool que é chacoalhado e aquecido pelas mãos, ou seja, vaporiza e oxigena o combustível antes de ser inserido no cilindro por uma bomba.



Se você ainda tiver dúvida sobre a montagem, aqui tem um vídeo que vai te ajudar



<https://www.youtube.com/watch?v=j3RbGs5Tp80>

9 - Calor com as mãos

Objetivo:

Observar os efeitos da **energia térmica** nos corpos. Já vimos que a **energia elétrica** pode produzir vários efeitos nos corpos e se transformar em diversos tipos de **energia**. Que efeitos a **energia térmica** pode produzir, além do aumento de **temperatura**?



Vamos precisar de:

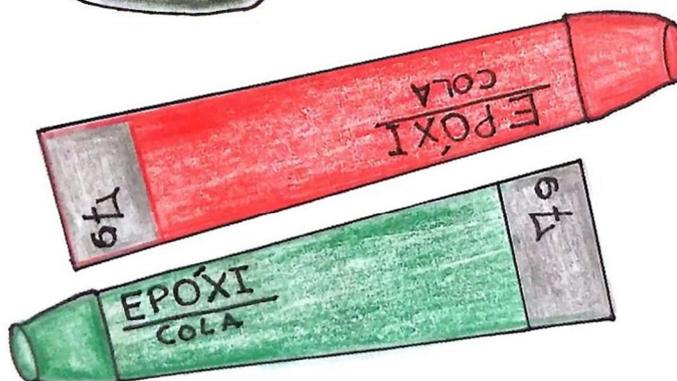
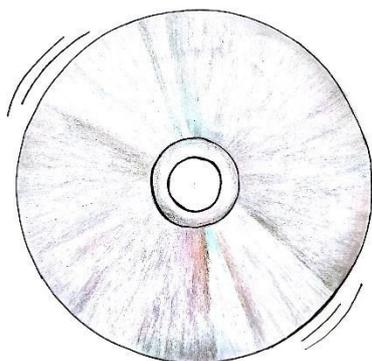
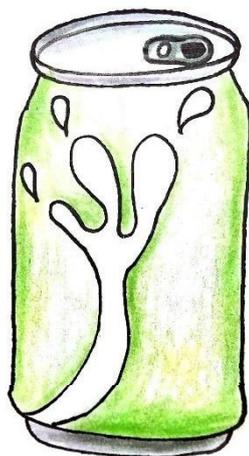
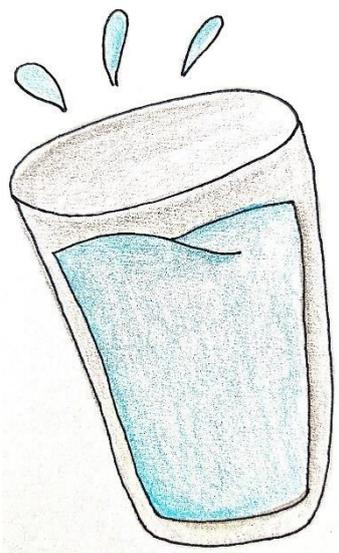
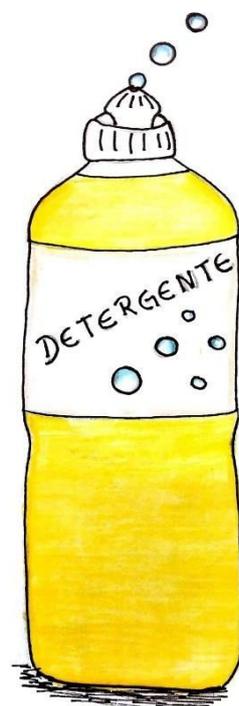
Lata de refrigerante/suco ()

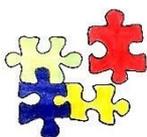
CD ()

Cola epóxi ()

Detergente ()

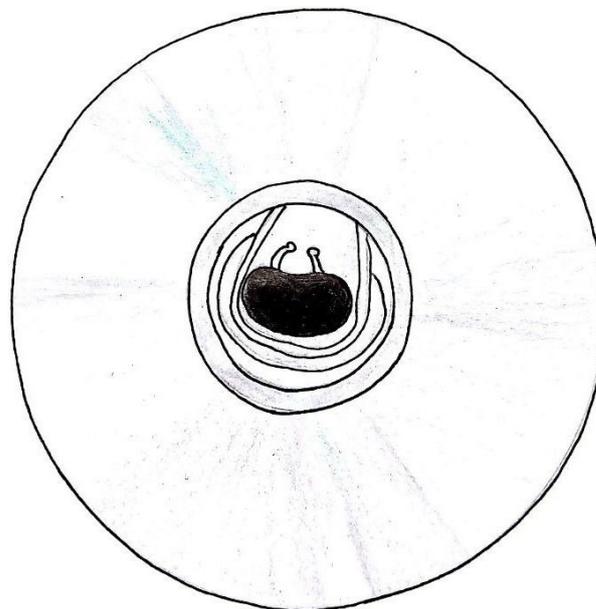
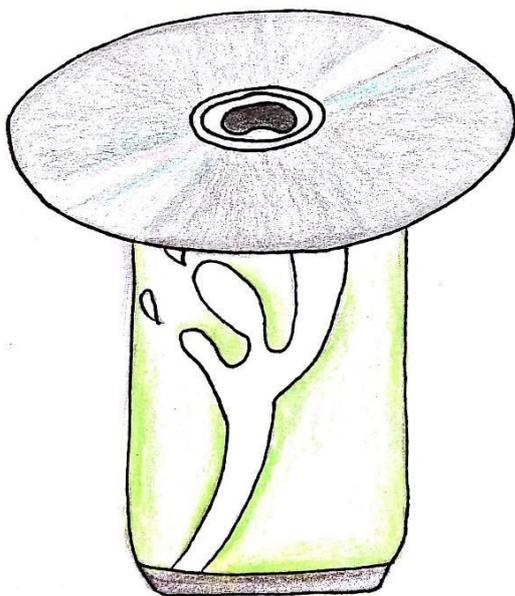
Potinho pequeno ou copo com um pouco de água ()





Montando o experimento:

1. Inicialmente é preciso colar o CD na lata, colocando o furo do CD junto a abertura da lata.



Após a montagem, o que fazer?

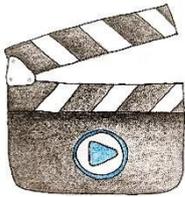
Molhar o dedo e espalhar um pouco de detergente no furo do CD, formando uma película de sabão nesse furo, como aquelas quando brincamos de bolha de sabão. Em seguida, segurar com as duas mãos na lata. Vai ser possível observar uma bolha se formar, para fazer uma bolha maior, colocar a lata em contato com o fogo de um isqueiro, a bolha ficará maior até estourar.



Como explicar e explorar esse fenômeno?

Com o **calor** das mãos, aumentamos a **temperatura** do ar no interior da lata. O ar no interior da lata se **expande** devido ao aumento de temperatura. Ou seja, **aumenta de volume** e sai da lata, como ele encontra a fina película formada pelo detergente com a água, acaba formando a bolha de sabão. Esse fenômeno é similar ao brinquedo de bolha de sabão. A diferença do brinquedo, é que para fazer a bolha, precisamos soprar, ou seja, é o "vento", produzido pelo sopro, que faz a bolha crescer, e no experimento, a bolha se forma por causa do **calor** fornecido que aquece o ar dentro da lata e esse aquecimento produz a **expansão** do gás. Essa **expansão**, por conta do **aumento de temperatura**, não acontece só nos gases, mas, nos sólidos e líquidos também. A diferença é que nos sólidos e líquidos o efeito é tão pequeno que quase não percebemos. No interior da bolha de sabão tem ar, por isso, a densidade da bolha

varia apenas pela fina camada de água que forma a bolha. Se observarmos, uma bolha pequena cai mais rápido que uma bolha grande e elas só voa mais alto e mais longe quando tem um vento soprando.



Se você ainda tiver dúvida sobre a montagem, aqui tem um vídeo que vai te ajudar



<https://www.youtube.com/watch?v=SWKBk6jIhK4>

10 - Fazendo uma nuvem



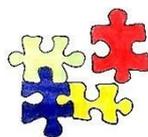
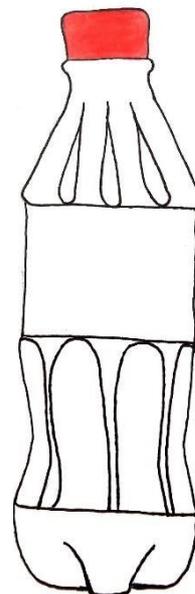
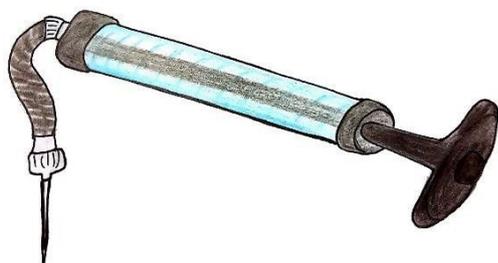
Objetivo:

Perceber que ao inserir ou retirar ar em um recipiente, com uma bomba de ar, a **pressão** e a **temperatura** vão variar. Assim, é possível fazer com que o álcool no **estado gasoso** se transforme numa nuvem. Fenômeno muito presente no nosso dia a dia que explica como as nuvens se formam, a roupa seca no varal, a parte de fora da garrafa de refrigerante fica molhada ao tirar da geladeira, etc.



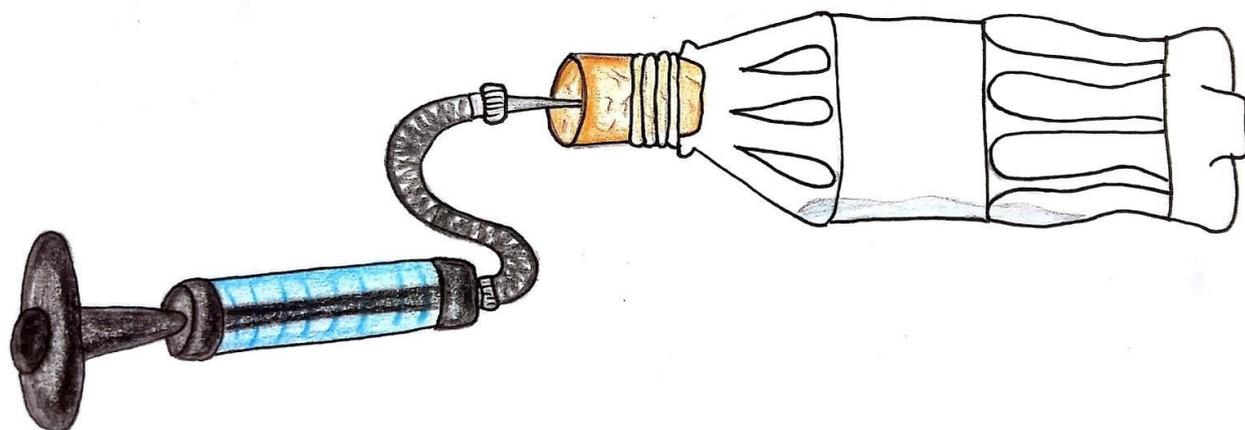
Vamos precisar de:

- Garrafa pet ()
- Rolha ()
- Álcool ()
- Bomba de encher bola ()



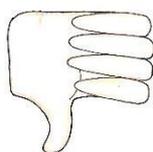
Montando o experimento:

1. Fure a rolha de forma que a agulha da bomba de encher bola passe por esse furo e fique bem apertada, não deixando espaço para o ar sair da garrafa, ao introduzir a rolha na garrafa.



Após a montagem, o que fazer?

Assim que o experimento estiver montado, coloque o equivalente a uma tampinha de álcool dentro da garrafa pet e tampe, chacoalhando por uns 30 segundos. Em seguida, troque a tampa da garrafa, pela rolha acoplada na bomba e comece bombear, após um tempo, abra a garrafa e você verá a nuvem se formar dentro da garrafa.



Não funcionou, como proceder?

Se na primeira tentativa não funcionou, pode ser que você não tenha chacoalhado o suficiente para que o álcool no interior da garrafa evapore. Ou não tenha bombeado o suficiente, tente perceber se a garrafa ficou bem firme, dura, antes de tirar a rolha.



Como explicar e explorar esse fenômeno?

Ao colocar o álcool dentro da garrafa e chacoalhar, uma parte desse álcool **evapora**, ou seja, acontece uma **mudança de fase**, o álcool passou do estado líquido para o estado gasoso, mesmo assim, ele permaneceu dentro da garrafa. Ao injetar ar dentro da garrafa com a bomba de encher bola, a **pressão** aumenta e a **temperatura** sobe (esse aumento da **temperatura** é muito pequeno e imperceptível nesse experimento). No momento em que se retira a rolha, o ar dentro da garrafa escapa, diminuindo a **pressão** e a **temperatura** bruscamente. Isso faz com que grande parte do vapor (estado gasoso) de álcool se **condense** em pequenas gotículas líquidas de álcool. Ou seja, nova **mudança de fase**,

o álcool que tinha virado **vapor** (estado gasoso), volta a se tornar líquido, formando assim, a nuvem dentro da garrafa. A nuvem nada mais é que um conjunto de minúsculas gotículas de água ou de cristais de gelo, suspensas na atmosfera, nesse caso, são minúsculas gotículas de álcool que estão no interior da garrafa. Quando se injeta ar novamente dentro da garrafa, a nuvem desaparece, pois a garrafa volta a esquentar e o álcool que estava condensado na nuvem evapora e desaparece.



Como esse fenômeno impacta a nossa vida

A nuvem que se forma no interior da garrafa pode ser comparada com a nuvem formada no aparelho de nebulização. O ar sai pela mangueirinha do aparelho e entra no copinho com a medicação no estado líquido. O ar ao passar pelo pequeno orifício da mangueira tem uma queda de pressão e a velocidade aumenta, fazendo o ar expandir (aumentar). Dessa forma, o ar suga o líquido do copo, formando a nuvem, que o paciente vai respirar. Como já explicamos, a nuvem é formada por minúsculas gotinhas de água ou cristais de gelo, assim, as gotinhas que entram em contato com as paredes do copinho, voltam a se transformar em líquido, sendo reutilizadas.



Se você ainda tiver dúvida sobre a montagem, aqui tem um vídeo que vai te ajudar



https://www.youtube.com/watch?v=kWDrKOs_CaI

Referências

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Lxe4FAI-g6s>> acessado em 10/12/2018.

Disponível em: <<https://temmeninancircuito.wordpress.com/2014/04/17/como-fazer-massinhas-para-criar-circuitos/>> acessado em 10/12/2018.

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=UUBQvIESeZg>> acessado em 10/12/2018.

Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v38n2/1806-1117-rbef-38-02-e2311.pdf>> acessado em 10/12/2018.

Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_unicentro_fis_pdp_andrea_fabiane_baroni.pdf> acessado em 10/12/2018.

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=mD9MY1U2IHQ>> acessado em 10/12/2018.

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=pLbY5ykcGb0>> acessado em 10/12/2018.

Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/energia-termoeletrica.htm>> acessado em 10/12/2018.

Disponível em: <<http://cienciaemcasa.cienciaviva.pt/bolas.html>> acessado em 10/12/2018.

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=jF7G14NBjQY>> acessado em 10/12/2018.

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=kCHOe5cEaAw>> acessado em 10/12/2018.

Disponível em: <<http://www.manualdomundo.com.br/2012/10/nuvem-na-garrafa-experiencia-condensacao/>> acessado em 10/12/2018.

Disponível em: <<http://www.encyclomedica.com.br/inalador-nebulizador/>> acessado em 10/12/2018.

APÊNDICE B - Questionários

Questionário aplicado após a oficina para avaliar os roteiros experimentais. Ele foi respondido mais de uma vez, conforme a quantidade de experimentos realizados por cada família.

Avaliação das atividades experimentais.

Após a participação da oficina de atividades experimentais peço que você responda o questionário abaixo, procurando ser sincero e responder de acordo com a sua percepção de cada experimento realizado. Você deve responder esse questionário para cada um dos experimentos realizados.

Qual a relação que você tem com a criança que estava realizando a experiência?

- Pai
- Mãe
- Parente próximo
- Amigo da família

Qual a idade da criança que você acompanhou? Se você estava com mais de uma criança, informe a idade da mais nova.

R: _____ anos

Qual experiência você realizou e está avaliando?

- Experimento 1 - Máquina de choque.
- Experimento 2 - Como a eletricidade se movimenta?
- Experimento 3 - Eletricidade vira luz, pode virar outra coisa?
- Experimento 4 - Como fazer a agulha da bússola se mover?
- Experimento 5 - Construindo o motor mais simples.
- Experimento 6 - Como gerar energia com ímã?
- Experimento 7 - Máquina térmica.
- Experimento 8 - Explosão sem motor.
- Experimento 9 - Calor com as mãos.

() Experimento 10 - Fazendo uma nuvem

A seguir vamos fazer algumas afirmações sobre o experimento. Você precisa apenas dizer se você concorda ou discorda da afirmação. Há 5 níveis que vão de discordo completamente até concordo completamente.

1 - Foi fácil relacionar e encontrar os materiais para confeccionar o experimento.

() Concordo completamente

() Concordo

() Não concordo nem discordo

() Discordo

() Discordo completamente

2 - Se estivesse em casa, eu conseguiria obter os materiais com facilidade.

() Concordo completamente

() Concordo

() Não concordo nem discordo

() Discordo

() Discordo completamente

3 - Eu entendi com facilidade o procedimento de montagem.

() Concordo completamente

() Concordo

() Não concordo nem discordo

() Discordo

() Discordo completamente

4 - Após a montagem, o experimento funcionou sem que eu solicitasse ajuda.

() Concordo completamente

() Concordo

() Não concordo nem discordo

() Discordo

Discordo completamente

5 - Ao ler os objetivos do experimento eu me senti motivado para montar o experimento.

Concordo completamente

Concordo

Não concordo nem discordo

Discordo

Discordo completamente

6 - A atividade, após a montagem do experimento, me deixou interessado pelo assunto.

Concordo completamente

Concordo

Não concordo nem discordo

Discordo

Discordo completamente

7 - Após a leitura, montagem e execução do experimento, ficou claro como esse fenômeno impacta o meu dia-a-dia.

Concordo completamente

Concordo

Não concordo nem discordo

Discordo

Discordo completamente

8 - O texto apresentou uma linguagem clara.

Concordo completamente

Concordo

Não concordo nem discordo

Discordo

Discordo completamente

9 - O meu filho participou ativamente de todo o processo de montagem.

- Concordo completamente
- Concordo
- Não concordo nem discordo
- Discordo
- Discordo completamente

10 - Durante o teste do experimento, meu filho apresentou-se interessado.

- Concordo completamente
- Concordo
- Não concordo nem discordo
- Discordo
- Discordo completamente

11 - Meu filho fez perguntas sobre o funcionamento do experimento em diferentes situações.

- Concordo completamente
- Concordo
- Não concordo nem discordo
- Discordo
- Discordo completamente

12 - Acho que meu filho se mostrou mais curioso com relação a ciência.

- Concordo completamente
- Concordo
- Não concordo nem discordo
- Discordo
- Discordo completamente

13 - Eu me senti mais curioso(a) com relação a ciência.

- Concordo completamente
- Concordo
- Não concordo nem discordo

() Discordo

() Discordo completamente