

Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Graduação em Física

**O ENSINO DE FÍSICA E EXPERIMENTOS:
ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE KITS EXPERIMENTAIS**

Felipe Renger Ré.

Prof.Dr. Eugenio Maria de França Ramos.

Rio Claro (SP)

2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

FELIPE RENGHER RÉ

ENSINO DE FÍSICA E EXPERIMENTOS:
ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE KITS EXPERIMENTAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas -
Campus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para
obtenção do grau de Licenciado em Física.

Rio Claro - SP
2020

R281e Ré, Felipe Renger
ENSINO DE FÍSICA E EXPERIMENTOS: ESTUDO
EXPLORATÓRIO SOBRE KITS EXPERIMENTAIS / Felipe Renger
Ré. -- Rio Claro, 2021
101 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura - Física) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e
Ciências Exatas, Rio Claro

Orientador: Eugenio Maria de França Ramos

1. Ensino de Física. 2. Experimentação. 3. Kits de experimentos. I.
Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

FELIPE RENGHER RÉ

ENSINO DE FÍSICA E EXPERIMENTOS:
ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE KITS EXPERIMENTAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas -
Campus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para
obtenção do grau de Licenciado em Física.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Eugenio Maria de França Ramos (Orientador)

Prof. Dr. José Dirceu Vollet Filho

Prof. Dr. Paulo César de Almeida Raboni

Rio Claro, 2 de março de 2021.



Assinatura do aluno



Assinatura do orientador

RESUMO

Esse é um estudo sobre as potencialidades de kits experimentais, kits com diferentes concepções foram descritos e analisados, foi construído um catálogo desses materiais, que tem como objetivo servir de guia para professores interessados em experimentação de baixo custo, utilizando essas ferramentas ou a inspiração que possa surgir do acesso ao seu conteúdo. Os kits que foram utilizados neste estudo estão presentes no acervo do LAPEMID, foi elaborado um registro fotográfico que está disponível on-line, o que torna o acesso a esses recursos muito mais fácil e abrangente. No corpo deste trabalho encontram-se reflexões a respeito da qualidade conceitual desses materiais e a respeito das concepções didáticas que nortearam a sua criação, há também um estudo conceitual a respeito do efeito fotoelétrico, tema de um dos kits analisados, e reflexões a respeito do papel da experimentação para o ensino.

Palavras-Chave: Experimentos didáticos. Ensino de Física. Materiais Didáticos. Kits Experimentais.

ABSTRACT

This is a study of the potential of experimental kits, kits with different designs have been described and analyzed, a catalog of these materials has been built, which aims to serve as a guide for teachers interested in low-cost experimentation, using these tools or the inspiration that may arise from the access to it's content. The kits that were used in this study are present in the LAPEMID collection, a photographic record has been built and is available online, which makes access to these resources much easier and more comprehensive. In this term paper there are reflections on the conceptual quality of these materials and on the didactic conceptions that guided its creation, there is also a conceptual study on the photoelectric effect, the subject of one of the kits analyzed, and some reflections on the role of experimentation for teaching.

Key-Words: Didactic experiments. Physics Teaching. Teaching materials. Experimental Kits

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.	9
2. OBJETIVOS	10
3. ANÁLISE DAS VERTENTES EDUCACIONAIS	12
4. A EXPERIMENTAÇÃO PARA A CIÊNCIA E PARA O ENSINO	13
5. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	16
5.1. PERCURSO METODOLÓGICO	16
6. ALGUNS KITS EM FOCO	18
6.1. Kit em forma de livro: Segredo das ilusões de óptica:	21
6.2. Kit “Descobrimos a eletricidade”	25
6.3. Kit “Einstein” da coletânea “Os cientistas”.	30
7. UMA ANÁLISE DOS CONTEÚDOS DO KIT EINSTEIN	42
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
9. REFERÊNCIAS	47
APÊNDICE A - Catálogo dos kits experimentais.	48

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Exemplo de kit experimental, conjunto da Coleção “Os Cientistas”	8
Fotografia 2 – Exemplo de kit experimental, conjunto da Olimpíada Brasileira de Física	8
Fotografia 3 – Manual do kit “Einstein” da coletânea “Os cientistas”	12
Fotografia 4 – Conteúdo do kit experimental “Faraday” também da coletânea “os cientistas”	12
Fotografia 5 – Detalhe de um dos componentes dos kits.	13
Fotografia 6 – Capa do livro kit	16
Fotografia 7 – Estrutura do livro kit. Além de uma parte escrita, há um pequeno reservatório para materiais que serão referenciados no corpo do livro.	17
Fotografia 8 – Porção “livro” do livro kit	17
Fotografia 9 – Exemplo de ilusão de ótica descrita e visualmente demonstrada pelo livro kit.	18
Fotografia 10 – Transparências que serão utilizadas para o estudo de interferência	19
Fotografia 11 – Pião que será utilizado em estudo da interferência de imagens por rotação	19
Fotografia 12 – Discos que devem ser utilizados sobre a base pião	20
Fotografia 13 – Kit “Descobrimos a Eletricidades” produzido pela LaborCiência	21
Fotografia 14 – Kit permite a realização de observações com experimentos de eletrostática.	21
Fotografia 15 – Capa do fascículo traz em destaque uma imagem do cientista estudado no kit	25
Fotografia 16 – Imagem artística presente no Fascículo	26
Fotografia 17 – Exemplo de “janela” ilustrativa inserida no texto principal, apresentando uma câmara de bolhas.	26
Fotografia 18 – Caixa aberta contendo o material experimental	33
Fotografia 19 – Material utilizado na construção do eletroscópio.	33
Fotografia 20 – Discos com diferentes metais (grafado em relevo) para observação do efeito fotoelétrico.	34
Fotografia 21 – Filtros coloridos para verificações no experimento do efeito fotoelétrico.	34

ÍNDICE DE IMAGENS

Imagem 1 - Fac-símile da Planilha criada para a catalogação dos kits	13
Imagem 2 – Instrução de montagem do eletroscópio.	22
Imagem 3 - Atividade com o eletroscópio	23
Imagem 4 - Observação com o Frasco elétrico	23
Imagem 5 - Outras atividades com o frasco elétrico.	24
Imagem 6 - Ao final do manual encontram-se comentários sobre as atividades.	24
Imagem 7 - Primeira página do manual de orientação dos experimentos	28
Imagem 8 - Descrição da forma como o material deve ser utilizado e “decifrador”.	28
Imagem 9 - Primeiro experimento sugerido pelo manual, com a eletrização por atrito.	29
Imagem 10 - Na página seguinte, pergunta ao leitor e explica o que foi observado.	29
Imagem 11 - Continuação da fundamentação teórica do primeiro experimento, descrição do próximo experimento.	30
Imagem 12 - Montagem do eletroscópio, indicando a própria caixa como suporte.	31
Imagem 13 - Esquema explicativo a respeito da carga do eletroscópio presente no manual	31
Imagem 14 - Montagem do aparato experimental para a visualização do efeito fotoelétrico.	32

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Características dos três kits experimentais escolhidos para essa análise	14
Quadro 2 - Características de apresentação do material dos kits escolhidos para análise	15

realização destes e alguma forma de fundamentação teórica a respeito dos fenômenos observados em sua execução.

Um exemplo de kits compactos e de custo reduzido é a coletânea “Os cientistas” produzida na década de 1970 pela FUNBEC¹ – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências – em parceria com a editora Abril. Constituíam-se em kits de experimentos simples, acondicionados em pequenas caixas de isopor e inspirados em trabalhos de cientistas de renome histórico. O conjunto compreendia um manual de experimentação e um livreto sobre o cientista que dava nome à caixa.

O presente projeto estudou kits como esses e outros semelhantes, procurando caracterizá-los e categorizá-los de acordo com a área de estudo, época de desenvolvimento e custo. Pretende-se também, por meio de uma análise qualitativa, com revisão da literatura acadêmica, discutir algumas possibilidades desses instrumentos didáticos.

Houve levantamento e catalogação de kits, que foram fotografados e compuseram uma biblioteca virtual do material estudado. Com o conhecimento construído com esse estudo, ao final do projeto, elaborou-se um banco de dados sobre kits experimentais para Ensino de Física, que está disponível por meio do acervo do Laboratório de Prática de Ensino, Materiais e Instrumentação Didática (LaPEMID - CEAPLA IGCE – UNESP).

¹ A FUNBEC foi criada em 1967 para desenvolver projetos educacionais para a renovação e atualização do ensino de ciências. A fundação produziu textos para o ensino médio em várias disciplinas científicas, materiais e cursos para formação em serviço; tinha como objetivo capacitar professores para o Ensino de Ciências, sempre com ênfase na prática e na experimentação.

2. OBJETIVOS

Com o presente trabalho pretendeu-se:

1. Identificar kits didáticos de natureza experimental para o Ensino de Física;
 - a. Caracterizar os conteúdos dos kits;
 - b. Identificar concepções didáticas que nortearam a construção desses recursos;
 - c. Avaliar qualitativamente os kits tendo como base a integridade dos conceitos físicos e as perspectivas de ensino;
2. Realizar pesquisa bibliográfica e documental sobre as temáticas em estudo;
3. Eleger um dos kits para estudo conceitual de Física, aprofundando aspectos teóricos e educacionais;
4. Constituir, com os materiais estudados, um Banco de Dados junto ao LaPEMID (CEAPLA IGCE UNESP) como acervo digital de kits experimentais para o Ensino de Física.

3. ANÁLISE DAS VERTENTES EDUCACIONAIS

Segundo Moreira (2011) teorias de aprendizagem são construções de diversos autores para interpretar como e o que leva ao aprendizado, dada a sua definição tão abrangente, teorias de aprendizagem podem ter várias formas, abrangendo desde teorias de desenvolvimento cognitivo, até teorias psicológicas que de alguma forma envolvem como ocorre a incorporação de conceitos pelo ser humano.

A criação de materiais didáticos envolve planejamento por parte de seus desenvolvedores, tal planejamento é conduzido de acordo com as crenças destes a respeito de como se dá o processo de aprendizagem, sejam estas crenças estruturadas pelo contato com teorias de aprendizagem ou não. Tendo acesso aos kits experimentais, procuramos observar se sua apresentação final revela algo a respeito de como se deu a sua idealização.

O foco desta análise está na tentativa de enquadrar os dois kits descritos anteriormente em alguma, algumas ou nenhuma das três filosofias subjacentes das teorias de aprendizagem descritas por Moreira (2011), para isso os próximos parágrafos descrevem o comportamentalismo, o cognitivismo (e no construtivismo derivado deste) e o humanismo.

Um dos principais elementos estruturantes do comportamentalismo é a ideia de que é a frequência de atitudes e respostas de indivíduos está diretamente relacionada com as consequências dessas atitudes e respostas, portanto o controle do comportamento é exercido por meio do controle das consequências, neste ramo filosófico não há preocupação com os elementos não observáveis que ocorrem dentro da mente do indivíduo. As construções que partem dessa filosofia estão focadas em gerar estímulos positivos e negativos a comportamentos a serem encorajados e desestimulados, respectivamente, e em medir respostas observáveis de aprendizado.

Já o cognitivismo tem como foco principal aquilo que é descartado pelo comportamentalismo, os processos cognitivos que acontecem na mente do indivíduo, uma derivação do cognitivismo é o construtivismo que assume que os eventos e objetos são interpretados pelo ser que os conhece e que este ser possui inevitavelmente um papel ativo na construção destes conceitos em sua estrutura cognitiva. É marcante nas teorias construtivistas a preocupação com elementos

envolvidos na cognição, e como estes podem ser estruturados de forma a levar a uma aprendizagem de melhor qualidade.

O humanismo procura enxergar o aprendiz como uma pessoa, que possui sentimentos, e tem como objetivo principal auxiliar na auto realização desse aprendiz, o aprendizado nesta vertente, não ocorre em um nível estritamente intelectual, ele é algo que ocorre nas dimensões afetivas, cognitivas e das ações integradamente. É dessa vertente que deriva a ideia de ensino centrado no aluno e as escolas abertas, em que os conteúdos a serem estudados são escolhidos pelos alunos e o papel do professor é apoiá-los em suas buscas.

Ao observar o Livro kit, Segredo das ilusões de ótica, dois elementos chamam a atenção por parecerem se relacionar com a filosofia humanista, o fato de sua preocupação principal residir no fascínio que este pode causar no leitor e a estrutura não diretiva da condução dos experimentos. Nesse kit não há preocupação com quantificar as respostas dos experimentos e o próprio tema do kit envolve a natureza subjetiva das percepções humanas.

No kit “Einstein” da coletânea “os cientistas”, é fácil observar na condução dos experimentos que ocorre no manual elementos comportamentalistas, as respostas são rigorosamente definidas e os conceitos são compartimentalizados em blocos a serem testados periodicamente. Porém a preocupação com a história de vida do cientista apresentada no fascículo possui elementos que procuram relacionar a obra do cientista com suas dimensões afetivas, históricas e cognitivas, portanto há elementos humanistas na construção dessa parte do kit experimental.

4. A EXPERIMENTAÇÃO PARA A CIÊNCIA E PARA O ENSINO

A palavra ciência deriva do latim *scientia*, termo que designava algo como saber ou conhecimento, nossas percepções da realidade tem um caráter extremamente subjetivo, já que advém de uma mistura dos estímulos sensoriais e da construção mental que os interpreta, por mais funcional que tais percepções tenham sido para permitir que tenhamos sobrevivido como indivíduos e espécie em confronto com o ambiente, elas muitas vezes são incapazes de interpretar algum fenômeno visualizado, ou ainda induzem a uma interpretação errada da realidade.

Segundo Chalmers (1994) “por mais seguras que sejam consideradas as observações dos sentidos, sozinhas elas não servem para fornecer dados experimentais significativos para a ciência.”

Além da imprecisão de nossas percepções sensoriais, a natureza é governada por uma rede intrincada de fenômenos que combinados dificilmente podem ser visualizados independentemente, então o experimento torna-se necessário para isolar um fenômeno específico e dele extrair informações importantes de forma que só se torna possível confrontar a realidade com o advento do experimento. (CHALMERS, 1994).

Porém além de seu papel fundamental no exercício da ciência a experimentação também pode possuir um papel didático, usualmente professores veem o experimento como forma de prender a atenção dos alunos, ou ainda como forma de ensinar o método científico através da exposição dos alunos aos rigores de uma prática laboratorial (BENETTI, 2015).

Até a metade do século XX a experimentação não era parte do currículo das escolas brasileiras, o material didático era composto por livros traduzidos de cientistas estrangeiros que possuíam como características principais a grande qualidade das informações ali contidas e a inexistência de uma preocupação em trazer atividades didáticas, a preocupação principal era com o conteúdo e não com o aprendizado daqueles que utilizam o material.

Após a segunda guerra mundial, que trouxe luz ao potencial bélico construído a partir da inovação científica e com o início do ambiente competitivo originado do conflito da guerra fria e pela corrida espacial, governos viram a necessidade de um investimento sólido em inovação científica. Esse investimento deu origem a criação de materiais didáticos experimentais em grande volume e foi nessa atmosfera que os kits experimentais foram amplamente desenvolvidos.

No Brasil esse material foi introduzido pelo Instituto Brasileiro de Educação e Cultura - IBECC e através dele surgiram outras instituições tal qual a FUNBEC, que é a responsável pela criação de vários dos kits experimentais estudados nesta pesquisa, com a intenção de amparar a prática de professores das áreas científicas, porém todo este investimento não veio necessariamente acompanhado de uma mudança estruturante no ensino de ciências no Brasil, mas foi este movimento que introduziu a ideia de que a atividade experimental é extremamente importante para o ensino das áreas científicas.(BENETTI, 2015)

É interessante ressaltar que o simples contato com materiais experimentais não é suficiente para que os conceitos evidenciados sejam compreendidos, e a experimentação didática não pode se reduzir a aplicação de procedimentos pertinentes a um suposto "método científico", a experimentação pode inclusive não gerar nenhuma solicitação intelectual dos alunos se estes tiverem um papel passivo.

O ensino de ciências deve atender a três aspectos principais, ensinar a ciência em si, ou seja, permitir a incorporação dos conceitos científicos presentes nas teorias científicas, ensinar sobre a natureza da ciência, identificá-la portanto como uma construção humana sujeita a interferências sociais, econômicas e políticas e também a aquisição do domínio sobre as práticas das atividades científicas.(BENETTI, 2015)

Partindo desses pressupostos a respeito do ensino de ciências, as atividades experimentais didáticas seriam mais sabiamente utilizadas com o acompanhamento de um professor que as utilize como ferramenta para gerar questionamentos, debates e elaborações dos próprios alunos e esteja presente para ajudá-los nas construções que estes farão a respeito da busca pela verdade científica.

5. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Este trabalho, baseando-se nas ideias de Gonsalves (2007), pode ser caracterizado como:

Uma pesquisa exploratória e descritiva, segundo seus objetivos, exploratória por ser uma primeira aproximação a um determinado foco de estudo, sendo uma pesquisa de base que dará suporte a estudos posteriores mais aprofundados sobre seu tema, e descritiva porque objetiva enunciar as características do objeto de estudo.

Segundo seus procedimentos de coleta e fontes de informação, esta pesquisa é classificada como documental e bibliográfica; documental por concentrar-se nos kits didáticos, estes sendo fontes primárias, e bibliográfica pela necessidade de construção de um arcabouço teórico para orientar a análise aplicada aos kits.

A natureza dos dados dessa pesquisa implica que esta seja denominada qualitativa, já que estes buscam a compreensão do objeto de estudo por meio de uma observação crítica, e não tem como objetivo apresentar uma análise estatística de algo a ser quantificado.

5.1. PERCURSO METODOLÓGICO

O primeiro passo de trabalho foi a identificação de kits didáticos experimentais, já existiam kits didáticos presentes no acervo do LAPEMID que integraram o trabalho.

Em posse dos kits, foram estabelecidas algumas formas de registro:

- 1) O conteúdo destes foi fotografado, para que pudessem ser catalogados.
- 2) Manuais e partes escritas foram digitalizadas.
- 3) Esses registros digitais foram depositados em disco virtual.
- 4) Iniciamos um banco de dados.

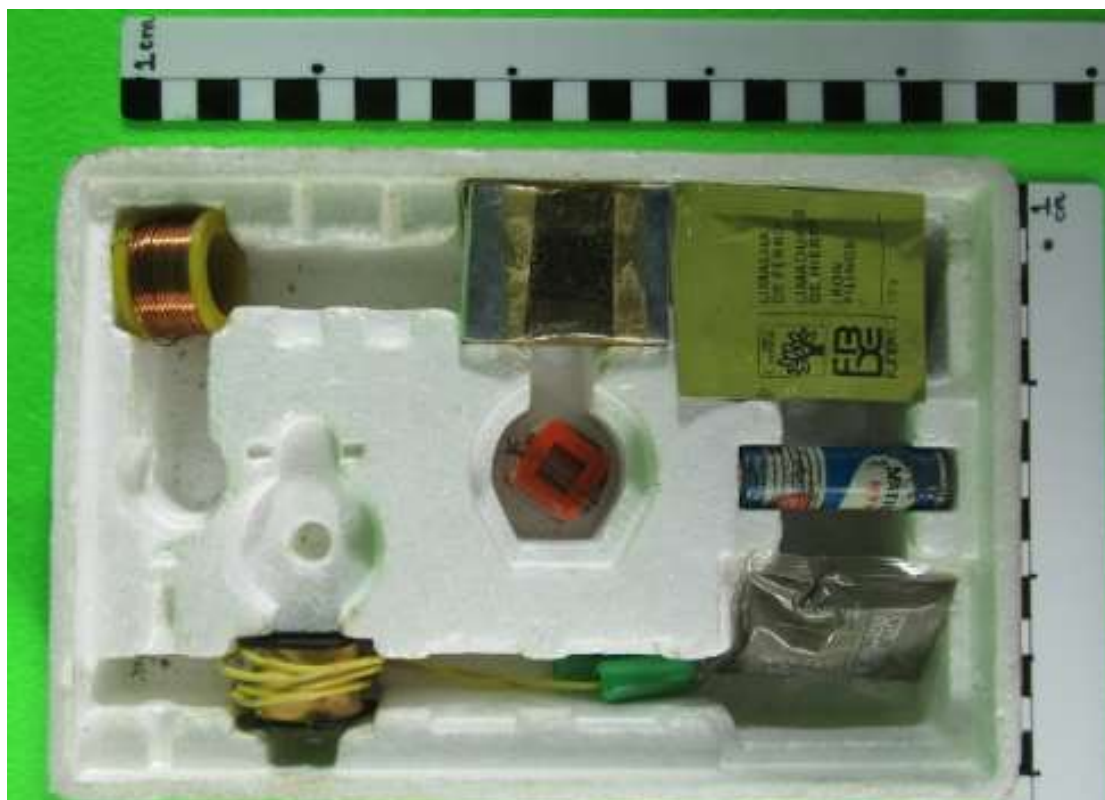
O conteúdo dos kits foi fotografado utilizando réguas graduadas em centímetros, para que seja possível imaginar seu tamanho, foram fotografados tanto as peças do kit juntas, quanto separadas.

Fotografia 3 - manual do kit "Einstein" da coletânea "Os cientistas"



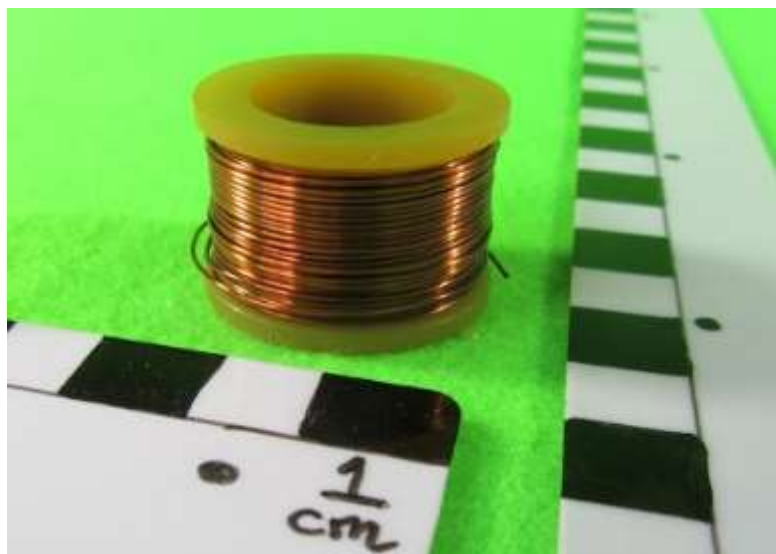
Fonte: Lapemid

Fotografia 4 - conteúdo do kit experimental "Faraday" também da coletânea "os cientistas"



Fonte: Lapemid

Fotografia 5 - Detalhe de um dos componentes dos kits.



Fonte: Lapemid

Para o banco de dados foram elaboradas categorias relevantes para a análise dos kits, categorias tais como nome do kit, data de lançamento, faixa de preço, coletânea a qual pertence, área de estudo do kit, tópico estudado, acuidade teórica do manual, vertente educacional. Essas categorias foram dispostas em um planilha para serem preenchidas após a análise cuidadosa do material.

Imagem 1 - Fac-símile da Planilha criada para a catalogação dos kits

Nome do kit	Empresa	Data de lançamento	Preço atualizado	Coletânea	Área de Estudo	Tópico Estudado
Descobrimos a eletricidade	Laborciência / Fundação Patrimônio	2002	?		Elétrica	Eletrostática
Einstein	Funbec / Abril	1972	88,77	Os cientistas	Quântica	Efeito Fotoelétrico
Faraday	Funbec / Abril	1972	88,77	Os cientistas	Elétrica	Circuitos
Descartes	Funbec / Abril	1972	88,77	Os cientistas	Ótica	Refração
Arquimedes	Funbec / Abril	1972	88,77	Os cientistas	Mecânica	Empuxo
Segredos das ilusões de ótica	Melhoramentos	1995	?		?	Ilusões de ótica
Kit Experimental da Olimpíada Brasileira de Física	SBF	2010	Gratuito		Várias	Empuxo, Lei de Hooke

Para estudar os conteúdos teóricos recorreremos a textos de física (Gaspar, Tipler, Hewitt) e de educação (Moreira).

6. ALGUNS KITS EM FOCO

Nesta parte do trabalho houve aprofundamento no estudo de três kits experimentais com diferenças cuja comparação pareceu mais interessante por se tratar de materiais vendidos diretamente ao usuário:

- Os Cientistas: um desses kits (Einstein) trata do tópico em física que foi eleito para aprofundamento (Efeito fotoelétrico)
- Livro kit: o outro kit (Segredo das ilusões de ótica) possui uma abordagem didática inusual.
- “Descobrimos a eletricidade”: materiais experimentais simples com experimentos de eletrostática

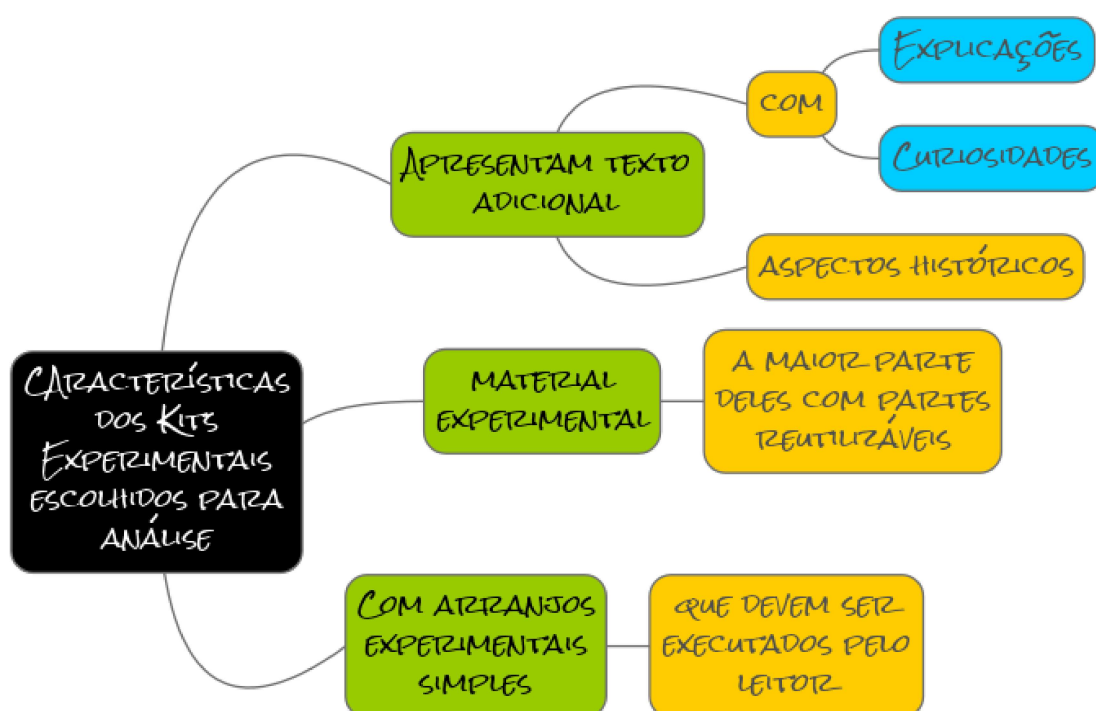
Na escolha dessa amostra para análise consideramos as seguintes características expostas nos quadros a seguir

Quadro 1 - Características dos três kits experimentais escolhidos para essa análise



Os kits escolhidos para a análise possuem algumas características em comum, eles eram fáceis de se adquirir no momento em que foram lançados, eram comprados em livrarias, bancas de jornal e museus de ciência e foram concebidos para serem usados de forma autônoma, todos possuem instruções que se dirigiam a leitores leigos, não foram concebidos para serem usados por um professor.

Quadro 2 - Características de apresentação do material dos kits escolhidos para análise



Esses kits também possuem detalhes semelhantes em sua estrutura, todos contêm textos auxiliares que trazem fundamentação teórica e/ou curiosidades a respeito dos tópicos de estudo e procuram trazer aspectos históricos. Os materiais experimentais contidos nesses kits foram dimensionados para serem utilizados mais de uma vez e os arranjos experimentais presentes são de fácil montagem.

A descrição e análise desses materiais serve de exemplo para ilustrar o processo de desenvolvimento do catálogo dos kits.

6.1. Kit em forma de livro: Segredo das ilusões de óptica:

Esse kit experimental tem como temática ilusões de ótica e até sua estrutura remete ao tema, já que possui a forma de um livro, porém contém uma gaveta na qual se encontram guardados os materiais que serão utilizados para a experimentação proposta. O conteúdo da “porção livro” do livro kit é extremamente visual, já que traz exemplos impressos das ilusões de ótica das quais está recorrendo.

O link para acesso do material fotografado em nosso banco de dados é:

<https://drive.google.com/drive/folders/1mJ9O4yltPRbo8qbp5MfSpgDVFfsqFbE?usp=sharing>

Fotografia 6 - Capa do livro kit



Fonte: Lapemid

Fotografia 7 - Estrutura do livro kit. Além de uma parte escrita, há um pequeno reservatório para materiais que serão referenciados no corpo do livro.



Fonte: Lapemid

Fotografia 8 - Porção “livro” do livro kit



Fonte: Lapemid

O primeiro tópico abordado pelo texto é o fato de que a visão é um processo que envolve não apenas os olhos, mas o cérebro e que uma boa parte de nossas percepções visuais são na verdade dependentes de interpretações aprendidas, e não apenas geradas pelas formas captadas pelos olhos. Após estabelecer esse pressuposto, o kit começa a enumerar diferentes formas de ilusão que podem acontecer devido a natureza subjetiva de nossa visão, cada forma apresentada vem acompanhada de exemplos impressos junto ao texto.

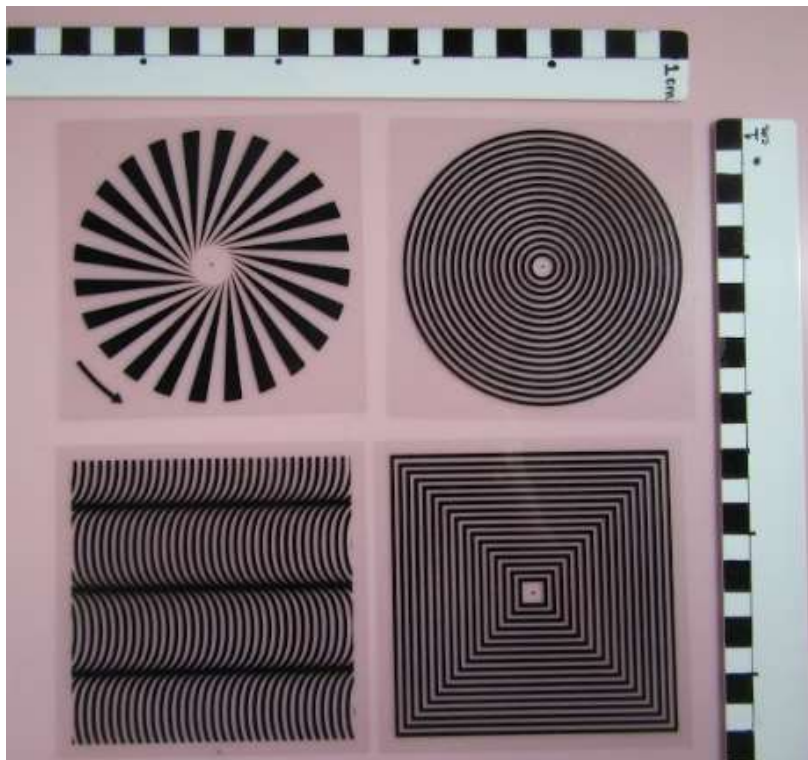
Fotografia 9 - Exemplo de ilusão de ótica descrita e visualmente demonstrada pelo livro kit.



Fonte: Lapemid

Além de paisagens que parecem compor outras formas, o livro traz exemplos de formas que são geradas pelo contorno de um desenho, composições de uma forma que são geradas por inúmeras outras formas, ilusões dadas por diferentes perspectivas e pontos de foco, ilusões geométricas, camuflagens, ilusões por comparação, perspectivas e objetos impossíveis, imagens fantasma, e ao final sugere ao usuário que manipule o material experimental, material este que é composto por imagens impressas em transparências, um pião que possui a capacidade de portar um disco e diferentes discos que quando girados com o pião produzem ilusões de ótica.

Fotografia 10 - Transparências que serão utilizadas para o estudo de interferência



Fonte: Lapemid

Fotografia 11 - Pião que será utilizado em estudo da interferência de imagens por rotação.



Fonte: Lapemid

Fotografia 12 - Discos que devem ser utilizados sobre a base pião



Fonte: Lapemid

6.2. Kit “Descobrindo a eletricidade”

Kit de nome “Descobrindo a eletricidade”, o material didático é composto por duas partes:

- 1) Um manual de instruções para a realização de experimentos de eletrostática.
- 2) O kit experimental, que contém o material para realização desses experimentos.

O link para acesso do material fotografado em nosso banco de dados é

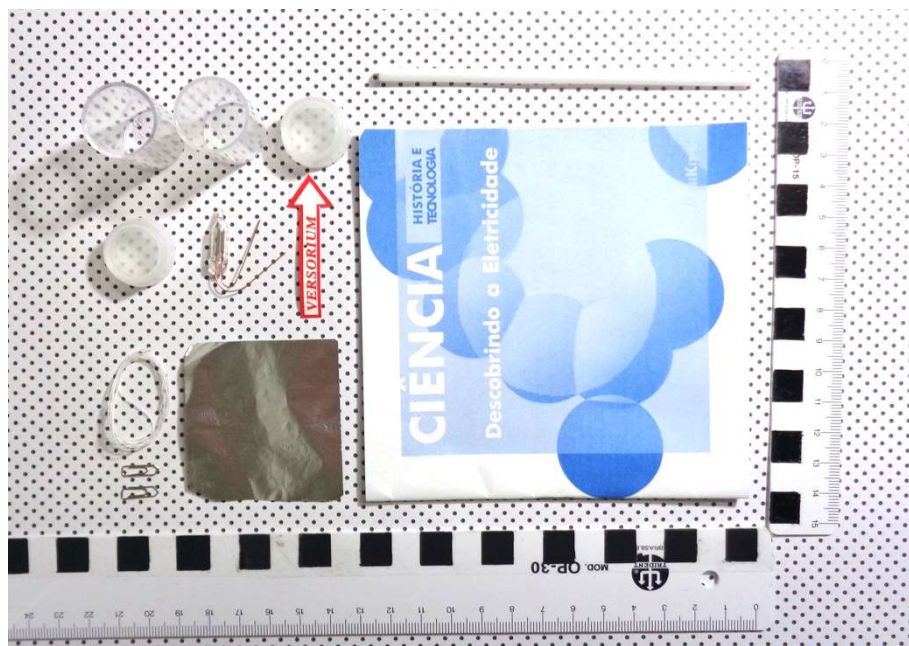
<https://drive.google.com/drive/folders/1BLuofry1AajiBM20o2RJ5APuFMMWiRBP?usp=sharing>

Fotografia 13 - Kit "Descobrindo a Eletricidades" produzido pela LaborCiência



Fonte: Lapemid

Fotografia 14 - Kit permite a realização de observações com experimentos de eletrostática



Fonte: Lapemid

Descrição do manual:

O manual possui um texto introdutório que discute como a eletricidade esteve presente no imaginário humano desde a antiguidade e que é por seu domínio que grande parte da tecnologia moderna se tornou possível.

Logo em seguida o manual sugere o primeiro experimento, atrair pedaços de papel alumínio cortado com um bastão eletrizado, é mencionado que tal fenômeno a ser observado foi provavelmente experimentado por Tales de Mileto.

Conteúdo do kit:

Em seguida é sugerida a construção de um versorium de Gilbert, que consiste em amarrar a seta de papel e o fio presente no kit, o usuário deve aproximar tal aparato do bastão eletrizado, o manual sugere que sejam feitas anotações a respeito do que foi observado.

O próximo passo envolve a construção de um eletroscópio de folhas, o manual explica que esse é um aparato que permite visualizar as manifestações da eletricidade. O eletroscópio deve ser construído com a utilização de um dos potes presente no kit, um clip de papel e duas folhas de papel alumínio.

Imagem 2 – Instrução de montagem do eletroscópio.



Fonte: Lapemid

A terceira atividade envolve atritar o bastão de forma a carregá-lo eletricamente e colocá-lo perto do eletroscópio, novamente o manual sugere que o usuário tome notas.

Imagem 3 - Atividade com o eletroscópio



Fonte: Lapemid

Nesse momento o manual deixa de lado o eletroscópio e propõe a montagem de um novo aparato experimental, um frasco elétrico, que consiste de uma lâmpada gás neon contida em um frasco de plástico com um dos terminais exposto e o outro envolto em uma esfera de papel alumínio.

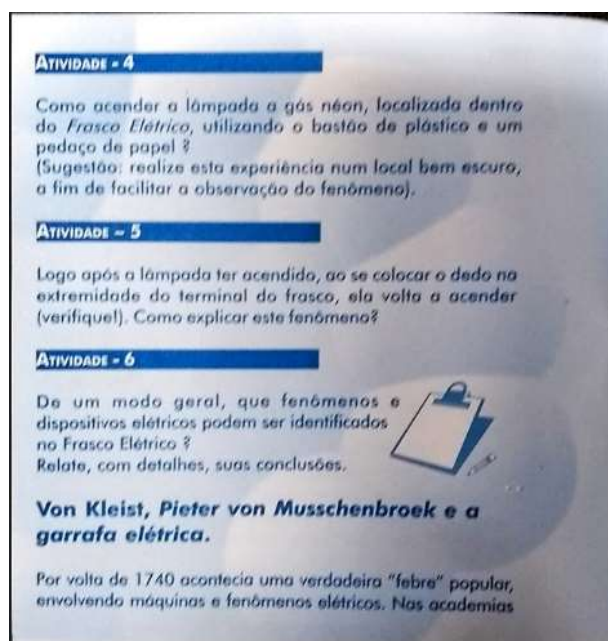
Imagem 4 - Observação com o Frasco elétrico



Fonte: Lapemid

O manual sugere três atividades para serem realizadas com o frasco elétrico, primeiro ele questiona o usuário a respeito de como este poderia acender a lâmpada utilizando as peças do kit, em seguida diz que após a lâmpada ter sido acendida, se o usuário tocar o terminal exposto da lâmpada, esta voltará a se acender por um breve momento, e finalmente é sugerido que o usuário reflita e relate os fenômenos observados.

Imagem 5 - Outras atividades com o frasco elétrico.

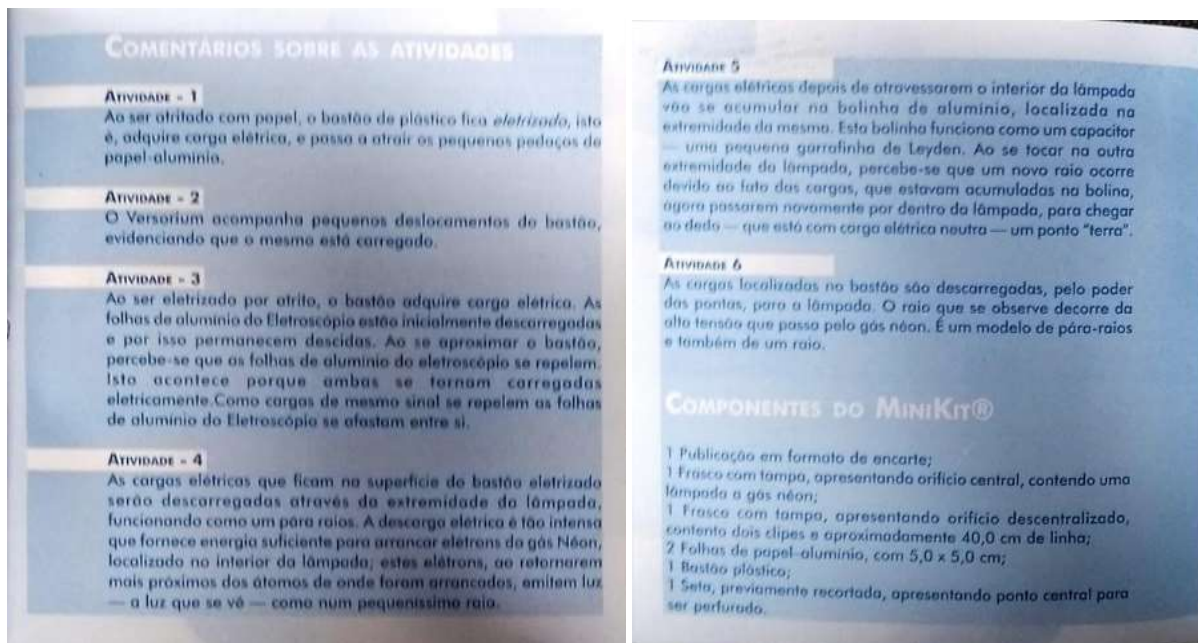


Fonte: Lapemid

Nesse momento o manual traz a história de origem do primeiro capacitor e também comenta a visão de Benjamin Franklin a respeito do caráter fluido da eletricidade e da definição de cargas elétricas positivas e negativas. A última atividade sugerida pelo kit é uma pesquisa a ser realizada pelo usuário sobre os tópicos estudados.

Ao final do manual há um breve comentário sobre cada atividade realizada, fundamentando teoricamente o que foi observado pelo usuário, existe também uma lista das peças do kit.

Imagem 6 - Ao final do manual encontram-se comentários sobre as atividades.



Fonte: Lapemid

6.3. Kit “Einstein” da coletânea “Os cientistas”.

Kit de nome “Einstein” da coletânea “Os Cientistas: A grande aventura da descoberta científica”, o material didático é composto por três partes:

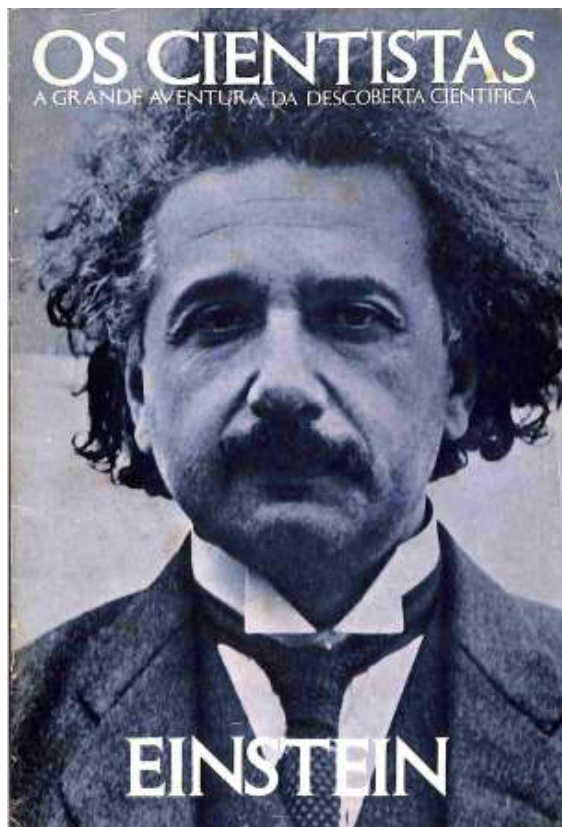
- 1) Um fascículo que traz um pouco da história de vida e da carreira de Albert Einstein.
- 2) O kit experimental, que contém o material para realização de experimentos relacionados com o efeito fotoelétrico, descoberto por Einstein.
- 3) Um manual para a realização de tais experimentos.

O link para acesso do material fotografado em nosso banco de dados é:

https://drive.google.com/drive/folders/1rZN-V5-Ce0072spXO13CtHK_G1-rcByi?usp=sharing

A estrutura do fascículo é composta por um texto principal e por várias janelas de texto permeando o texto principal que contém breves descrições de conceitos presentes ou relacionados com as teorias de Einstein. Existem ainda imagens distribuídas ao longo do livreto.

Fotografia 15 - Capa do fascículo traz em destaque uma imagem do cientista estudado no kit



Fonte: Lapemid

Fotografia 16 - Imagem artística presente no Fascículo



Fonte: Lapemid

Fotografia 17 - Exemplo de “janela” ilustrativa inserida no texto principal, apresentando uma câmara de bolhas.

*Nos primeiros anos após a
formulação da Teoria
da Relatividade Restrita,
a observação experimental de
seus postulados era
muito difícil. Hoje, contudo,
aparelhos como a câmara de
bolhas (à direita) permitem
analisar cuidadosamente tais
fenômenos ao nível
das partículas subatômicas.*

*Grandes engenhos, como o
desintegrador atômico da
Universidade da Califórnia
(abaixo), permitem acelerar
partículas nucleares
eletricamente carregadas,
até que alcancem velocidades
próximas à da luz.
Isso é fundamental para o
estudo de determinados tipos
de fenômenos relativísticos.*



Fonte: Lapemid

O Fascículo começa descrevendo o cenário da época e local em que Einstein nasceu, fala ainda da fama de aluno "mediocre" de Einstein, do seu desprezo para com a aprendizagem mecânica e de seu fascínio por ciência desencadeado na infância pelo contato que teve com uma bússola, o fascículo ainda conta com uma citação do cientista descrevendo o episódio com a bússola. O texto segue descrevendo o crescimento tanto do fascínio de Einstein pela ciência como de sua independência intelectual, contextualiza brevemente o leitor a respeito de sua vida familiar e romântica para dar um panorama completo sobre os porquês do trajeto de sua carreira e descreve como este gostava de aprender, de forma mais profunda e conceitual, livre de exames e permeado pela ludicidade da descoberta.

A história contada no fascículo nos leva até o momento em que Einstein assume sua posição na repartição de patentes, posição em que ele concebeu a relatividade restrita, sua interpretação do efeito fotoelétrico (Assunto que é tratado no kit) e uma explicação para o movimento browniano.

O fascículo segue para uma nova seção centrada no panorama científico revolucionário da época e pontua como os trabalhos de Einstein foram importantes para a construção das novas visões acerca da natureza, nessa seção são

introduzidos conceitos como as leis de Maxwell, os experimentos de Hertz e de Michelson-Morley (fala-se também do conceito e da busca pelo éter) e a relatividade galileana.

Em seguida o texto se concentra na teoria da relatividade restrita de Einstein, traz experimentos mentais para se entender tal teoria e mostra as diferenças entre esta e sua predecessora suplantada, a relatividade de Galileu-Newton, traz a prova experimental da dilatação temporal, pela observação em aceleradores de partículas da distância percorrida pelos mésons-pi antes de sua desintegração, traz o conceito de equivalência entre massa e energia e o integra as reações nucleares utilizadas nas bombas nucleares (ao fazê-lo contextualiza brevemente o leitor a respeito do cenário geopolítico do período de criação de tais dispositivos) e dá uma breve explicação da relatividade geral.

O texto se encerra abordando a contribuição de Einstein para compreensão do efeito fotoelétrico, sua contribuição para o entendimento da natureza dual da luz (onda-partícula), um pouco do cenário científico circundante ao tópico e o fato de tal contribuição ter rendido a Einstein o prêmio Nobel.

Descrição do manual:

O manual começa enumerando e nomeando as peças que compõe o kit em uma imagem:

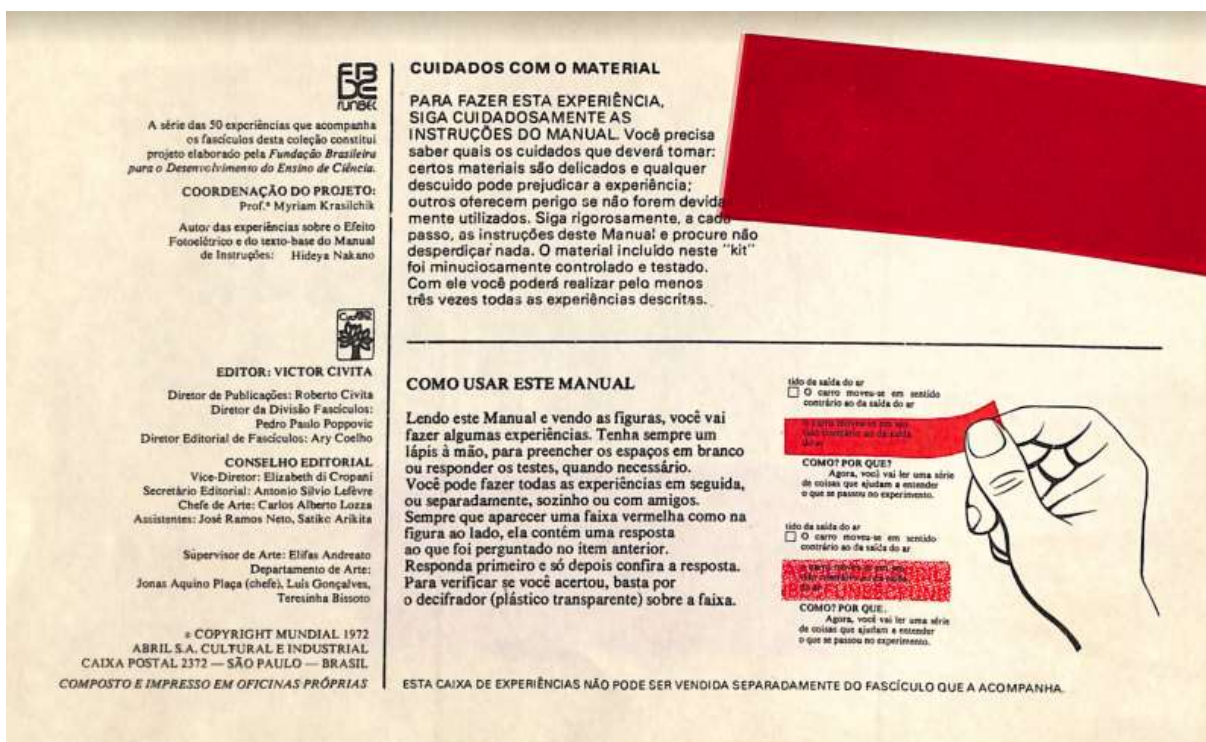
Imagem 7 - Primeira página do manual de orientação dos experimentos



Fonte: Lapemid

Logo depois da descrição do conteúdo do kit, o manual segue explicando sua dinâmica de funcionamento:

Imagem 8 - Descrição da forma como o material deve ser utilizado e "decifrador".



Fonte: Lapemid

Aqui o manual informa como o material e o manual devem ser utilizados, o kit possui todo material necessário para a realização dos experimentos, que serão sugeridos, por pelo menos três vezes e a dinâmica de perguntas e respostas com a utilização do “decifrador” de forma que será possível para o usuário do kit tentar responder as perguntas sem ter acesso as respostas, e posteriormente verificá-las.

Após a explicação sobre a proposta para o andamento do kit, o manual começa sugerindo um experimento de eletrização por atrito:

Imagem 9 - Primeiro experimento sugerido pelo manual, com a eletrização por atrito.

EXPERIMENTO A A ELETRIZAÇÃO

Certos pentes ou escovas, depois de passados nos cabelos, adquirem a propriedade de atrair objetos leves, como, por exemplo, pedacinhos de papel picado. Os antigos já conheciam esta propriedade, e a explicavam freqüentemente pela magia. Neste experimento você vai verificar o fenômeno e compreender as suas causas.

Material Utilizado: régua de acetato.
Material Suplementar: folhas de papel comum, por exemplo, de caderno escolar.

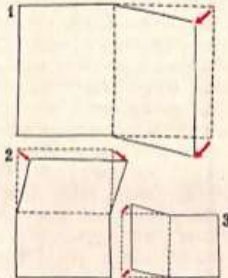
MONTAGEM A-1

1 Pegue uma folha de papel. Rasgue-a várias vezes até obter pedacinhos de papel picado (bem pequenos). Coloque o papel picado sobre uma mesa.

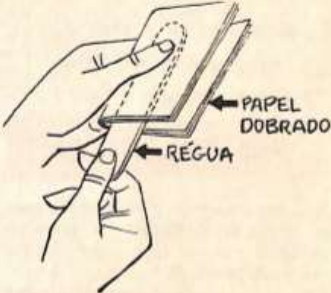


PAPEL PICADO

2 Dobre ao meio outra folha de papel. Em seguida, dobre-a mais 2 vezes.



força a **ponta da régua**, apertando o papel contra ela. Continue esfregando até sentir o papel esquentar em sua mão.



PAPEL DOBRADO
RÉGUA

2



RÉGUA
PAPEL PICADO

Agora, **rapidamente**, aproxime a régua dos pedacinhos de papel.

EXPERIÊNCIA A-1

1 Coloque a régua de acetato dentro da dobra do papel e esfregue com

Fonte: Lapemid

Imagem 10 - Na página seguinte, pergunta ao leitor e explicação do que foi observado.

O QUE ACONTECEU?

Quando você aproximou a régua, alguns pedacinhos de papel:

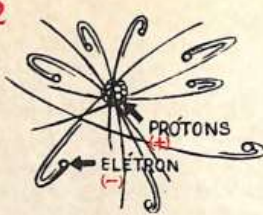
- ☐ foram atraídos pela régua
- ☐ foram repelidos pela régua
- ☐ não se moveram

Se o seu resultado não coincide com a resposta, verifique: 1) se você esfregou a **ponta** (e não o meio) da régua no papel; 2) se o papel dobrado, a régua e os pedacinhos de papel estão bem secos; se não estiverem, exponha-os ao sol durante meia hora. E repita a experiência.

COMO, POR QUE?

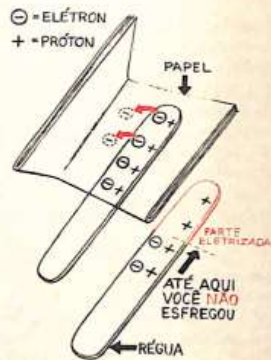
1 A régua é feita de acetato. O acetato, como todos os materiais e como todas as coisas, é formado por um número gigantesco de **ÁTOMOS**.

2



PRÓTONS
ELÉTRONS

Cada átomo, por sua vez, possui um **NÚCLEO**, onde se agrupam partículas, entre as quais os **PRÓTONS**. Em volta do núcleo circulam outras partículas, os **ELÉTRONS**, em número igual aos prótons. Essas partículas têm carga elétrica: os prótons têm carga **POSITIVA (+)** e os elétrons têm carga **NEGATIVA (-)**. Como o número de prótons e elétrons é igual, as cargas se neutralizam. Por isso se diz que um átomo é eletricamente **NEUTRO**.



$\ominus$ = ELÉTRON
 $\oplus$ = PRÓTON

PAPEL

REGUA

PARTE ELETRIZADA

ATÉ AQUI VOCÊ NÃO ESFREGOU

A régua ficou então com falta de elétrons, isto é, com excesso de prótons (+) em relação aos elétrons (-). Desta maneira, a régua ficou carregada positivamente.

Fonte: Lapemid

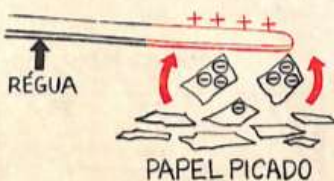
O experimento é primeiramente nomeado, há uma breve contextualização histórica, o material a ser utilizado é enumerado e em seguida o procedimento é descrito passo a passo, inclusive com a utilização de desenhos descritivos, então é realizada uma pergunta que verifica se o usuário do kit obteve o resultado esperado no experimento, o decifrador deve ser utilizado após a resposta ter sido assinalada no manual, caso o resultado não seja condizente com o esperado, o usuário é incentivado a verificar algumas possíveis causas do andamento indesejado, corrigi-las e refazer o experimento.

Logo em seguida o manual traz uma explicação conceitual a respeito do experimento sugerido, a explicação traz uma breve fundamentação teórica e uma explicação do fenômeno em si utilizando imagens descritivas junto do texto.

Imagem 11 - Continuação da fundamentação teórica do primeiro experimento, descrição do próximo experimento.

4 Sabe-se que: 1) cargas elétricas de sinais contrários se atraem (o positivo atrai o negativo e o negativo atrai o positivo); 2) cargas elétricas de mesmo sinal se repelem (o positivo repele o positivo e o negativo repele o negativo).

5 Quando você aproximou dos pedacinhos de papel a ponta da régua carregada positivamente (+), aconteceu o seguinte: alguns elétrons (-) dos pedacinhos de papel foram atraídos pela carga positiva (+) da régua. Como os elétrons não podem sair dos pedacinhos de papel, os pedacinhos de papel é que foram atraídos pela régua.



RÉGUA
PAPEL PICADO

CONCLUSÃO

Esfregando a régua no papel, ela fica carregada eletricamente, isto é, **eletrizada**. A carga que a régua adquire é **positiva (+)**.

**EXPERIMENTO B
O ELETROSCÓPIO**

O eletroscópio é um instrumento que indica quando um corpo está eletrizado, isto é, carregado eletricamente. Você vai montar um eletroscópio com a própria caixa do seu kit. Para fazer este experimento, escolha um lugar sombreado e sem vento (dentro de casa).

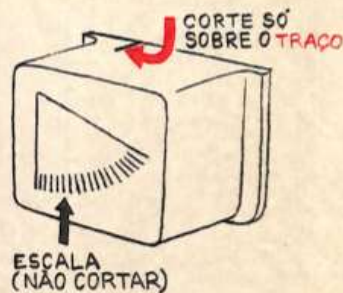
Material Utilizado: caixa do kit vazia; suporte; folha de alumínio; visor.

Material Suplementar: folhas de papel comum; 1 folha de papel transparente; tesoura; alfinete de costura; 1 gilete; lápis para anotações.

MONTAGEM B-1

1 Na **parte de cima** do visor existe um pequeno traço marcado em relevo. Usando uma tesoura, você deve cortar o visor **apenas neste traço marcado**. É um corte pequeno, de apenas 1 cm.

CUIDADO: não confundir esta marca com a escala gravada na frente do visor.

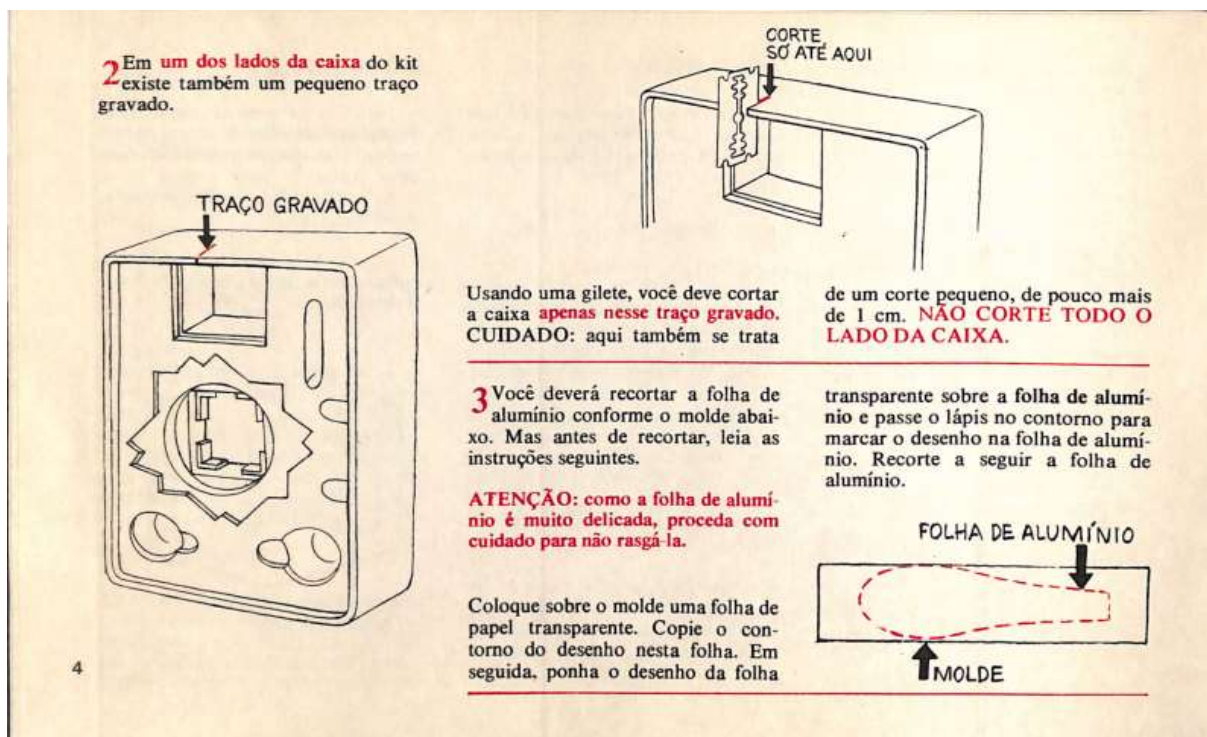


CORTE SÓ SOBRE O TRAÇO
ESCALA (NÃO CORTAR)

Fonte: Lapemid

O próximo experimento sugerido pelo manual envolve a construção de um eletroscópio, este servirá de base para inúmeros experimentos que seguirão, todo processo de construção do dispositivo é descrito detalhadamente no manual, a dinâmica de desenhos explicativos continua, e o método de construção é particularmente criativo pois utiliza a geometria do isopor que abriga as peças do kit para manter o eletroscópio estável.

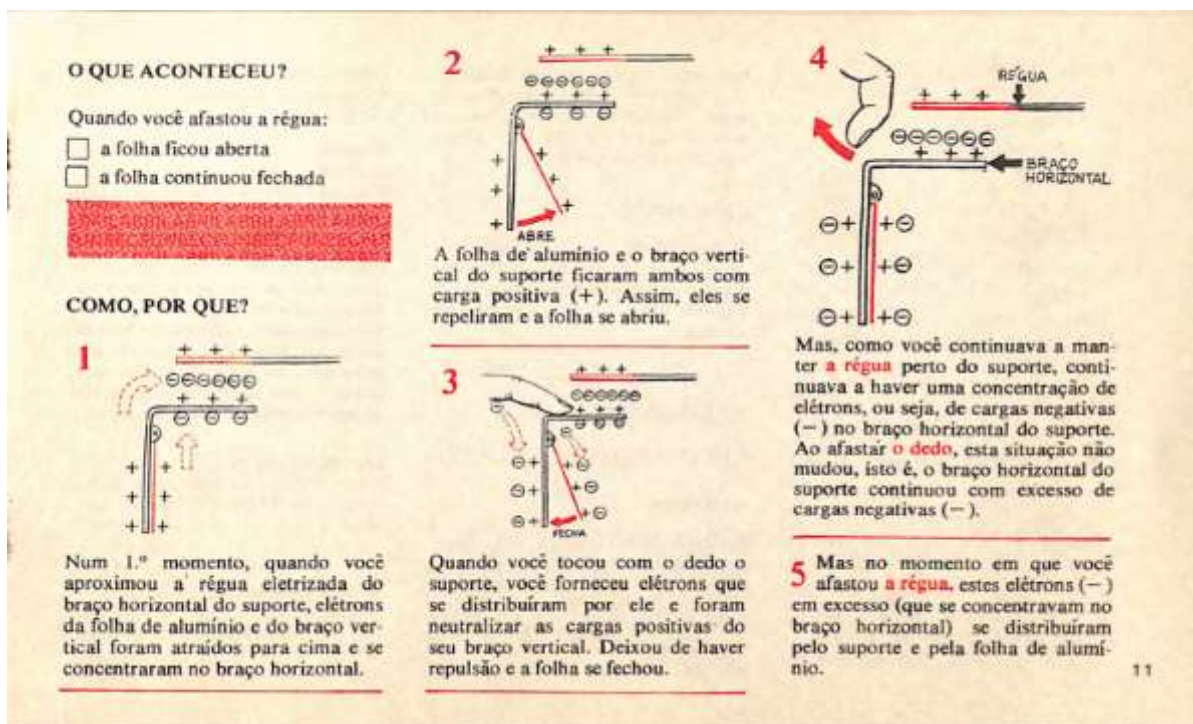
Imagem 12 - Montagem do eletroscópio, indicando a própria caixa como suporte.



Fonte: Lapemid

O manual segue sugerindo e orientando para a realização de experimentos de eletrização do eletroscópio, são descritas e explicadas (com uso de desenhos), eletrização por indução (a régua é aproximada do eletroscópio), e o “carregamento” do eletroscópio (aterrando o dispositivo no momento em que este se encontra eletrizado por indução).

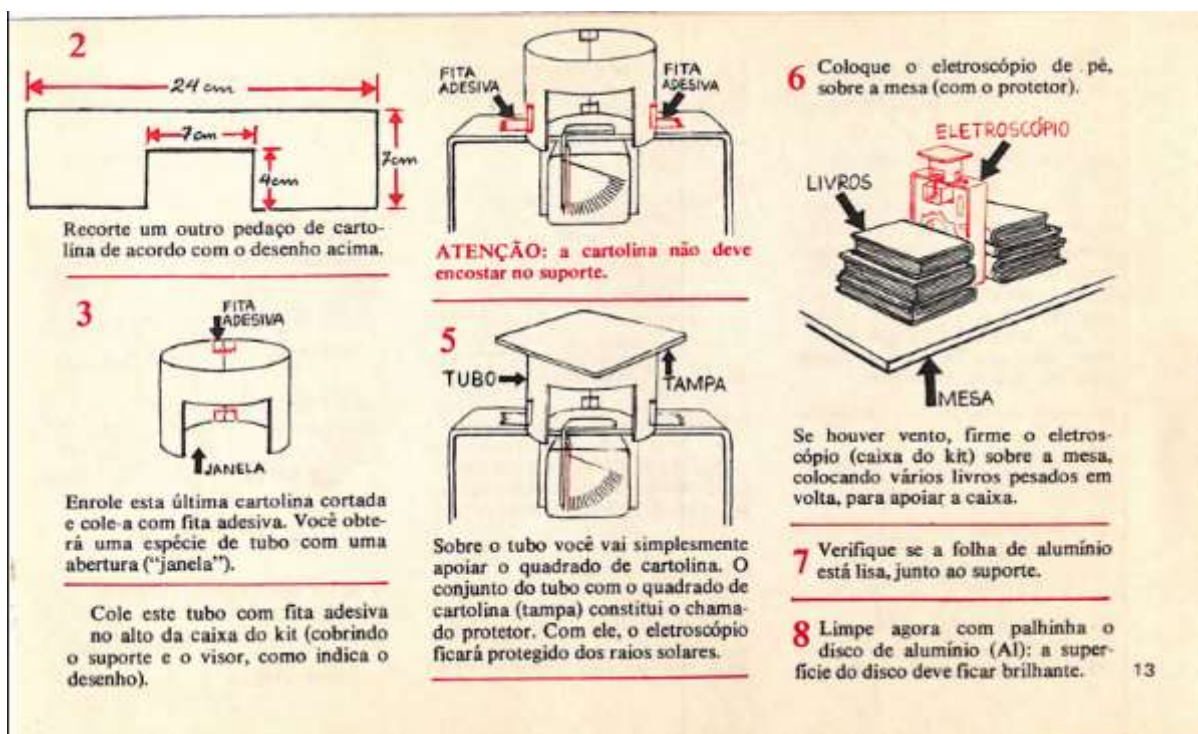
Imagem 13 - Esquema explicativo a respeito da carga do eletroscópio presente no manual.



Fonte: Lapemid

Nesse momento o manual descreve a construção do experimento principal do kit experimental, aquele concebido com o intuito de demonstrar o efeito fotoelétrico, há um esquema contendo o passo a passo da montagem do aparato experimental. O aparato utiliza um tampo de cartolina para controlar a passagem de luz solar, que irá atingir placas de cobre, alumínio, latão e zinco, que serão colocadas em diferentes momentos em contato com o eletroscópio carregado negativamente, com a incidência da luz solar nos discos metálicos, devido ao efeito fotoelétrico, haverá uma descarga mais rápida do eletroscópio em alguns metais e em outros não.

Imagem 14 - Montagem do aparato experimental para a visualização do efeito fotoelétrico.



Fonte: Lapemid

Em seguida o manual apresenta uma explicação a respeito dos efeitos observados, descrevendo de forma simplificada o efeito fotoelétrico, explica que cada metal possui uma energia específica a ser absorvida para que haja desprendimento de elétrons e ainda como tal efeito está por trás do funcionamento de células fotovoltaicas e sensores de presença, que também utilizam tais células, há ainda a sugestão de realizar o experimento utilizando os filtros coloridos presentes no kit, e uma garrafa cheia de água (que é opaca aos raios ultravioleta).

1.1.1 Fotografias do material experimental:

Fotografia 18 - Caixa aberta contendo o material experimental



Fonte: Lapemid

Fotografia 19 - Material utilizado na construção do eletroscópio.



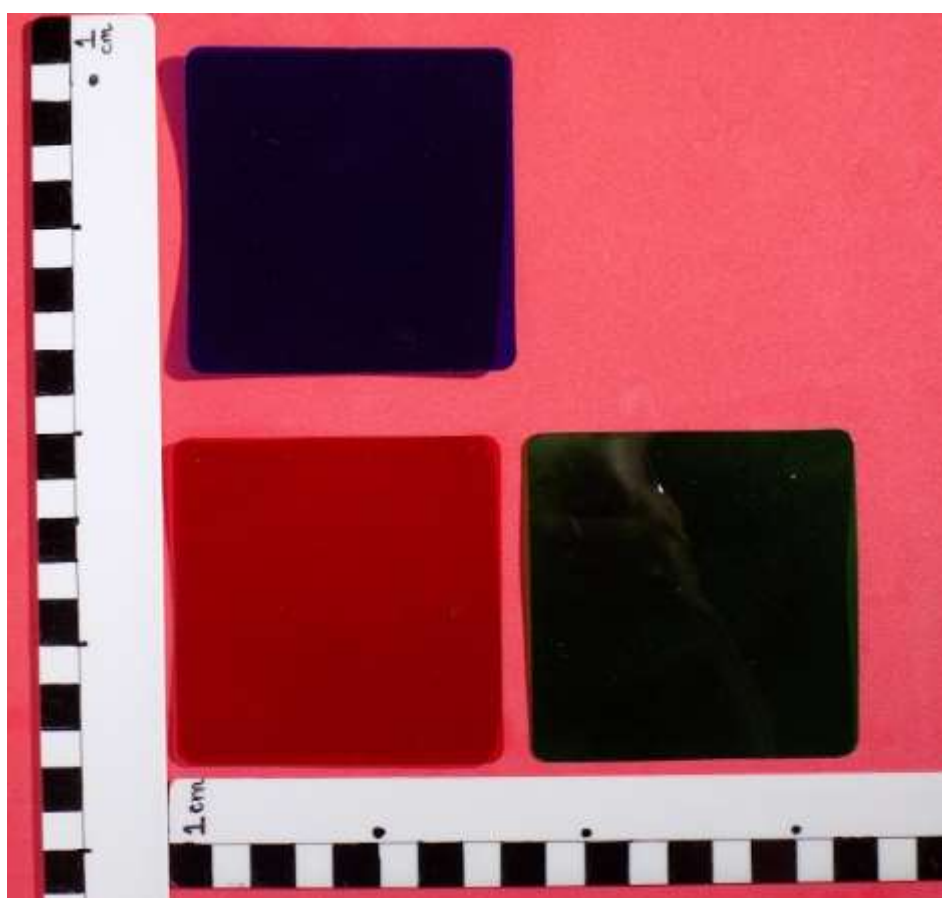
Fonte: Lapemid

Fotografia 20 - Discos com diferentes metais (grafado em relevo) para observação do efeito fotoelétrico.



Fonte: Lapemid

Fotografia 21 - Filtros coloridos para verificações no experimento do efeito fotoelétrico.



Fonte: Lapemid

7. UMA ANÁLISE DOS CONTEÚDOS DO KIT EINSTEIN

Nesta seção serão avaliados os conteúdos de física abordados no kit experimental “Einstein”. O objetivo desta análise é observar a profundidade e acuidade dos conceitos físicos descritos pelo material, explorar possíveis intervenções que enriqueceriam a atividade experimental e apontar possíveis erros conceituais.

O manual do kit começa sugerindo a execução de um experimento de eletrização por atrito, após a realização do experimento o usuário do kit recebe uma contextualização do que são elétrons e prótons, porém tais partículas são apenas identificadas pela sua propriedade de carga. É interessante notar também que o modelo atômico exposto no kit é extremamente simplificado, de forma que é omitida a existência dos nêutrons e as demais características das partículas apresentadas, os elétrons são representados visualmente de forma simplificada, como esferas, e não são definidos níveis de energia.

O manual não faz comentários sobre a série triboelétrica, ele simplesmente define (corretamente) que a régua de acetato fica carregada positivamente, em seguida ele descreve a dinâmica de forças entre os sinais de cargas elétricas. Ao discorrer sobre o porque o papel é atraído pela régua, o manual não chega a comentar que a aproximação da régua induz um dipolo nos pedaços de papel, simplesmente é dito que os elétrons são atraídos pela régua.

A partir do segundo experimento será utilizado um eletroscópio, para comparar o funcionamento do eletroscópio descrito no kit experimental foi utilizado (SANTOS, 2013), o segundo experimento em si é a eletrização do eletroscópio por indução, o kit comenta corretamente que as cargas positivas na régua induzem um acúmulo de elétrons no braço horizontal que se encontra mais próximo da régua que o braço vertical e que estes elétrons são provenientes do braço vertical e da folha de alumínio, fazendo com que haja acúmulo de cargas positivas nessa região e que é por esse motivo que existe repulsão entre estes dois entes, o manual não aborda isolantes e condutores, assunto que seria necessário para entender o motivo das unidades de carga poderem se movimentar tão facilmente nos braços do eletroscópio e o mesmo não acontecer na régua ou no envoltório do eletroscópio, mas há um comentário advertindo o usuário do kit que o experimento pode falhar em caso de a umidade estar muito alta.

No terceiro experimento, será realizada a carga do eletroscópio, o usuário do kit é instruído a tocar o braço horizontal do eletroscópio enquanto estiver induzindo um acúmulo de cargas negativas nesse braço, utilizando a régua positivamente carregada, ao fazê-lo a folha de alumínio deve se aproximar do braço vertical, o manual demonstra visualmente a dinâmica das cargas desse momento, é dito que ao tocar o braço do eletroscópio elétrons fluem da mão do usuário para o braço vertical, positivamente carregado, do eletroscópio, no próximo passo, apenas após o usuário ter retirado seu dedo do braço do eletroscópio, este é orientado a afastar a régua e então o material prevê que haverá novo deslocamento da fita de papel alumínio, e explica tal fenômeno dizendo que agora há excesso de cargas negativas no eletroscópio e por tanto a folha de alumínio tende a se afastar, toda dinâmica exposta está conceitualmente correta, embora não sejam abordados conceitos como o campo elétrico e sua relação com a distância, algo que seria a chave para se entender o que aconteceu com mais profundidade.

O quarto experimento será o que irá abordar o efeito fotoelétrico, o primeiro passo para a sua realização é modificar o eletroscópio, as placas de metal que compõe o kit deverão estar em contato com o braço horizontal do eletroscópio, uma de cada vez, e também é construída uma armação de cartolina para que a entrada de luz solar (fonte de radiação ultravioleta) seja controlada, o efeito fotoelétrico será visualizado pelo usuário quando a descarga do eletroscópio for acelerada pela incidência de luz solar no disco metálico, nesse experimento o usuário também é instruído a cobrir a abertura da armação de cartolina com filtros coloridos e uma garrafa de água, o manual explica o fenômeno de descarga acelerada dizendo que a luz solar possui raios ultravioleta, que são invisíveis e que possuem energia, e que estes fornecem esta energia aos elétrons presentes nas placas de metal, e esta energia arranca os elétrons da placa causando a descarga do eletroscópio.

O material também explica o motivo do usuário conseguir observar a aceleração da descarga do eletroscópio com intensidades diferentes para cada placa de metal utilizada, dizendo que cada um dos metais possui um limiar de energia diferente para que seus elétrons sejam arrancados, o material aborda a ideia de quanta de energia dizendo que cada espécie de luz, ultravioleta ou visível, possui quantidades diferentes de energia, e que apenas a luz ultravioleta possui um pacote de energia capaz de arrancar elétrons dos metais presentes no kit, também é explicado que os raios ultravioleta são parcialmente filtrados pelos filtros coloridos e completamente bloqueados pela garrafa de água.

No material o conceito de função trabalho é abordado superficialmente, há um problema quando este assume luz ultravioleta como algo que possui uma quantidade fixa de energia, não é explorado o fato de haver um espectro diverso de frequências, e portanto de energias, que podem ser classificadas como ultravioleta, elemento que seria essencial a compreensão do diferente intensidade da aceleração da descarga do eletroscópio, dada a distribuição da composição do espectro da luz solar. Dito isso é interessante ressaltar que a ideia central de que a luz é composta por pacotes de energia e que apenas pacotes com uma determinada energia são capazes de dar origem ao fenômeno é abordada pelo kit, e é demonstrada com a utilização do filtro (garrafa de água) ultravioleta.

O kit experimental explora os conceitos físicos envolvidos no efeito fotoelétrico e em interações eletrostáticas de maneira bastante simplificada, várias ideias centrais são deixadas de lado, o que possivelmente geraria problemas de compreensão, efeito que seria acentuado devido ao material ter sido elaborado para ser auto-suficiente e não pensado para ser utilizado junto com um professor. O material, se utilizado por um professor, pode de fato demonstrar e ajudar na compreensão de diversos conceitos de eletrostática e do efeito fotoelétrico.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado permitiu conhecer mais a respeito dos kits experimentais, materiais pouco explorados na graduação, entender as motivações para a criação desses instrumentos didáticos, o momento histórico em que se deu sua origem e estes instrumentos acabaram por revelar um desfecho histórico do desenvolvimento de materiais didáticos no Brasil.

A construção do catálogo permitiu enxergar que os kits experimentais de título Faraday e Descartes da coletânea cientistas provavelmente não seriam aceitos como materiais didáticos nos dias de hoje, por conterem dinâmicas perigosas em sua concepção, também foi possível notar que os manuais dessa coletânea destoam muito dos materiais didáticos modernos, já que nas últimas décadas as dinâmicas propostas pelo comportamentalismo vêm sendo amplamente criticadas.

Embora esses materiais tenham problemas em sua concepção, estes trazem toda uma construção de possíveis práticas experimentais que podem ser exploradas por professores, tanto através da revitalização desses materiais que existem em abundância, quanto através da inspiração que o acesso ao conteúdo destes pode trazer para a prática experimental.

Nosso trabalho também revelou que não é apenas a existência de materiais experimentais que é essencial para que essa prática se torne presente e formativa no ensino básico, é a ação estratégica dos professores sobre estes materiais que permite que isso aconteça.

A elaboração do catálogo e a digitalização desses materiais são uma tentativa de facilitar o acesso de professores e alunos interessados em experimentação ao material.

9. REFERÊNCIAS

- BENETTI, B. **Conhecimentos, saberes e compreensão**. Publicação avulsa, 2004.
- BENETTI, B. Ensino de Ciências nos Anos Iniciais da Educação Básica – Possíveis Contribuições da Experimentação *in* Miguel, J. C. e Reis, M. (org) **Formação docente: perspectivas teóricas e práticas pedagógicas** – Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica. 2015.
- CHALMERS, ALAN F. **A Fabricação da ciência**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1994.
- GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de Física: Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.
- GASPAR, A. **Física: Eletromagnetismo e Física moderna**. São Paulo: Editora Ática, 2001
- GAUTHIER, C. et al. **Por uma teoria da Pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1998.
- GONSALVES, E. P. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. Campinas, SP: Alinea. 2007.
- LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. Rio de Janeiro, EPU, 2013.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo : EPU, 2011
- SANTOS, M. A. S. dos. **O eletroscópio de folhas de alumínio como instrumento de ensino dos conceitos da eletrostática**. Rio de Janeiro: UFRJ/IF, 2016.

APÊNDICE A - Catálogo dos kits experimentais.



LaPEMID
Laboratório de Prática de Ensino,
Materiais e Instrumentação Didática
CEAPLA IGCE - UNESP Rio Claro (SP)



Coleção Digital LaPEMID

Kits experimentais

Felipe Renger Ré

Fevereiro
2021

Kit em forma de livro: Segredo das ilusões de óptica:

Esse kit experimental tem como temática ilusões de ótica e até sua estrutura remete ao tema, já que possui a forma de um livro, porém contém uma gaveta na qual se encontram guardados os materiais que serão utilizados para a experimentação proposta. O conteúdo da “porção livro” do livro kit é extremamente visual, já que traz exemplos impressos das ilusões de ótica das quais está percorrendo.

O link para acesso do material fotografado em nosso banco de dados é:

<https://drive.google.com/drive/folders/1mJ9O4yltPRbo8qbp5MfSpgDVFfsqFbE?usp=sharing>

Fotografia 6 - Capa do livro kit



Fotografia 7 - Estrutura do livro kit. Além de uma parte escrita, há um pequeno reservatório para materiais que serão referenciados no corpo do livro.



Fotografia 8 - Porção “livro” do livro kit



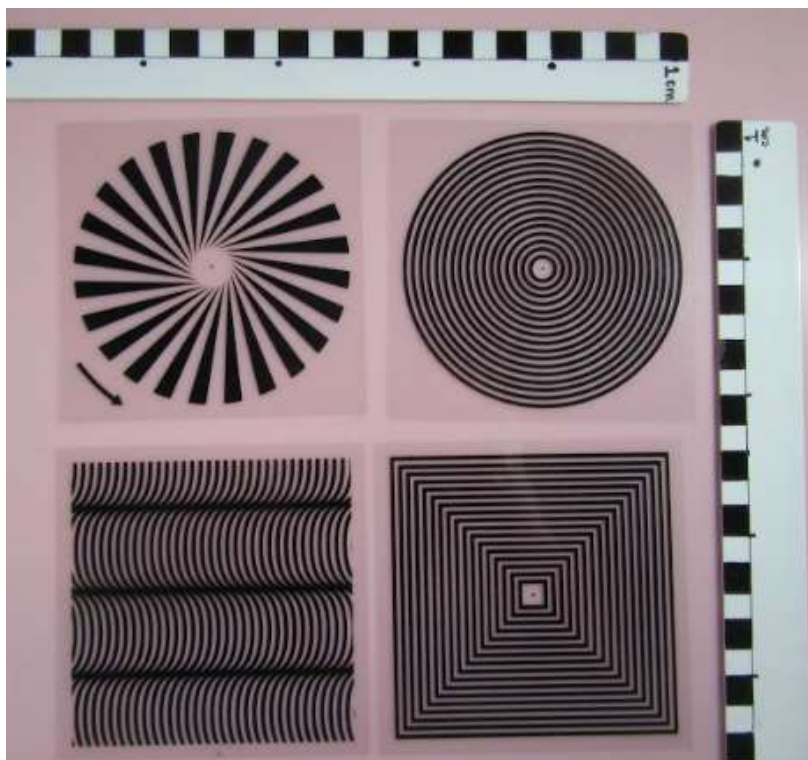
O primeiro tópico abordado pelo texto é o fato de que a visão é um processo que envolve não apenas os olhos, mas o cérebro e que uma boa parte de nossas percepções visuais são na verdade dependentes de interpretações aprendidas, e não apenas geradas pelas formas captadas pelos olhos. Após estabelecer esse pressuposto, o kit começa a enumerar diferentes formas de ilusão que podem acontecer devido a natureza subjetiva de nossa visão, cada forma apresentada vem acompanhada de exemplos impressos junto ao texto.

Fotografia 9 - Exemplo de ilusão de ótica descrita e visualmente demonstrada pelo livro kit.



Além de paisagens que parecem compor outras formas, o livro traz exemplos de formas que são geradas pelo contorno de um desenho, composições de uma forma que são geradas por inúmeras outras formas, ilusões dadas por diferentes perspectivas e pontos de foco, ilusões geométricas, camuflagens, ilusões por comparação, perspectivas e objetos impossíveis, imagens fantasma, e ao final sugere ao usuário que manipule o material experimental, material este que é composto por imagens impressas em transparências, um pião que possui a capacidade de portar um disco e diferentes discos que quando girados com o pião produzem ilusões de ótica.

Fotografia 10 - Transparências que serão utilizadas para o estudo de interferência



Fotografia 11 - Pião que será utilizado em estudo da interferência de imagens por rotação.



Fotografia 12 - Discos que devem ser utilizados sobre a base pião



Kit “Descobrimo a eletricidade”

Kit de nome “Descobrimo a eletricidade”, o material didático é composto por duas partes:

- 1) Um manual de instruções para a realização de experimentos de eletrostática.
- 2) O kit experimental, que contém o material para realização desses experimentos.

O link para acesso do material fotografado em nosso banco de dados é <https://drive.google.com/drive/folders/1BLuofry1AajiBM20o2RJ5APuFMMWiRBP?usp=sharing>

Fotografia 13 - Kit "Descobrimos a Eletricidades" produzido pela LaborCiência



Fotografia 14 - Kit permite a realização de observações com experimentos de eletrostática



Descrição do manual:

O manual possui um texto introdutório que discute como a eletricidade esteve presente no imaginário humano desde a antiguidade e que é por seu domínio que grande parte da tecnologia moderna se tornou possível.

Logo em seguida o manual sugere o primeiro experimento, atrair pedaços de papel alumínio cortado com um bastão eletrizado, é mencionado que tal fenômeno a ser observado foi provavelmente experimentado por Tales de Mileto.

Conteúdo do kit:

Em seguida é sugerida a construção de um versorium de Gilbert, que consiste em amarrar a seta de papel e o fio presente no kit, o usuário deve aproximar tal aparato do bastão eletrizado, o manual sugere que sejam feitas anotações a respeito do que foi observado.

O próximo passo envolve a construção de um eletroscópio de folhas, o manual explica que esse é um aparato que permite visualizar as manifestações da eletricidade. O eletroscópio deve ser construído com a utilização de um dos potes presente no kit, um clip de papel e duas folhas de papel alumínio.

Imagem 2 – Instrução de montagem do eletroscópio.



A terceira atividade envolve atritar o bastão de forma a carregá-lo eletricamente e colocá-lo perto do eletroscópio, novamente o manual sugere que o usuário tome notas.

Imagem 3 - Atividade com o eletroscópio



Nesse momento o manual deixa de lado o eletroscópio e propõe a montagem de um novo aparato experimental, um frasco elétrico, que consiste de uma lâmpada gás neon contida em um frasco de plástico com um dos terminais exposto e o outro envolto em uma esfera de papel alumínio.

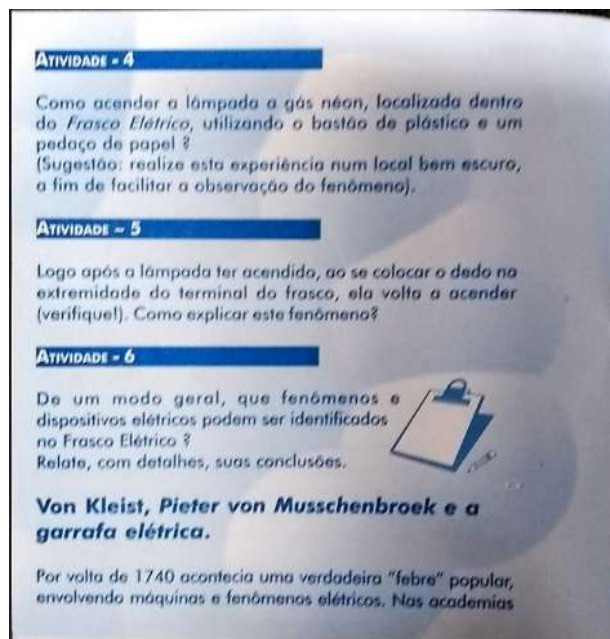
Imagem 4 - Observação com o Frasco elétrico



O manual sugere três atividades para serem realizadas com o frasco elétrico, primeiro ele questiona o usuário a respeito de como este poderia acender a lâmpada utilizando as peças do kit, em seguida diz que após a lâmpada ter sido acendida, se o usuário tocar o terminal exposto da lâmpada, esta voltará a se acender por um

breve momento, e finalmente é sugerido que o usuário reflita e relate os fenômenos observados.

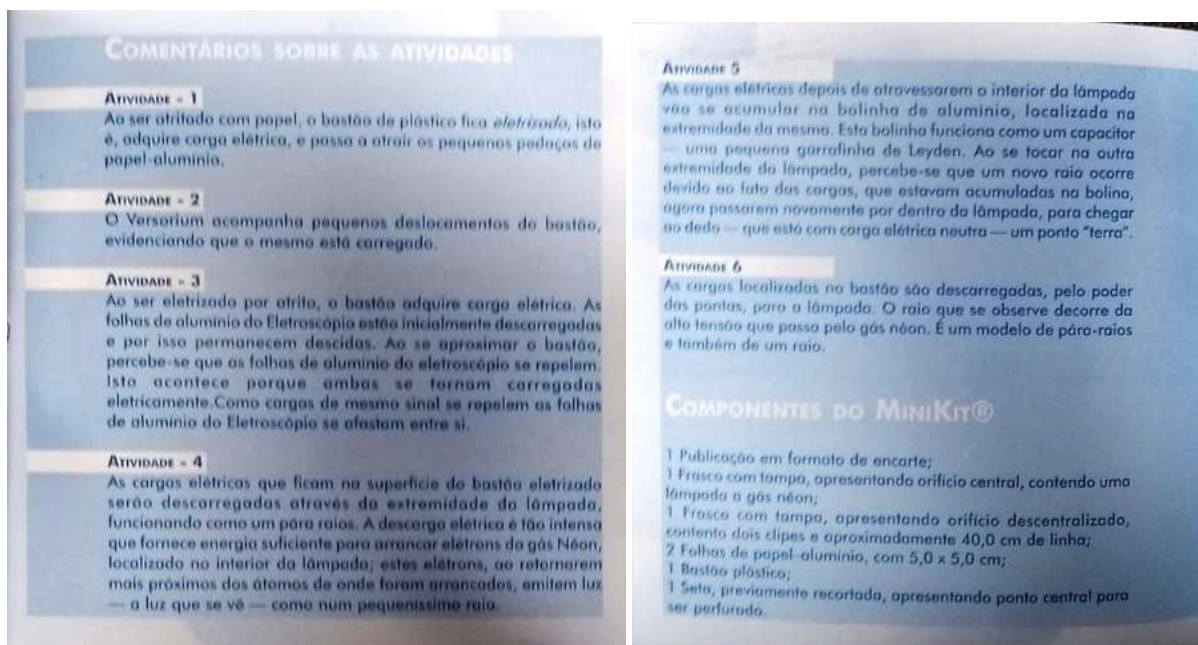
Imagem 5 - Outras atividades com o frasco elétrico.



Nesse momento o manual traz a história de origem do primeiro capacitor e também comenta a visão de Benjamin Franklin a respeito do caráter fluido da eletricidade e da definição de cargas elétricas positivas e negativas. A última atividade sugerida pelo kit é uma pesquisa a ser realizada pelo usuário sobre os tópicos estudados.

Ao final do manual há um breve comentário sobre cada atividade realizada, fundamentando teoricamente o que foi observado pelo usuário, existe também uma lista das peças do kit.

Imagem 6 - Ao final do manual encontram-se comentários sobre as atividades.



Kit “Einstein” da coletânea “Os cientistas”.

Kit de nome “Einstein” da coletânea “Os Cientistas: A grande aventura da descoberta científica”, o material didático é composto por três partes:

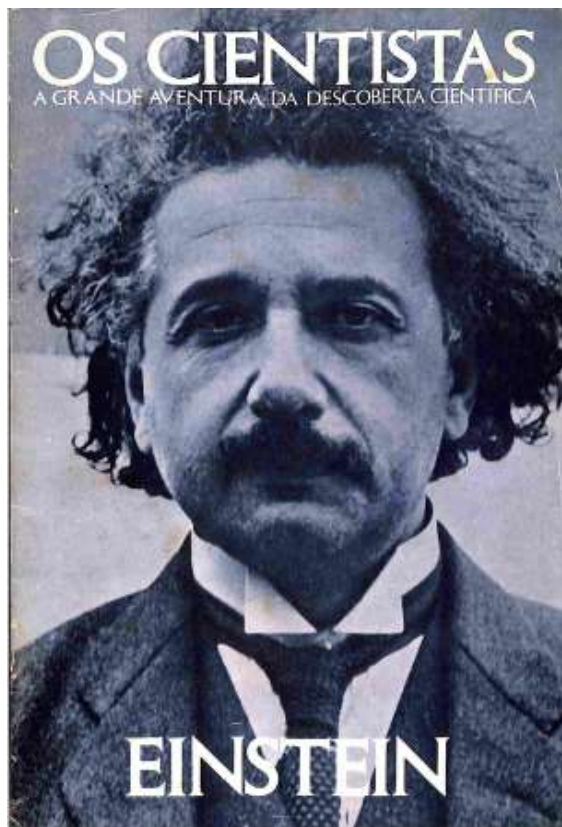
- 1) Um fascículo que traz um pouco da história de vida e da carreira de Albert Einstein.
- 2) O kit experimental, que contém o material para realização de experimentos relacionados com o efeito fotoelétrico, descoberto por Einstein.
- 3) Um manual para a realização de tais experimentos.

O link para acesso do material fotografado em nosso banco de dados é:

https://drive.google.com/drive/folders/1rZN-V5-Ce0072spXO13CtHK_G1-rcByi?usp=sharing

A estrutura do fascículo é composta por um texto principal e por várias janelas de texto permeando o texto principal que contém breves descrições de conceitos presentes ou relacionados com as teorias de Einstein. Existem ainda imagens distribuídas ao longo do livreto.

Fotografia 15 - Capa do fascículo traz em destaque uma imagem do cientista estudado no kit



Fotografia 16 - Imagem artística presente no Fascículo



Fotografia 17 - Exemplo de “janela” ilustrativa inserida no texto principal, apresentando uma câmara de bolhas.

*Nos primeiros anos após a
formulação da Teoria
da Relatividade Restrita,
a observação experimental de
seus postulados era
muito difícil. Hoje, contudo,
aparelhos como a câmara de
bolhas (à direita) permitem
analisar cuidadosamente tais
fenômenos ao nível
das partículas subatômicas.*

*Grandes engenhos, como o
desintegrador atômico da
Universidade da Califórnia
(abaixo), permitem acelerar
partículas nucleares
eletricamente carregadas,
até que alcancem velocidades
próximas à da luz.
Isso é fundamental para o
estudo de determinados tipos
de fenômenos relativísticos.*



O Fascículo começa descrevendo o cenário da época e local em que Einstein nasceu, fala ainda da fama de aluno "mediocre" de Einstein, do seu desprezo para com a aprendizagem mecânica e de seu fascínio por ciência desencadeado na infância pelo contato que teve com uma bússola, o fascículo ainda conta com uma citação do cientista descrevendo o episódio com a bússola. O texto segue descrevendo o crescimento tanto do fascínio de Einstein pela ciência como de sua independência intelectual, contextualiza brevemente o leitor a respeito de sua vida familiar e romântica para dar um panorama completo sobre os porquês do trajeto de sua carreira e descreve como este gostava de aprender, de forma mais profunda e conceitual, livre de exames e permeado pela ludicidade da descoberta.

A história contada no fascículo nos leva até o momento em que Einstein assume sua posição na repartição de patentes, posição em que ele concebeu a relatividade restrita, sua interpretação do efeito fotoelétrico (Assunto que é tratado no kit) e uma explicação para o movimento browniano.

O fascículo segue para uma nova seção centrada no panorama científico revolucionário da época e pontua como os trabalhos de Einstein foram importantes para a construção das novas visões acerca da natureza, nessa seção são

introduzidos conceitos como as leis de Maxwell, os experimentos de Hertz e de Michelson-Morley (fala-se também do conceito e da busca pelo éter) e a relatividade galileana.

Em seguida o texto se concentra na teoria da relatividade restrita de Einstein, traz experimentos mentais para se entender tal teoria e mostra as diferenças entre esta e sua predecessora suplantada, a relatividade de Galileu-Newton, traz a prova experimental da dilatação temporal, pela observação em aceleradores de partículas da distância percorrida pelos mésons-pi antes de sua desintegração, traz o conceito de equivalência entre massa e energia e o integra as reações nucleares utilizadas nas bombas nucleares (ao fazê-lo contextualiza brevemente o leitor a respeito do cenário geopolítico do período de criação de tais dispositivos) e dá uma breve explicação da relatividade geral.

O texto se encerra abordando a contribuição de Einstein para compreensão do efeito fotoelétrico, sua contribuição para o entendimento da natureza dual da luz (onda-partícula), um pouco do cenário científico circundante ao tópico e o fato de tal contribuição ter rendido a Einstein o prêmio Nobel.

Descrição do manual:

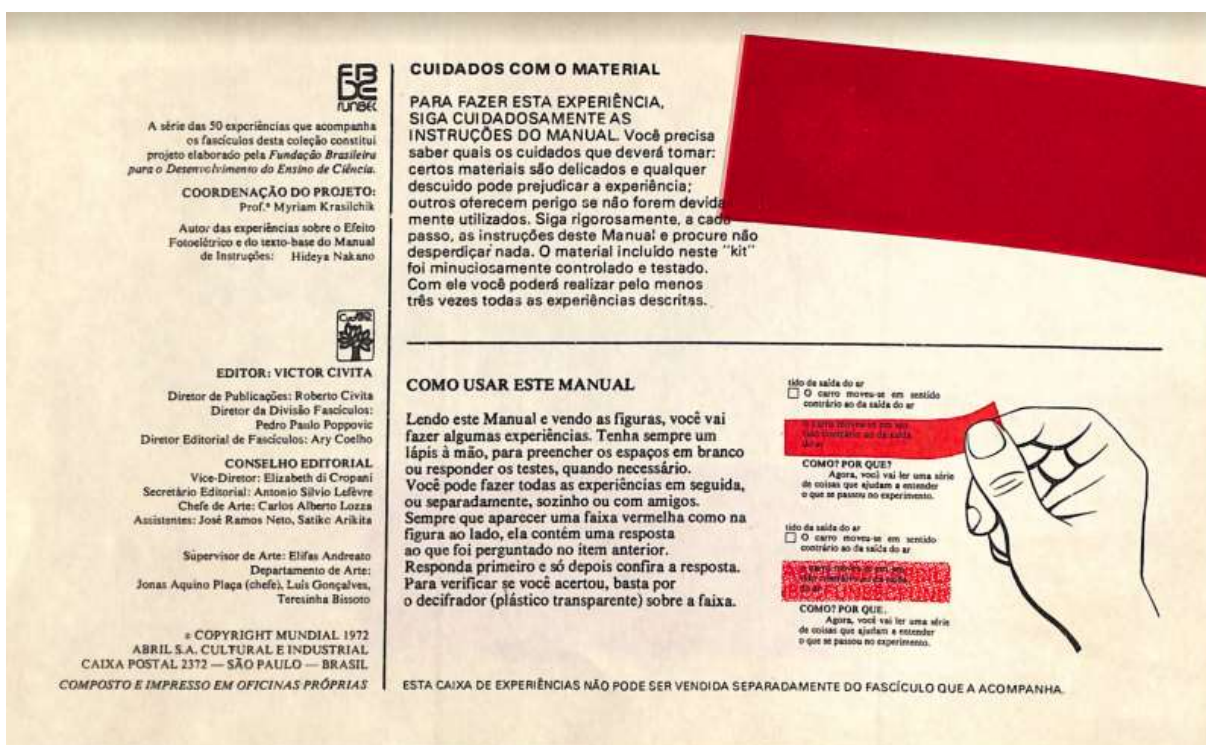
O manual começa enumerando e nomeando as peças que compõe o kit em uma imagem:

Imagem 7 - Primeira página do manual de orientação dos experimentos



Logo depois da descrição do conteúdo do kit, o manual segue explicando sua dinâmica de funcionamento:

Imagem 8 - Descrição da forma como o material deve ser utilizado e “decifrador”.



Aqui o manual informa como o material e o manual devem ser utilizados, o kit possui todo material necessário para a realização dos experimentos, que serão

sugeridos, por pelo menos três vezes e a dinâmica de perguntas e respostas com a utilização do “decifrador” de forma que será possível para o usuário do kit tentar responder as perguntas sem ter acesso as respostas, e posteriormente verificá-las.

Após a explicação sobre a proposta para o andamento do kit, o manual começa sugerindo um experimento de eletrização por atrito:

Imagem 9 - Primeiro experimento sugerido pelo manual, com a eletrização por atrito.

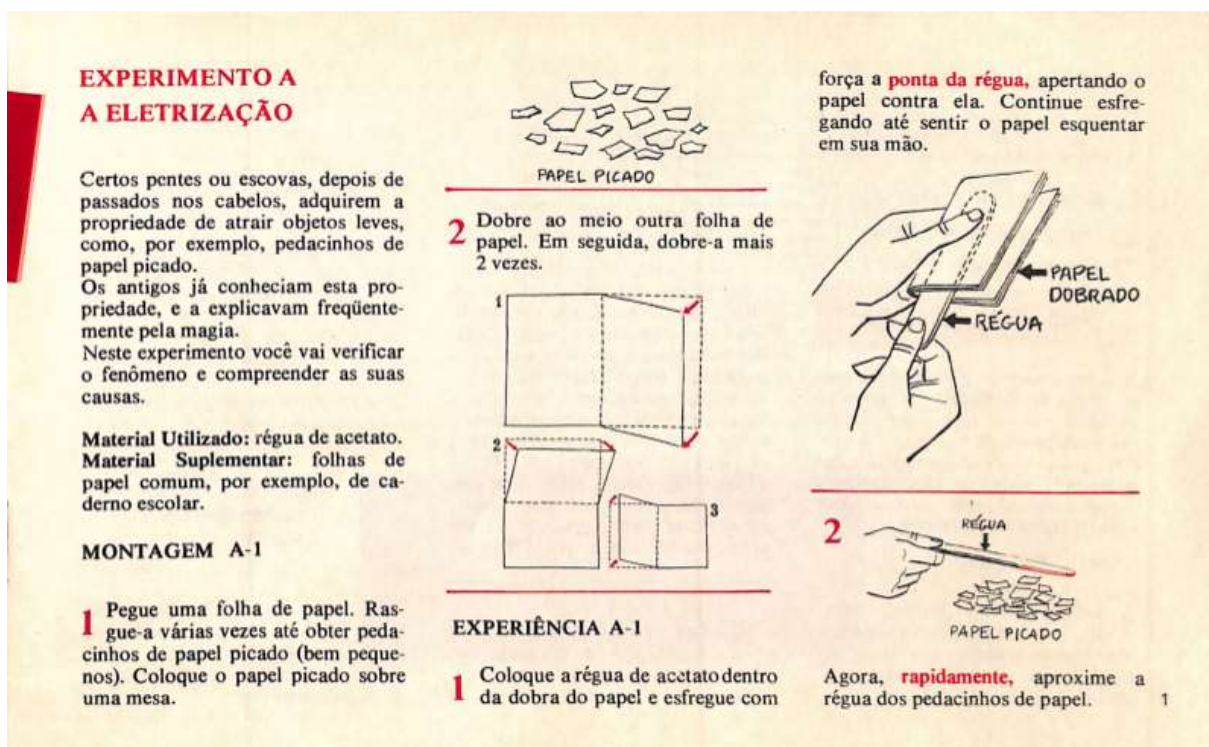


Imagem 10 - Na página seguinte, pergunta ao leitor e explicação do que foi observado.

O QUE ACONTECEU?

Quando você aproximou a régua, alguns pedacinhos de papel:

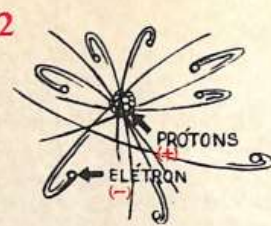
- ☐ foram atraídos pela régua
- ☐ foram repelidos pela régua
- ☐ não se moveram

Se o seu resultado não coincide com a resposta, verifique: 1) se você esfregou a **ponta** (e não o meio) da régua no papel; 2) se o papel dobrado, a régua e os pedacinhos de papel estão bem secos; se não estiverem, exponha-os ao sol durante meia hora. E repita a experiência.

COMO, POR QUE?

1 A régua é feita de acetato. O acetato, como todos os materiais e como todas as coisas, é formado por um número gigantesco de **ÁTOMOS**.

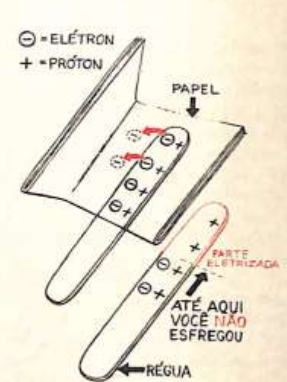
2



PRÓTONS
ELÉTRONS

Cada átomo, por sua vez, possui um **NÚCLEO**, onde se agrupam partículas, entre as quais os **PRÓTONS**. Em volta do núcleo circulam outras partículas, os **ELÉTRONS**, em número igual aos prótons. Essas partículas têm carga elétrica: os prótons têm carga **POSITIVA (+)** e os elétrons têm carga **NEGATIVA (-)**. Como o número de prótons e elétrons é igual, as cargas se neutralizam. Por isso se diz que um átomo é eletricamente **NEUTRO**.

3 Quando você esfregou a régua de acetato no papel dobrado, alguns elétrons (-) do acetato foram arrancados e passaram para o papel.



PAPEL
RÉGUA
PARTE ELETRIZADA
ATÉ AQUI VOCÊ NÃO ESFREGOU

A régua ficou então com falta de elétrons, isto é, com excesso de prótons (+) em relação aos elétrons (-). Desta maneira, a régua ficou carregada positivamente.

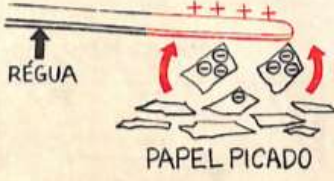
O experimento é primeiramente nomeado, há uma breve contextualização histórica, o material a ser utilizado é enumerado e em seguida o procedimento é descrito passo a passo, inclusive com a utilização de desenhos descritivos, então é realizada uma pergunta que verifica se o usuário do kit obteve o resultado esperado no experimento, o decifrador deve ser utilizado após a resposta ter sido assinalada no manual, caso o resultado não seja condizente com o esperado, o usuário é incentivado a verificar algumas possíveis causas do andamento indesejado, corrigi-las e refazer o experimento.

Logo em seguida o manual traz uma explicação conceitual a respeito do experimento sugerido, a explicação traz uma breve fundamentação teórica e uma explicação do fenômeno em si utilizando imagens descritivas junto do texto.

Imagem 11 - Continuação da fundamentação teórica do primeiro experimento, descrição do próximo experimento.

4 Sabe-se que: 1) cargas elétricas de sinais contrários se atraem (o positivo atrai o negativo e o negativo atrai o positivo); 2) cargas elétricas de mesmo sinal se repelem (o positivo repele o positivo e o negativo repele o negativo).

5 Quando você aproximou dos pedacinhos de papel a ponta da régua carregada positivamente (+), aconteceu o seguinte: alguns elétrons (-) dos pedacinhos de papel foram atraídos pela carga positiva (+) da régua. Como os elétrons não podem sair dos pedacinhos de papel, os pedacinhos de papel é que foram atraídos pela régua.



RÉGUA
PAPEL PICADO

CONCLUSÃO

Esfregando a régua no papel, ela fica carregada eletricamente, isto é, **eletrizada**. A carga que a régua adquire é **positiva (+)**.

**EXPERIMENTO B
O ELETROSCÓPIO**

O eletroscópio é um instrumento que indica quando um corpo está eletrizado, isto é, carregado eletricamente. Você vai montar um eletroscópio com a própria caixa do seu kit. Para fazer este experimento, escolha um lugar sombreado e sem vento (dentro de casa).

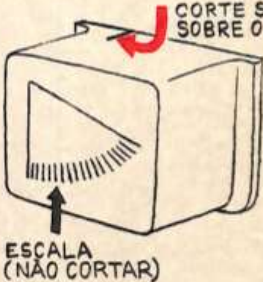
Material Utilizado: caixa do kit vazia; suporte; folha de alumínio; visor.

Material Suplementar: folhas de papel comum; 1 folha de papel transparente; tesoura; alfinete de costura; 1 gilete; lápis para anotações.

MONTAGEM B-1

1 Na **parte de cima** do visor existe um pequeno traço marcado em relevo. Usando uma tesoura, você deve cortar o visor **apenas neste traço marcado**. É um corte pequeno, de apenas 1 cm.

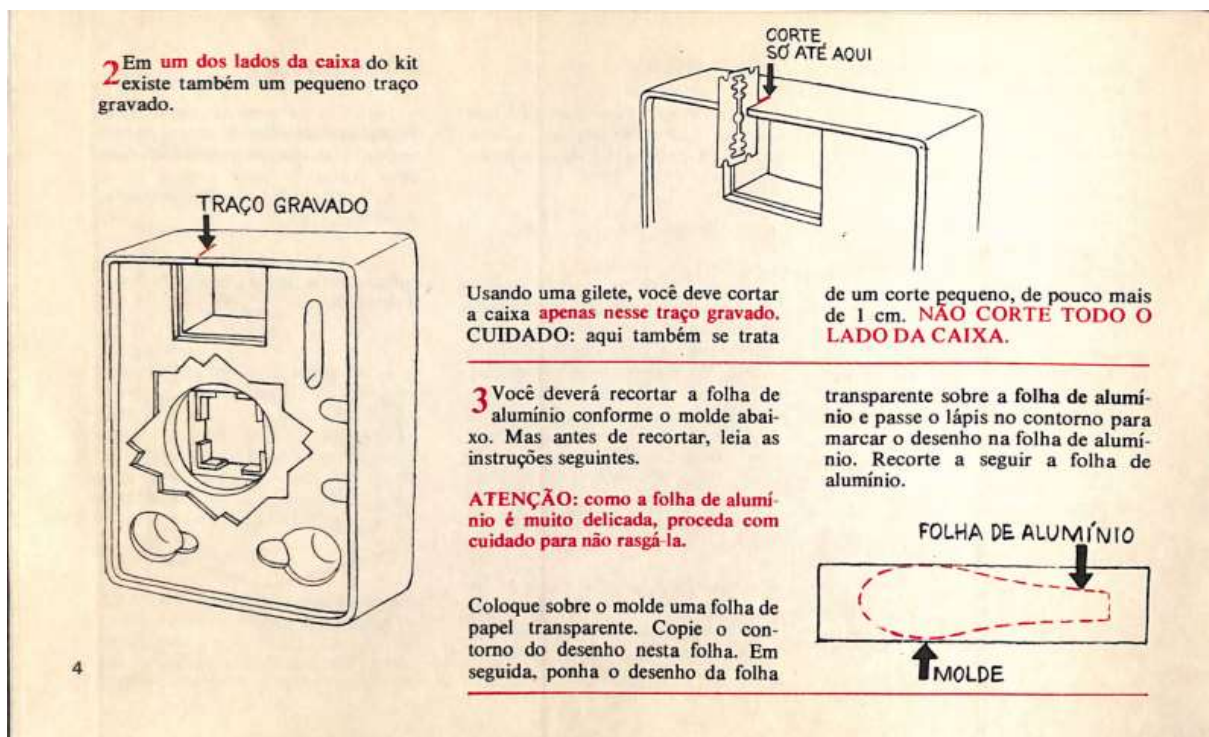
CUIDADO: não confundir esta marca com a escala gravada na frente do visor.



CORTE SÓ SOBRE O TRAÇO
ESCALA (NÃO CORTAR)

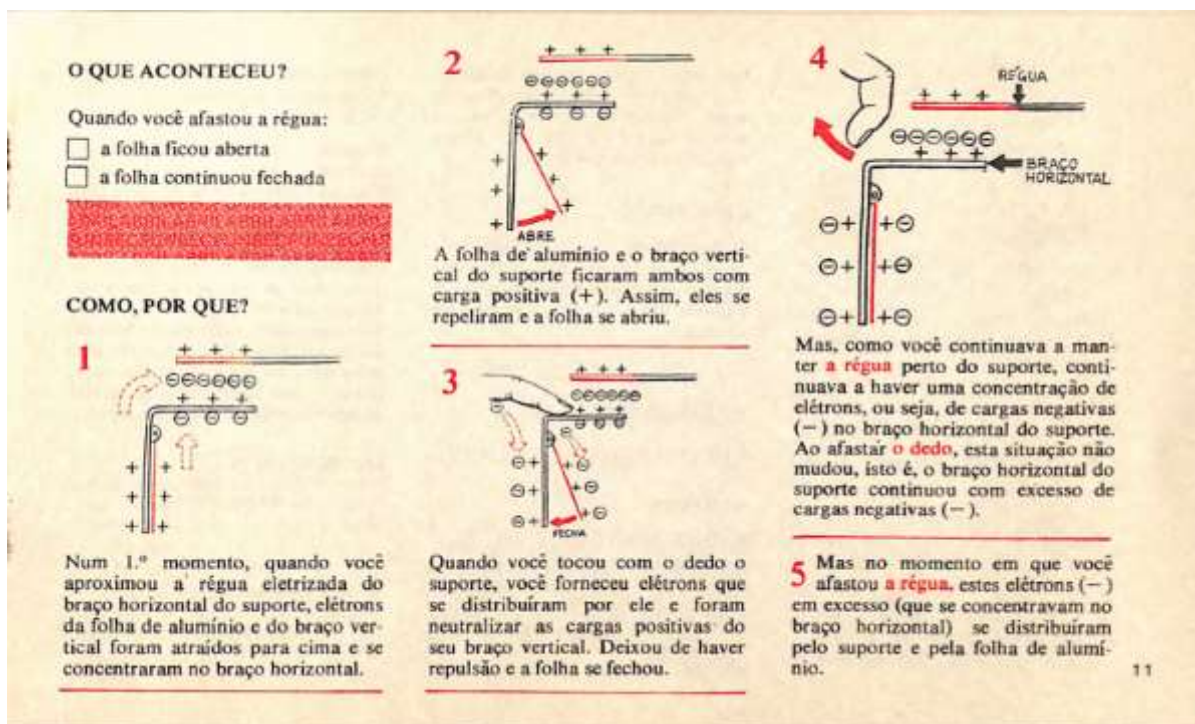
O próximo experimento sugerido pelo manual envolve a construção de um eletroscópio, este servirá de base para inúmeros experimentos que seguirão, todo processo de construção do dispositivo é descrito detalhadamente no manual, a dinâmica de desenhos explicativos continua, e o método de construção é particularmente criativo pois utiliza a geometria do isopor que abriga as peças do kit para manter o eletroscópio estável.

Imagem 12 - Montagem do eletroscópio, indicando a própria caixa como suporte.



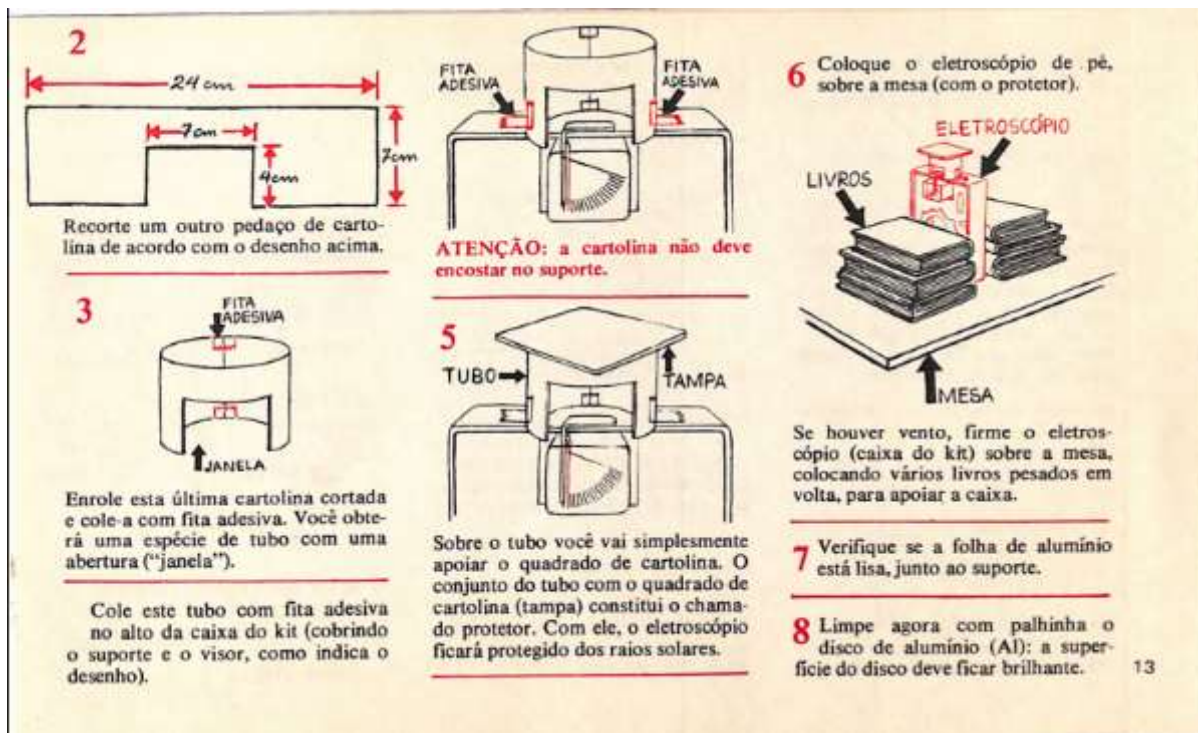
O manual segue sugerindo e orientando para a realização de experimentos de eletrização do eletroscópio, são descritas e explicadas (com uso de desenhos), eletrização por indução (a régua é aproximada do eletroscópio), e o “carregamento” do eletroscópio (aterrando o dispositivo no momento em que este se encontra eletrizado por indução).

Imagem 13 - Esquema explicativo a respeito da carga do eletroscópio presente no manual.



Nesse momento o manual descreve a construção do experimento principal do kit experimental, aquele concebido com o intuito de demonstrar o efeito fotoelétrico, há um esquema contendo o passo a passo da montagem do aparato experimental. O aparato utiliza um tampo de cartolina para controlar a passagem de luz solar, que irá atingir placas de cobre, alumínio, latão e zinco, que serão colocadas em diferentes momentos em contato com o eletroscópio carregado negativamente, com a incidência da luz solar nos discos metálicos, devido ao efeito fotoelétrico, haverá uma descarga mais rápida do eletroscópio em alguns metais e em outros não.

Imagem 14 - Montagem do aparato experimental para a visualização do efeito fotoelétrico.



Em seguida o manual apresenta uma explicação a respeito dos efeitos observados, descrevendo de forma simplificada o efeito fotoelétrico, explica que cada metal possui uma energia específica a ser absorvida para que haja desprendimento de elétrons e ainda como tal efeito está por trás do funcionamento de células fotovoltaicas e sensores de presença, que também utilizam tais células, há ainda a sugestão de realizar o experimento utilizando os filtros coloridos presentes no kit, e uma garrafa cheia de água (que é opaca aos raios ultravioleta).

Fotografias do material experimental:

Fotografia 18 - Caixa aberta contendo o material experimental



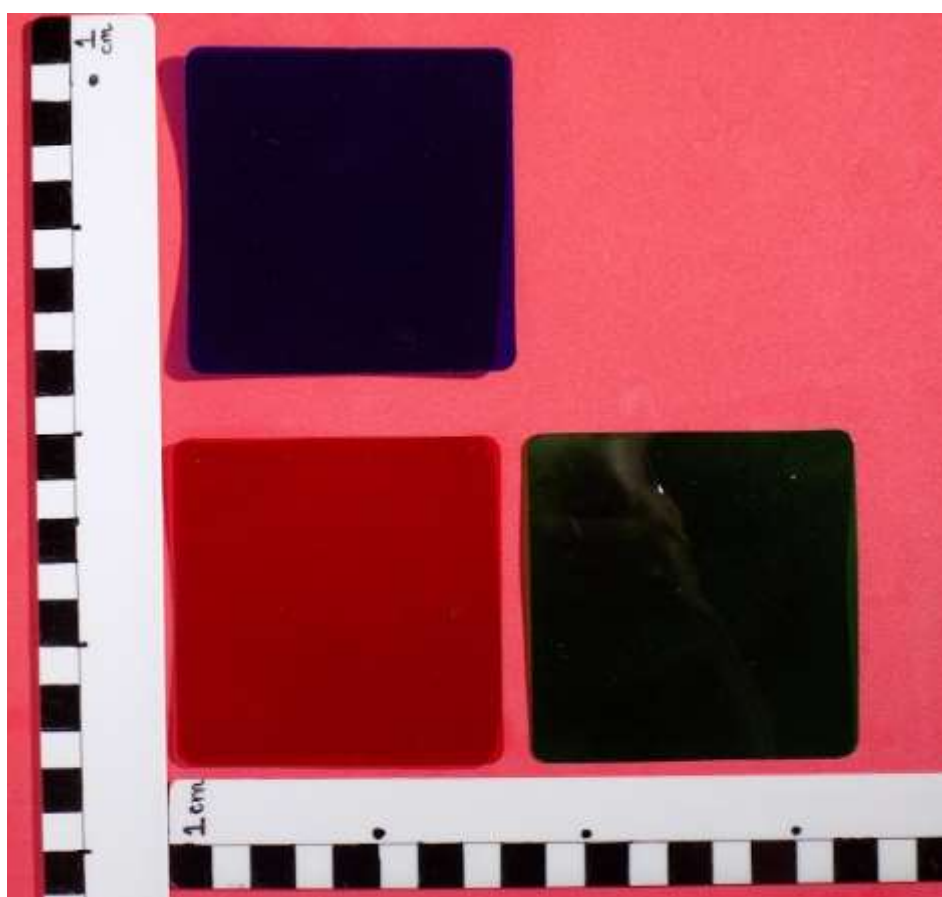
Fotografia 19 - Material utilizado na construção do eletroscópio.



Fotografia 20 - Discos com diferentes metais (grafado em relevo) para observação do efeito fotoelétrico.



Fotografia 21 - Filtros coloridos para verificações no experimento do efeito fotoelétrico.



Kit “Faraday” da coletânea “Os cientistas”:

Kit de nome “Faraday” da coletânea “Os Cientistas: A grande aventura da descoberta científica”, o material didático é composto por três partes:

- 1) Um fascículo que traz um pouco da história de vida e da carreira de Michael Faraday.
- 2) O kit experimental, que contém o material para realização de experimentos relacionados com ímãs e corrente elétrica.
- 3) Um manual para a realização de tais experimentos.

O link para acesso do material fotografado em nosso banco de dados é:

https://drive.google.com/drive/folders/1w9nAm0l5jnXcrNbWzdYHRZcBp_77Ak-m?usp=sharing



Capa do fascículo.



Estrutura do fascículo.

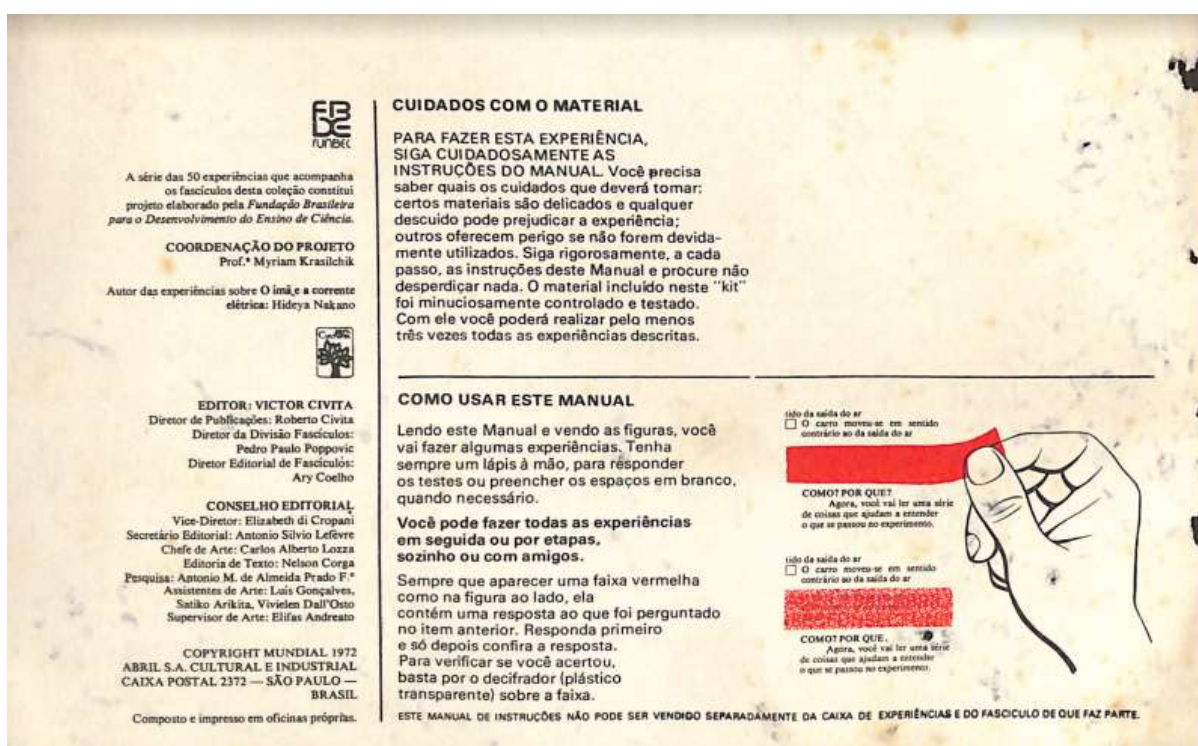
Descrição do manual:

O manual começa enumerando e nomeando as peças que compõe o kit em uma imagem:



Componentes inclusos no kit experimental.

Logo depois da descrição do conteúdo do kit, o manual segue explicando sua dinâmica de funcionamento:



Instruções do uso do manual.

Aqui o manual informa como o material e o manual devem ser utilizados, o kit possui todo material necessário para a realização dos experimentos, que serão

sugeridos, por pelo menos três vezes e a dinâmica de perguntas e respostas com a utilização do “decifrador” de forma que será possível para o usuário do kit tentar responder as perguntas sem ter acesso as respostas, e posteriormente verificá-las.

O primeiro experimento sugerido pelo manual é a observação do comportamento da limalha de ferro sob a influência de um campo magnético, antes e depois das instruções para a realização dos experimentos o material possui alguma forma de fundamentação teórica a respeito de ímãs e campo magnético, explicando que campos magnéticos exercem forças sobre alguns materiais e explicando o que são linhas de campo e como estas se relacionam com o observado pelo usuário.

ÍNDICE

pág. 1 - EXPERIMENTO A:
CAMPO MAGNÉTICO
- Montagem A-1
- Experiência A-1

pág. 3 - EXPERIMENTO B:
CAMPO MAGNÉTICO GERADO POR
UMA CORRENTE ELÉTRICA
- Montagem B-1
- Experiência B-1

pág. 4 - EXPERIMENTO C:
CORRENTE ELÉTRICA GERADA POR
UM CAMPO MAGNÉTICO
- Montagem C-1
- Experiência C-1

pág. 8 - Experiência C-2

pág. 9 - EXPERIMENTO D:
FABRICANDO UM ÍMÃ
Experiência D-1

pág. 10 - EXPERIMENTO E:
O PRINCÍPIO DO
TRANSFORMADOR
- Montagem E-1
- Experiência E-1

pág. 12 - Experiência E-2

pág. 13 - EXPERIMENTO F:
CONSTRUINDO
UM TRANSFORMADOR
- Montagem F-1
- Experiência F-1

pág. 16 - Montagem F-2
- Experiência F-2

pág. 17 - Experiência F-3

EXPERIMENTO A: CAMPO MAGNÉTICO

Todos os ímãs exercem forças através do espaço, conseguindo dessa maneira atrair certos materiais, como ferro, níquel, cobalto. Os ímãs criam assim no espaço o chamado **campo magnético**. É o que você vai verificar neste experimento.

Material Utilizado: limalha de ferro; ímã grande; caixa do kit.

MONTAGEM A-1

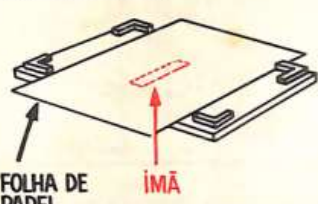
Leia este passo até o fim antes de começar.

1 Usando uma gilete faça uma cavidade na tampa da caixa (no lado de baixo). A cavidade deve ter 1 cm de largura por 5 cm de comprimento e profundidade suficiente para você encaixar o **ímã grande**.



2 Uma vez encaixado o ímã grande na cavidade, coloque uma folha de papel sobre a parte central da tampa.

ATENÇÃO: a folha de papel não deve ficar inclinada (não deve cobrir os cantos da caixa).



EXPERIÊNCIA A-1

Leia este passo e veja figura da página seguinte, antes de começar.

1 Abra o saquinho de limalha de ferro, cortando um de seus cantos. Dando pancadas leves no saquinho, derrame cuidadosamente um pouco de limalha sobre a folha de papel, na região do ímã.

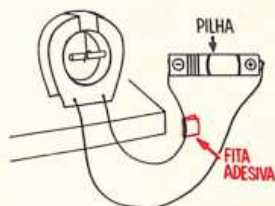
ATENÇÃO: você deve derramar a limalha de uma altura de 20 cm, aproximadamente.

Material Suplementar para todos os experimentos deste kit: folha de papel; gilete; régua; lápis; fita adesiva; linha de costura; palhinha de aço; alfinetes.

Introdução ao primeiro experimento.

O experimento seguinte aborda a geração de um campo magnético por uma corrente elétrica, ele consiste em acoplar uma bobina, que contém um ímã suspenso dentro dela, a uma pilha, em dois sentidos diferentes, para observar que a corrente passando na bobina causa uma resposta magnética, visível pelo fato do ímã começar a girar. O arranjo utilizado no experimento precisa ser construído pelo usuário, e o manual possui instruções passo a passo de como fazê-lo e também comentários que fundamentam teoricamente o que está sendo observado.

3 Encoste o fio que tem fita adesiva no pólo **negativo** (-) da pilha e o outro fio no pólo positivo (+). Observe o que acontece com o ímã suspenso na bobina.



O QUE ACONTECEU?

Quando você encostou os dois fios nos pólos da pilha, o ímã:

- ☐ girou rapidamente
- ☐ continuou imóvel



Caso o ímã não tenha girado, verifi-

que se as pontas do fio estão bem raspadas.

4 Repita a experiência, e faça uma seta sobre a caixa do kit, indicando em que sentido gira o ímã logo que você encosta os fios na pilha.

ATENÇÃO: o fio com fita adesiva deve encostar no pólo **negativo**.



EXPERIÊNCIA B-2

Encoste o fio que tem fita adesiva no pólo **positivo** (+) da pilha e o outro fio no pólo negativo (-). Faça outra seta sobre a caixa do kit, indicando em que sentido gira o ímã logo que você encosta os fios na pilha.



O QUE ACONTECEU?

Quando você inverteu a ligação na pilha, o ímã girou em sentido _____ (igual, contrário) ao da experiência anterior.



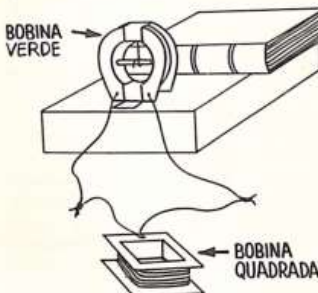
COMO, POR QUÊ?

1 Quando você ligou os fios na pilha, uma corrente elétrica passou a circular pela bobina verde. Neste momento, o ímã girou. Isto mostra que a corrente elétrica produziu forças que movimentaram o ímã 5

Instruções para a realização e a respeito do funcionamento do segundo experimento.

O terceiro experimento consiste na geração de uma corrente elétrica a partir da movimentação de um ímã em relação a uma bobina, o usuário deve montar uma bobina quadrada e acoplar os seus terminais aos terminais do arranjo de bobina e ímã do experimento anterior, logo em seguida é sugerido que seja realizada uma movimentação periódica de um ímã entrando e saindo do meio da bobina quadrada, a partir disso deve se observar o impacto do campo magnético oscilante na bobina pela geração de uma corrente nos fios, que acaba por gerar um novo campo magnético na bobina redonda que é observado pela movimentação do ímã suspenso nesta.

3 Ligue as pontas de fio da bobina verde às pontas de fio da bobina quadrada.

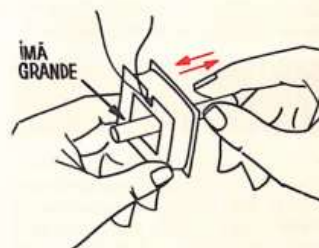


BOBINA VERDE

BOBINA QUADRADA

2 Leia este passo até o fim antes de começar.

Mantenha a bobina quadrada o mais afastada possível da bobina verde. Segure na mão a bobina quadrada e introduza nela o **ímã grande**. Faça várias vezes um movimento (ritmado) de introduzir e retirar o ímã grande e, enquanto isto, observe o que acontece com o **ímã pequeno** (suspense dentro da bobina verde).



ÍMÃ GRANDE

☐ girou um pouco

☐ continuou imóvel

2 Repita a experiência e procure observar em que sentido gira o ímã pequeno quando você faz o movimento de **introduzir** o ímã grande e quando você faz o movimento de **retirar** o ímã grande.

EXPERIÊNCIA C-1

1



ÍMÃ PEQUENO

Acerte a posição da caixa do kit, de forma que o ímã pequeno fique bem embaixo do arco da bobina verde.

O QUE ACONTECEU?

1 Quando você efetuou o movimento de tirar e pôr o ímã grande na bobina quadrada, o ímã pequeno:

O QUE ACONTECEU?

Quando o ímã grande era **introduzido** na bobina quadrada, o ímã pequeno girava num sentido. Quando o ímã grande era **retirado**, o ímã pequeno girava em sentido _____ (igual, contrário).

COMO, POR QUÊ?

Quando o ímã grande se movimentou dentro da bobina quadrada, o 7

Dinâmica do terceiro experimento.

O quarto experimento é a construção de um solenóide e de um eletroímã, utilizando a bobina quadrada, a pilha e um núcleo de ferro, a pilha deve ser conectada aos terminais da bobina quadrada, e então deve ser possível observar o campo magnético gerado pelo solenóide ao aproximá-lo de alfinetes de metal, já que estes serão atraídos pelo arranjo. Ao colocar o núcleo de ferro dentro da bobina quadrada o usuário do kit deve notar que o efeito de atração exercido nos alfinetes é amplificado.

EXPERIMENTO D: FABRICANDO UM ELETROÍMÃ

Combinando os fenômenos elétricos e magnéticos, é possível construir ímãs bem mais poderosos que os ímãs comuns: são os chamados **solenoídes** e os **eletroímãs**. É o que você vai realizar neste experimento.

Material Utilizado: núcleo de ferro em barra; pilha; bobina quadrada com fio enrolado, utilizada nos experimentos anteriores.

EXPERIÊNCIA D-1



1 Aproxime a bobina de alguns alfinetes e observe o que acontece.

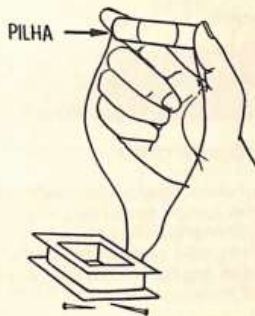
O QUE ACONTECEU?

Os alfinetes:

- ☐ foram atraídos pela bobina
☐ não foram atraídos pela bobina



2 Ligue os pólos da pilha aos fios da bobina e aproxime a bobina dos alfinetes.



O QUE ACONTECEU?

Os alfinetes foram atraídos pela bobina?

- ☐ sim
☐ não



EXPERIÊNCIA D-2

1 Coloque o **núcleo de ferro em barra** dentro da bobina, leve o conjunto para perto dos alfinetes e observe o que acontece.



9

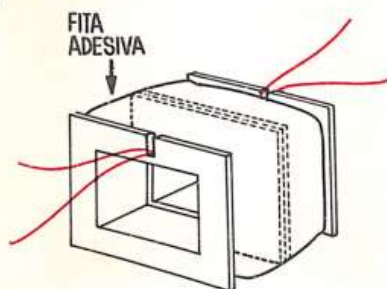
Quarto experimento.

O quinto experimento pretende demonstrar a dinâmica de funcionamento de um transformador, nesse experimento o usuário é instruído a posicionar uma nova bobina quadrada ao lado da utilizada nos experimentos anteriores, sem conectar as duas eletricamente, apenas afixando as uma ao lado da outra com fita adesiva, a partir dessa montagem, uma das bobinas quadradas deve ser acoplada eletricamente a pilha, e a outra a bobina redonda que possui o ímã. Ao ligar e desligar o acoplamento com a pilha, deve ser possível visualizar a geração de uma corrente no arranjo bobina quadrada, bobina com ímã essa corrente é gerada pela variação da corrente no arranjo pilha bobina, que gera um campo magnético variável que atravessa a outra bobina, e este induz uma corrente elétrica. Ao final do experimento o usuário é instruído a inserir o núcleo de ferro dentro das bobinas quadradas acopladas, para ver que há acentuação da resposta não magnética no ímã suspenso.

Material Utilizado: o mesmo dos experimentos anteriores; outra bobina quadrada.

MONTAGEM E-1

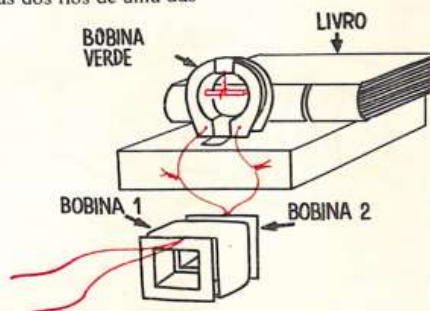
1 Enrole 60 espiras de fio na outra bobina quadrada, como fez com a primeira (sem esquecer de deixar duas pontas de fio com 10 cm e de raspar as pontas com palhinha). Encoste uma bobina quadrada na outra; de modo que os seus respectivos fios fiquem para o lado de fora. Em seguida, cole uma bobina na outra com fita adesiva.



2 Verifique se a bobina verde continua montada sobre a caixa do kit, com o ímã pequeno suspenso bem na horizontal.

Ligue as pontas, dos fios da bobina verde às pontas dos fios de uma das

bobinas coladas. Chamaremos de **bobina 2** a bobina quadrada cujos fios foram ligados à bobina verde. A outra bobina quadrada será chamada de **bobina 1**.



EXPERIÊNCIA E-1

1 Acerte a posição da caixa do kit, de modo que o ímã suspenso fique bem embaixo do arco da bobina. Mantenha o conjunto das duas bobinas

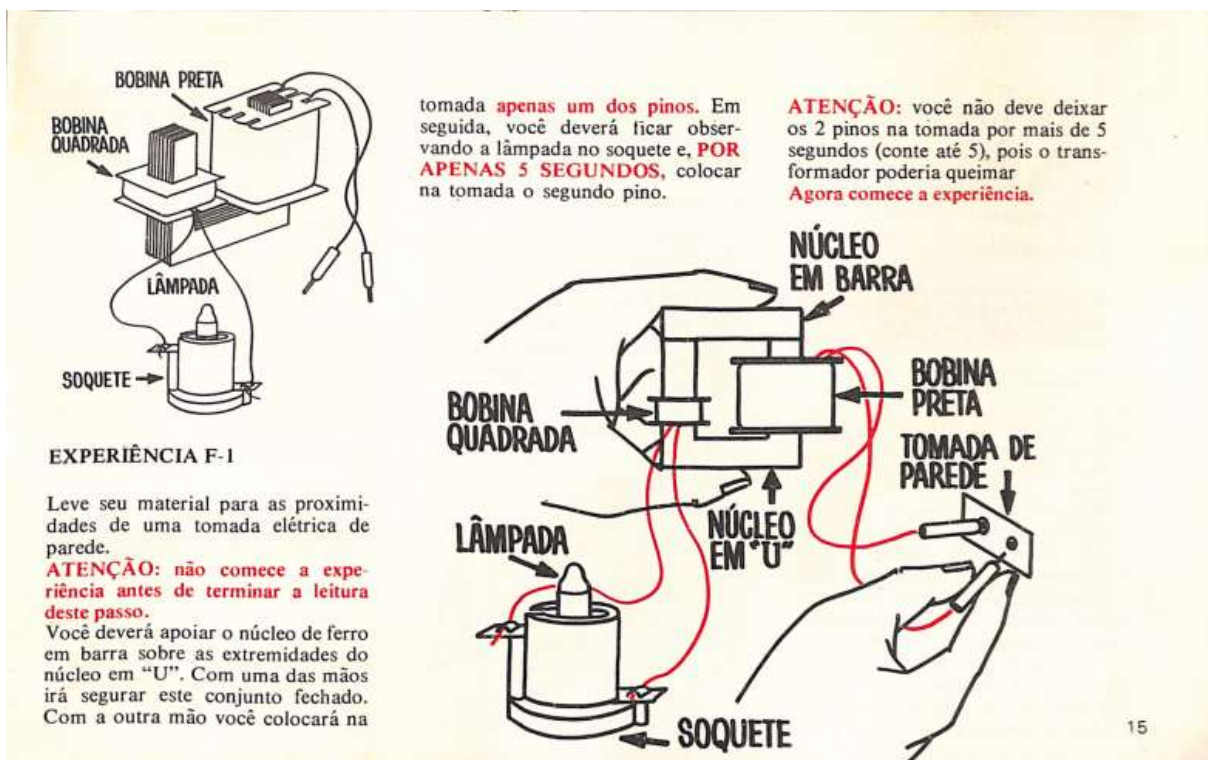
o mais afastado possível da bobina verde.

2 Leia este passo até o fim antes de começar.

11

Quinto experimento.

O último experimento do manual é a construção de um transformador e a verificação de seu funcionamento ao utilizar a corrente elétrica advinda da tomada que pode estar a 110 ou 220 volts para acender uma lâmpada dimensionada para funcionar em 1,5 volts. A construção do transformador é realizada utilizando uma bobina preta presente no kit, um núcleo de ferro em U, as duas bobinas quadradas, o núcleo de ferro em barra e pinos de tomada. A bobina preta e uma das bobinas quadradas são “vestidas” no núcleo de ferro em U, o núcleo em barra é colocado nas pontas do núcleo em U, a bobina quadrada é então ligada a lâmpada e a bobina preta a tomada, o usuário pode observar a lâmpada se acendendo. Em seguida as duas bobinas quadradas são ligadas eletricamente e “vestidas” no núcleo de ferro como anteriormente, agora o usuário pode observar um aumento no brilho da lâmpada dado o aumento da voltagem a que ela está sujeita. O material explica a relação entre os números de espiras nos terminais do transformador e as voltagens induzidas.



Arranjo do último experimento.

Kit “Descartes” da coletânea “Os cientistas”

Kit de nome “Descartes” da coletânea “Os Cientistas: A grande aventura da descoberta científica”, o material didático é composto por três partes:

- 1) Um fascículo que traz um pouco da história de vida e de René Descartes.
- 2) O kit experimental, que contém o material para realização de experimentos relacionados com a trajetória dos raios luminosos.
- 3) Um manual para a realização de tais experimentos.

O link para acesso do material fotografado em nosso banco de dados é:

<https://drive.google.com/drive/folders/1vx5XFsVdiB4AtnEyoMTDZt4MhsjYSNU3?usp=sharing>



Capa do fascículo.



Estrutura do fascículo.

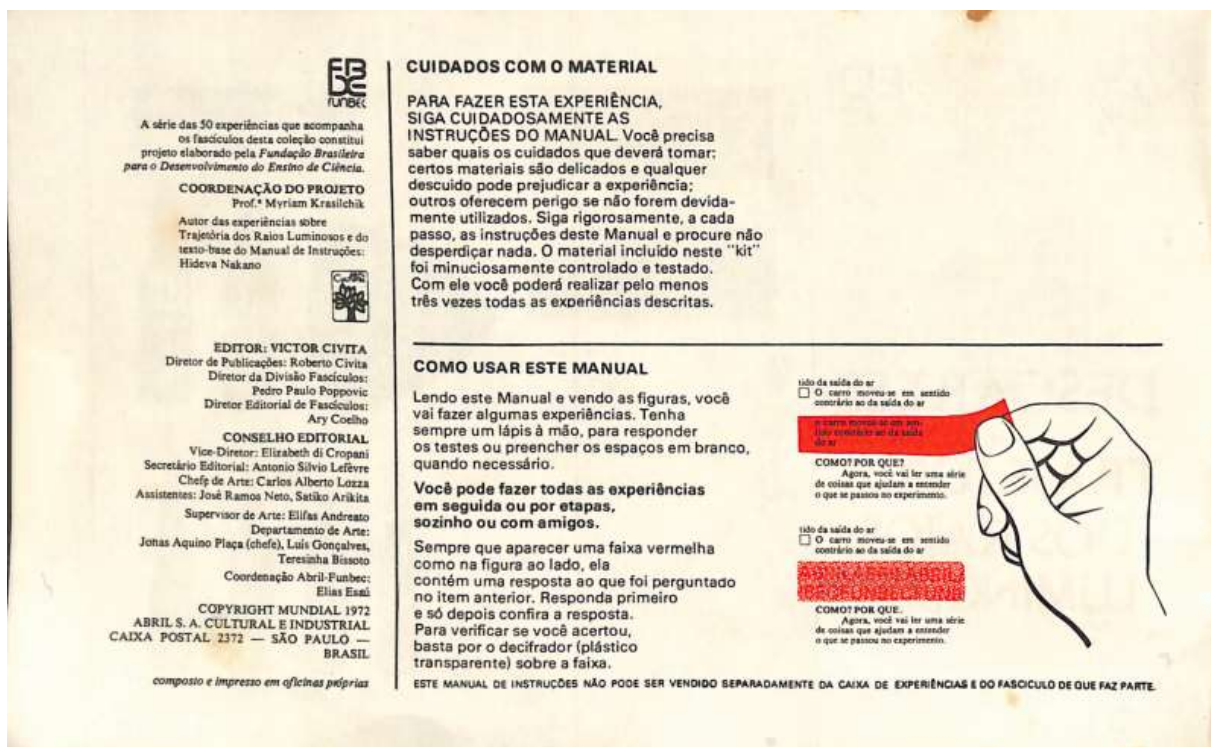
Descrição do manual:

O manual começa enumerando e nomeando as peças que compõe o kit em uma imagem:



Componentes inclusos no kit experimental.

Logo depois da descrição do conteúdo do kit, o manual segue explicando sua dinâmica de funcionamento:



Instruções do uso do manual.

Aqui o manual informa como o material e o manual devem ser utilizados, o kit possui todo material necessário para a realização dos experimentos, que serão sugeridos, por pelo menos três vezes e a dinâmica de perguntas e respostas com a utilização do “decifrador” de forma que será possível para o usuário do kit tentar responder as perguntas sem ter acesso as respostas, e posteriormente verificá-las.

O primeiro experimento envolve observar a mudança da posição aparente de uma moeda dentro de um copo ao enchê-lo de água, o usuário é instruído a colocar uma moeda dentro de um copo embalado em papel e então deslocar a cabeça até o ponto em que não seja possível enxergar a moeda, então sem mover a cabeça, adicionar água ao copo, agora a moeda deve estar visível. O manual possui um desenho representando os raios luminosos envolvidos nesta situação e explica que o desvio que ocorre nos raios quando há troca de meio é dado pela refração.

2 Sem mover a cabeça dessa posição, vá derramando água no copo que contém a moeda, até enchê-lo.



ÁGUA
PAPEL COLADO

NÃO MOVA A CABEÇA

O QUE ACONTECEU*

Você agora:

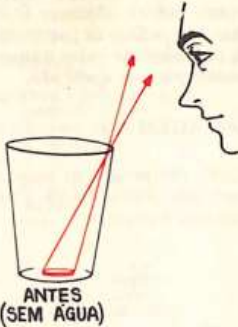
☐ enxerga a moeda

☐ ainda não enxerga a moeda

2

COMO, POR QUÊ?

1 Para que você possa enxergar um objeto, é necessário que raios luminosos venham deste objeto até os seus olhos. Quando você afastou a cabeça, deixou de ver a moeda porque os raios luminosos que saíam dela não conseguiam atingir os seus olhos.



ANTES (SEM ÁGUA)

2 Quando você encheu o copo com

água, os raios luminosos sofreram um **desvio** ao sair da água para o ar. Alguns deles puderam, assim, atingir os seus olhos e desta forma você conseguiu enxergar novamente a moeda.



DEPOIS (COM ÁGUA)

3 Quando raios luminosos passam de um meio transparente para outro (por exemplo, da água para o ar), diz-se que eles sofrem **refração**. Em certos casos, a refração provoca um desvio da luz. Foi isso o que você observou.

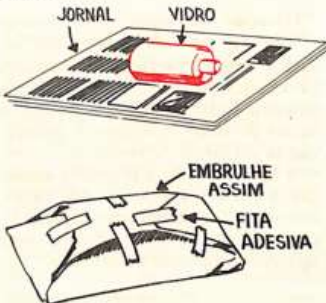
Primeiro experimento descrito no manual.

A segunda atividade sugerida pelo manual envolve observar cacos de vidro serem submersos em monoclorobenzeno, as instruções começam em um protocolo de segurança para quebrar uma garrafa de vidro e coletar os cacos, o usuário então deve colocar cacos pequenos dentro da cuba vermelha contida no kit, por fim as ampolas contendo monoclorobenzeno devem ser abertas e seu conteúdo deve ser derramado sobre os cacos de vidro, esses então devem se tornar praticamente

invisíveis. O usuário é então convidado a comparar o que acontece quando os cacos de vidro são imersos em água, e constatar que estes, diferentemente do que ocorreu com o monoclórobenzeno, continuam perfeitamente visíveis. O manual prossegue explicando que só enxergamos objetos transparentes pois é possível observar uma deformação na imagem atrás do objeto, essa deformação ocorre pelos desvios que a luz sofre ao sofrer refração, e isso quase não ocorre entre o monoclórobenzeno e o vidro.

MONTAGEM A-2

1 Embrulhe a garrafa ou o objeto de vidro a ser quebrado dentro de várias folhas de jornal. Feche bem o embrulho com fita adesiva para não escaparem cacos de vidro.

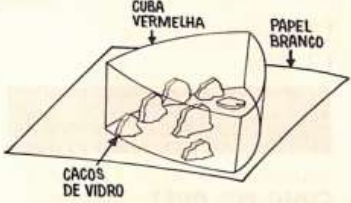


JORNAL VIDRO

EMBRULHE ASSIM FITA ADESIVA

Em seguida, quebre a garrafa, jogando o pacote no chão ou batendo-o com um objeto pesado. Você deverá obter cacos de vidro não muito grandes.

2 Abra o embrulho com muito cuidado; usando um pedaço de pano, retire alguns cacos de vidro e ponha-os dentro da cuba vermelha. Coloque uma folha de papel branco embaixo da cuba.



CUBA VERMELHA PAPEL BRANCO

CACOS DE VIDRO

EXPERIÊNCIA A-2

CUIDADO: durante esta experiência você não deve fumar, pois usará o monoclórobenzeno, que é uma substância muito inflamável.

Protegendo os dedos com um pano, abra uma ampola de monoclórobenzeno. Para isso, quebre a ampola

no gargalo (onde há uma fita azul). Derrame o seu conteúdo na cuba vermelha, que contém os cacos de vidro. Faça o mesmo com **todas** as ampolas de monoclórobenzeno.



CACOS DE VIDRO MONOCLORO BENZENO

CUBA VERMELHA

Procure observar a parte mergulhada dos cacos de vidro.

O QUE ACONTECEU?

A parte mergulhada dos cacos de vidro ficou:

Dinâmica do segundo experimento.

O próximo experimento envolve um transferidor e a cuba semicilíndrica parcialmente cheia de água, esta cuba possui uma marcação vermelha no meio de sua face retangular, o usuário deve olhar através da cuba, pelo lado arredondado, e marcar a posição da imagem da marcação vermelha com alfinetes cravados no transferidor depositado abaixo da cuba. A partir disso o manual chama a atenção que mesmo após os raios de luz terem atravessado a cuba com água não há um desvio da luz quando se observa as posições dos alfinetes de cima, a explicação fornecida é que por a marcação observada estar exatamente no centro de curvatura da cuba, todos os raios de luz refletidos por ela que chegam ao observador não sofrem desvio de refração, já que se encontram perpendiculares à interface de mudança de meio. Em seguida o manual orienta a cravar um alfinete na direção da imagem da marcação vermelha, do lado da face retangular da cuba e um outro

alinhado ao primeiro do lado que o observador se encontra, realizando tal marcação olhando através da cuba, então o usuário pode notar, ao observar a posição dos alfinetes de cima que agora estes não se encontram alinhados, e que isso ocorre por haver um ângulo diferente de noventa graus entre o feixe de luz que parte do alfinete do lado da face retangular e atinge o olho do observador e a interface de mudança de meio de ar para água na face retangular da cuba.

COMO, POR QUÊ?

1 Quando você olhou para o eixo da cuba através da água e alinhou os 2 alfinetes com essa imagem, marcou assim o caminho que percorreram os raios luminosos do eixo da cuba até os seus olhos. Você percebeu que, seja qual for a posição do seu olho, os raios de luz que vêm do eixo da cuba e saem da cuba por seu lado curvo:

- ☐ não sofrem desvio na saída
- ☐ sofrem desvio na saída

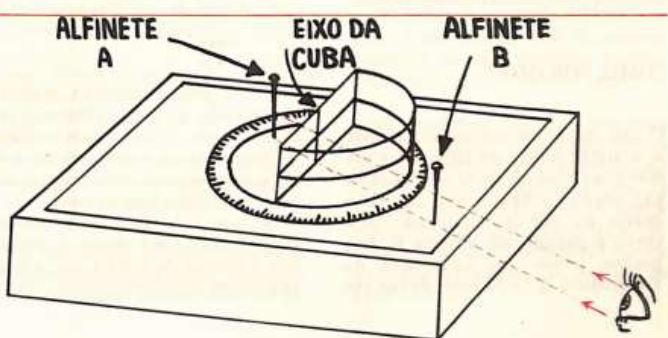
2 Os raios de luz que provêm do eixo da cuba e saem pelo lado curvo têm sempre a direção **perpendicular** à face curva da cuba. Neste caso, a luz passa de um meio para outro (água para o ar) sem sofrer desvio.

EXPERIÊNCIA B-2

1 Coloque o eixo da cuba no centro do papel-transferidor. Espete um alfinete a 1 cm de distância do eixo da cuba, próximo ao seu lado plano (alfinete A). **ATENÇÃO: o alfinete A não deve ficar sobre o diâmetro d_1 .**



2 Mantendo fechado um dos olhos, observe através da água (pelo lado curvo da cuba) a imagem do eixo da cuba e do alfinete A. Vá mudando sua posição até que a imagem do alfinete A e a imagem do eixo pareçam alinhadas. Quando conseguir que a imagem do alfinete A fique bem atrás da imagem do eixo, espete um alfinete (B) no outro lado da cuba (próximo a seu olho), de modo que este alfinete B também fique alinhado com as imagens do alfinete A e do eixo da cuba (vistas através da água).



Representação do experimento.

O experimento seguinte envolve voltar a apregoar alfinetes do lado da face retangular, de forma que pareçam alinhados com a marcação vermelha no centro da cuba ao serem observados pela face curva e marcar a posição de sua imagem aparente com outro alfinete, mas dessa vez o manual sugere que isso seja feito com três alfinetes separados em posições diferentes, posições que devem estar a um centímetro da marcação vermelha. O usuário deve então retirar a cuba e marcar as posições dos alfinetes no papel contendo a imagem do transferidor, a partir das posições marcadas existe a orientação de se traçarem linhas que vão dos alfinetes até a marcação vermelha da cuba, o manual então explica que essa foi a trajetória dos raios luminosos. Em posse do papel contendo a trajetória dos raios luminosos, o usuário é então instruído a estender os traços que ligavam os alfinetes que se encontravam no lado da face retangular até a marcação vermelha, com os traços

estendidos será possível observar os diferentes desvios que a luz sofreu nos diferentes ângulos que esta formou com a interface água ar.

Logo após as instruções para a realização do experimento, o manual traz uma dinâmica de perguntas a respeito do que foi observado, perguntas chamam a atenção para os diferentes desvios sofridos e como eles se relacionam com os ângulos de “entrada” dos raios luminosos.

dos, olhe através da água pelo lado curvo da cuba (como na experiência anterior) e espete um alfinete **B₁**, de modo a alinhá-lo **com A₁**, e **com o eixo da cuba**. Marque no papel-transferidor essa posição do alfinete (**B₁**).

Em seguida, coloque o alfinete A na posição **A₂** e repita a operação, marcando no papel-transferidor a posição **B₂** que lhe corresponde. Faça o mesmo para **A₃** e **B₃**.

3 Retire agora a cuba e o papel-transferidor de cima da caixa do kit. Você vai traçar linhas **a** lápis nessa folha e convém colocá-la numa superfície dura.

4 Trace uma linha **da posição A₁**, ao **eixo da cuba** (centro) e outra linha **do eixo da cuba a B₁**. Essas duas linhas indicam o caminho percorrido pelo raio luminoso que passou pelo alfinete **A₁**, pelo eixo da cuba e pelo alfinete **B₁**. Faça o mesmo para os pontos **A₂** e **B₂** e

guio formado por uma linha **b** e o respectivo prolongamento de **a**. Esses 3 ângulos indicam os **desvios** que sofreram os raios luminosos provenientes de **A₁**, **A₂** e **A₃** ao penetrarem na água da cuba.

No exemplo, quando o alfinete A estava na posição **A₁**, sua imagem foi até o eixo da cuba seguindo a linha **a₁**. Ao penetrar na água, o raio de luz que trazia essa imagem sofreu um **desvio** e seguiu a linha **b₁**, passando pelo alfinete **B₁**. O ângulo formado pela linha **b₁** e pelo prolongamento da linha **a₁** indica o desvio que sofreu o raio luminoso vindo do alfinete **A₁**, quando penetrou na água da cuba e sofreu **refração**.

Pode acontecer também que algumas das linhas **b** coincida com o prolongamento de **a**. No exemplo, isto não ocorre. Mas se houver tal coincidência, não existirá um ângulo entre **b** e o prolongamento de **a**. Isto significa que o raio luminoso que sai de A não sofre desvio ao penetrar na água da cuba.

9

Visualização do desvio dos raios luminosos.

O manual agora sugere que o usuário coloque óleo sobre a água que se encontra na cuba, e experimente observar a imagem de um alfinete que atravessa a cuba, ele chama atenção para como o alfinete parece “quebrado” e explica que isso acontece porque a luz sofre desvios diferentes na água e no óleo.

O QUE ACONTECEU?

Preencha com o que você observou:

1 O desvio da imagem de A_1 é _____ (maior, menor) que o desvio da imagem de A_2 ; o desvio da imagem de A_2 é _____ (maior, menor) que o desvio da imagem de A_3 .

2 Portanto, quanto mais afastado do diâmetro d , estiver o alfinete A , _____ (maior, menor) será o desvio que sofrerá a sua imagem.

3 Assim, para obter um grande desvio, é necessário _____ (aproximar, afastar) o alfinete A da cuba com água.

Você imagina o que aconteceria se utilizasse na cuba outro líquido diferente da água? Faça a experiência seguinte e verifique.

MONTAGEM B-4

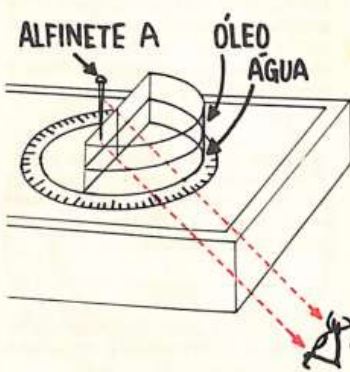
1 Deixe a cuba com água até a metade. Complete com óleo (de cozinha) até quase em cima. **ATENÇÃO:** cuidado para não engordurar a cuba por fora, pois você vai colocá-la em cima do papel-transferidor.

2 Ponha a folha de papel-transferidor sobre a caixa do kit (use o outro lado da folha). Coloque a cuba no lugar adequado do papel.

EXPERIÊNCIA B-4

Espete um alfinete (A) a 1 cm de distância do eixo da cuba, em seu lado

plano (bem afastado do diâmetro d). Feche um dos olhos. Olhando pelo lado curvo da cuba, observe a imagem do alfinete A através da água e do óleo (não é necessário alinhar com o eixo da cuba).



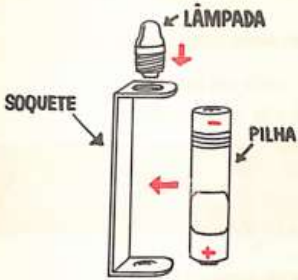
O QUE ACONTECEU?

A imagem do alfinete A , vista através da água e do óleo:

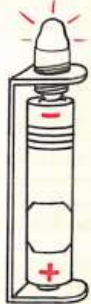
Perguntas feitas sobre o experimento anterior e experimento da cuba contendo óleo e água.

Agora o usuário é convidado a repetir a dinâmica de marcação das imagens que realizou nos outros experimentos, porém utilizando a cuba que possui água e óleo, para poder notar a diferença de desvio entre esses meios, em seguida há um texto de fundamentação teórica a respeito de índices de refração.

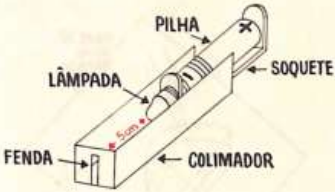
O experimento seguinte envolve a construção de um colimador de cartolina, que será utilizado para observar a trajetória de raios colimados que incidem no lado curvo da cuba semicircular, o arranjo colimador deve ser movido de forma que se possa observar os diferentes desvios que ocorrem na saída destes pelo lado retangular, e o momento em que os raios são refletidos. O manual então contextualiza o aluno a respeito da reflexão que ocorre a partir de certos ângulos formados com a perpendicular da interface entre meios com diferentes índices de refração.



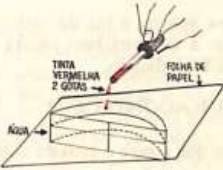
4 Para acender a lâmpada, basta enroscá-la no soquete e fazê-la encostar na base da pilha. Deixe a lâmpada apagada até o momento de usar.



5 Coloque o conjunto formado pelo soquete, pilha e lâmpada dentro do colimador. Observe que a ponta da lâmpada deve ficar a 5 cm de distância da fenda.



6 Derrame água na cuba semicilíndrica até pouco mais da metade.



Se você dispuser de tinta vermelha de caneta, acrescente duas gotas na água da cuba.

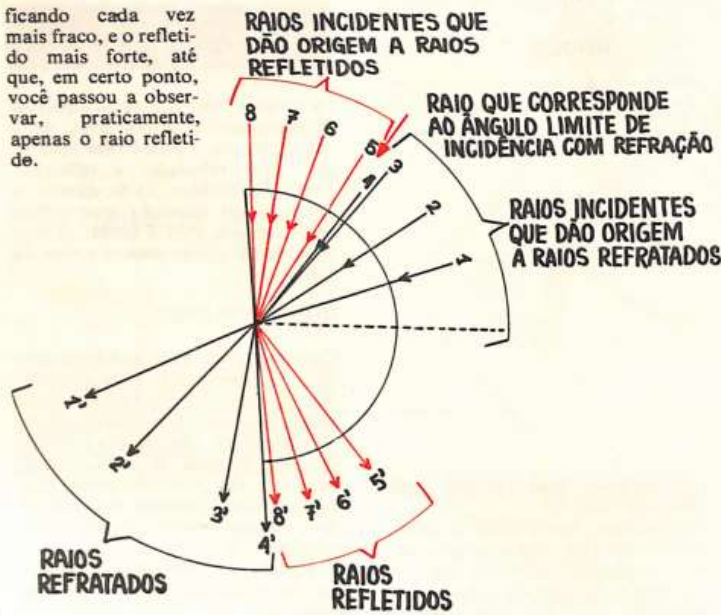
7 Desenhe o contorno da cuba semicilíndrica numa folha de papel branco. Trace a perpendicular ao lado plano da cuba, a partir do eixo. Coloque a cuba com água sobre o contorno traçado na folha.



EXPERIÊNCIA C-1

Leia os 3 passos seguintes até o fim antes de começar a experiência

Colimador e arranjo da cuba semicircular.



ficando cada vez mais fraco, e o refletido mais forte, até que, em certo ponto, você passou a observar, praticamente, apenas o raio refletido.

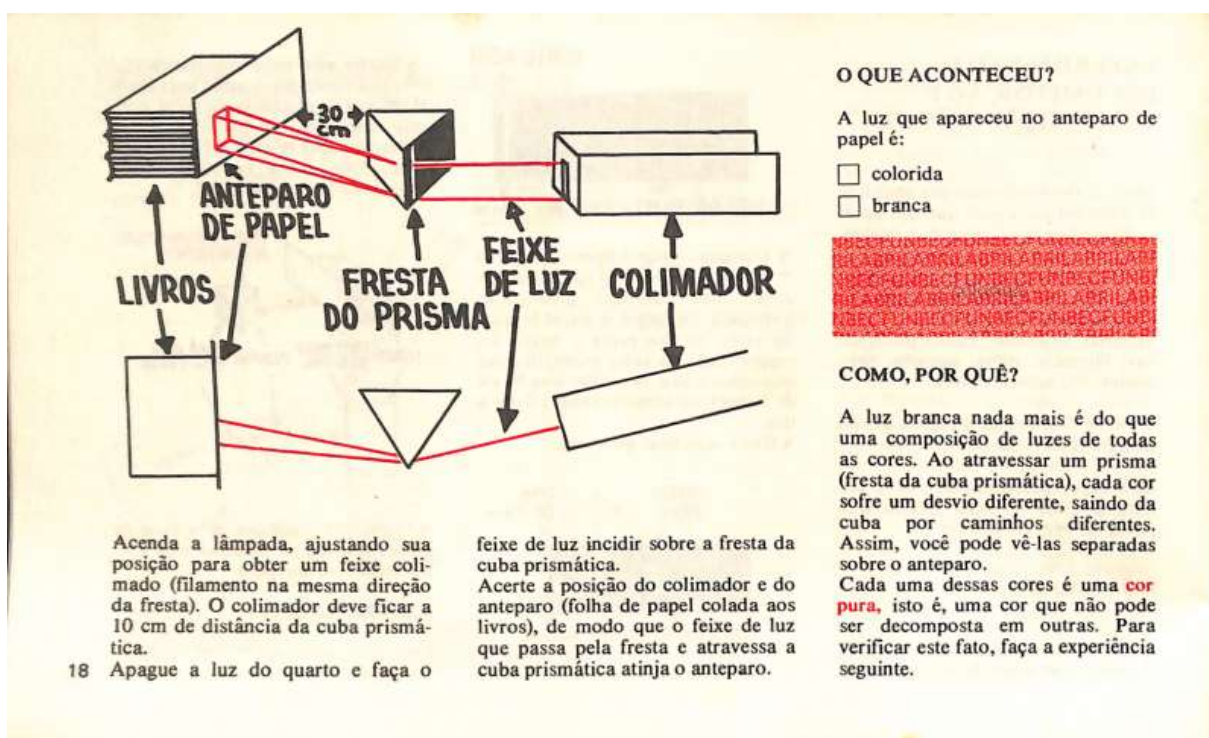
Isto se deve ao seguinte fato: Quando o **ângulo de incidência** aumenta, aumenta também o **desvio** que sofre o raio refratado. Você já verificou este fenômeno, com os alfinetes, na Experiência B-3 (pág. 9 e 10). Chega um determinado ângulo de incidência em que o raio incidente (4) dá origem a um raio que sai exatamente pelo lado plano da cuba (raio 4'). Se depois disso o ângulo de incidência continuar a aumentar, os raios incidentes sofrerão um desvio tão grande que, em vez de serem **refratados**, serão **refletidos**.

Um fenômeno semelhante ocorre quando você olha para as águas de um lago. Se você olhar bem de cima (na vertical), verá praticamente só os raios refratados, que vêm do fundo da água. Enxergará então o fundo do lago.

Mas, se você olhar para o lago bem de baixo e inclinado, verá praticamente apenas os raios refletidos, que vêm das árvores e casas da outra margem. Enxergará, assim, essas árvores e terá a impressão de que a superfície do lago é um espelho.

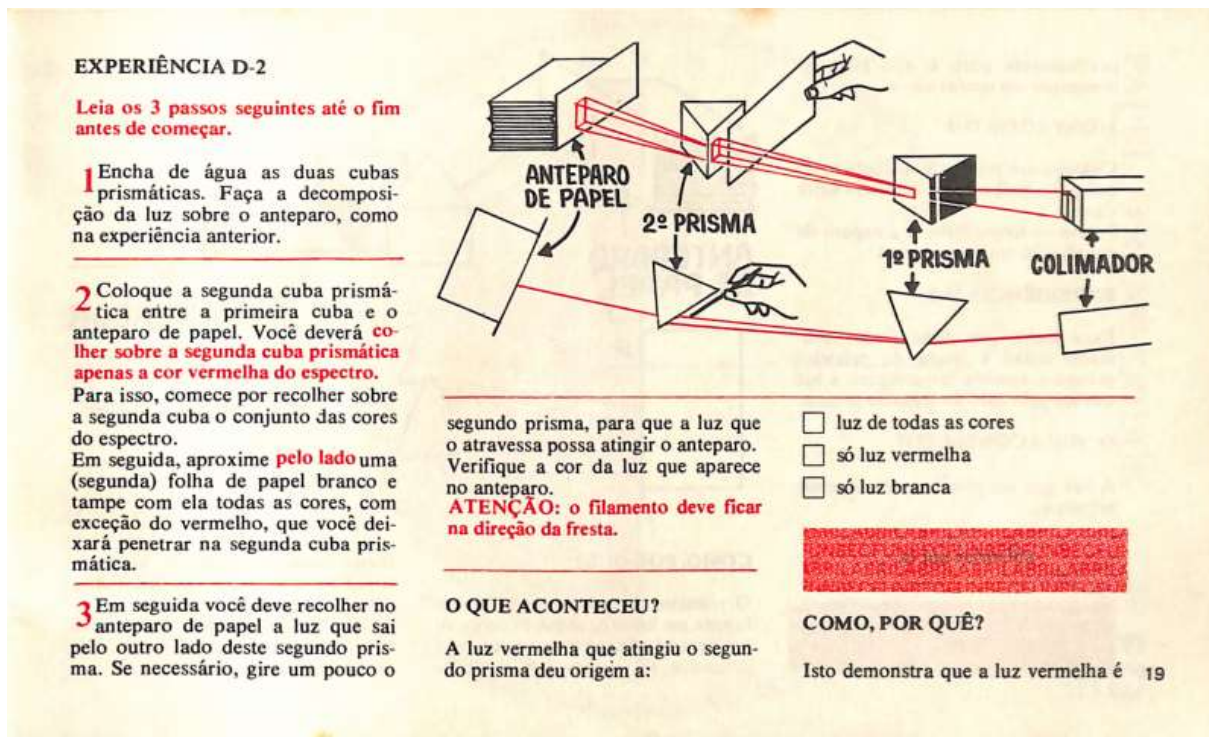
Trajetória dos raios refratados e refletidos.

Utilizando o colimador e um prisma, o manual agora propõe a decomposição da luz da lâmpada, para que seja observado que a luz é composta e as componentes da luz sofrem desvios diferentes ao serem refratadas.



Esquema montado para separar a luz.

Após realizar a separação do espectro luminoso, o material sugere que o usuário observe uma faixa isolada desse espectro (vermelha) atravessando um outro prisma, ao fazê-lo o manual informa que a luz vermelha não pode ser decomposta em outras cores tal qual a luz branca.



Esquema para mostrar que a luz vermelha não é decomposta como a branca.

O último experimento propõe, com um arranjo bem próximo e invertido dos prismas, recompor a luz branca. Com esse arranjo a luz é primeiramente separada ao atravessar o primeiro prisma, mas quando atravessa o segundo, o desvio ocorre de forma semelhante porém invertida, fazendo com que no anteparo o usuário possa observar luz branca.

praticamente pura e não pode se decompor em outras cores.

MONTAGEM D-3

Coloque um prisma quase colado ao outro (deixe 2 mm de distância entre eles). Ponha os livros (com o anteparo de papel) a 30 cm dos prismas.

EXPERIÊNCIA D-3

Faça incidir um feixe de luz colimado sobre a fresta do primeiro prisma e recolha no anteparo a luz que sai **pelo lado** do segundo prisma.

O QUE ACONTECEU?

A luz que sai pelo lado do segundo prisma é:

☐ de todas as cores

☐ branca

20

COMO, POR QUÊ?

O primeiro prisma **decompôs** a luz branca em luzes de todas as cores. A luz decomposta penetrou no segundo prisma e foi **recomposta** por ele.

Desta maneira, todas as cores se somaram e voltou a sair luz branca pelo lado oposto. Isto revela como a luz branca pode ser decomposta ou recomposta a partir de seus componentes.

Arranjo do último experimento.

Kit “Arquimedes” da coletânea “Os cientistas”

Kit de nome “Arquimedes” da coletânea “Os Cientistas: A grande aventura da descoberta científica”, o material didático é composto por três partes:

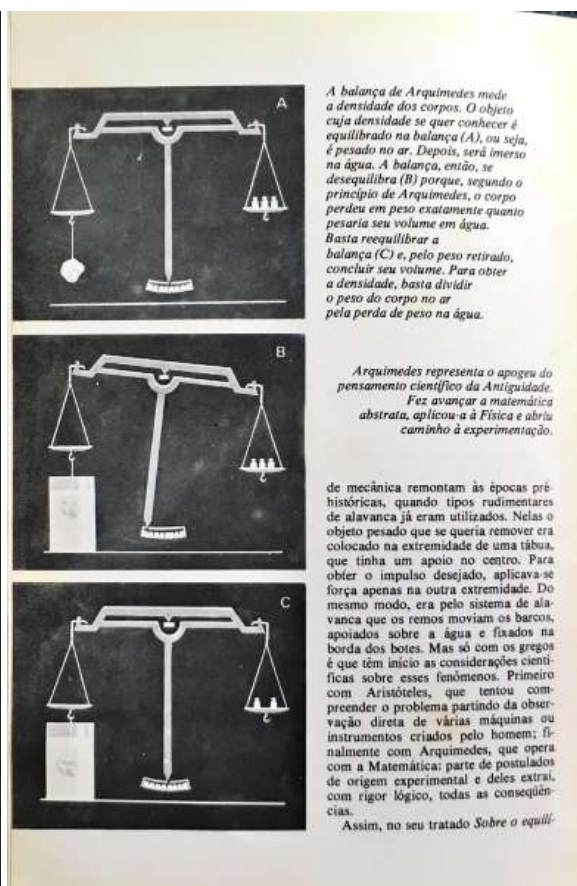
- 1) Um fascículo que traz um pouco da história de vida e da contribuições de Arquimedes
- 2) O kit experimental, que contém o material para realização de experimentos relacionados com o peso aparente.
- 3) Um manual para a realização de tais experimentos.

O link para acesso do material fotografado em nosso banco de dados é:

<https://drive.google.com/drive/folders/1vx5XFvVdiB4AtnEyoMTDZt4MhsjYSNU3?usp=sharing>



Capa do fascículo.



Ilustrações e texto no fascículo

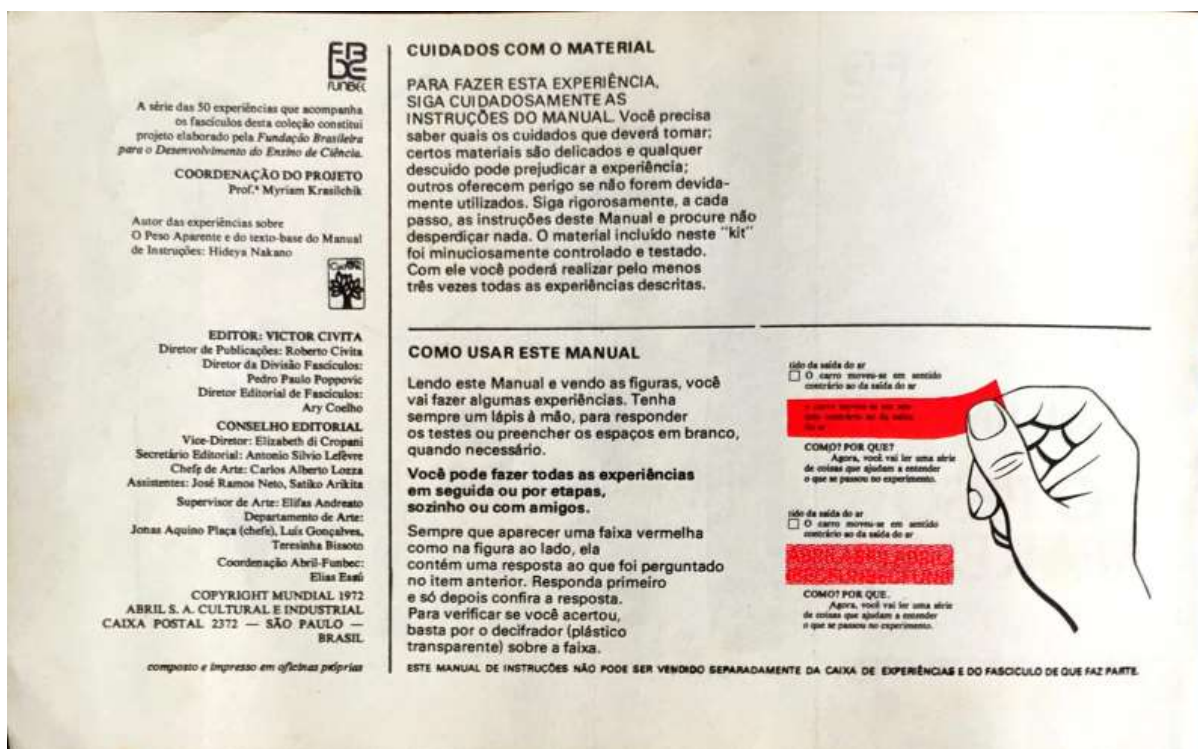
Descrição do manual:

O manual começa enumerando e nomeando as peças que compõe o kit em uma imagem:



Componentes inclusos no kit experimental.

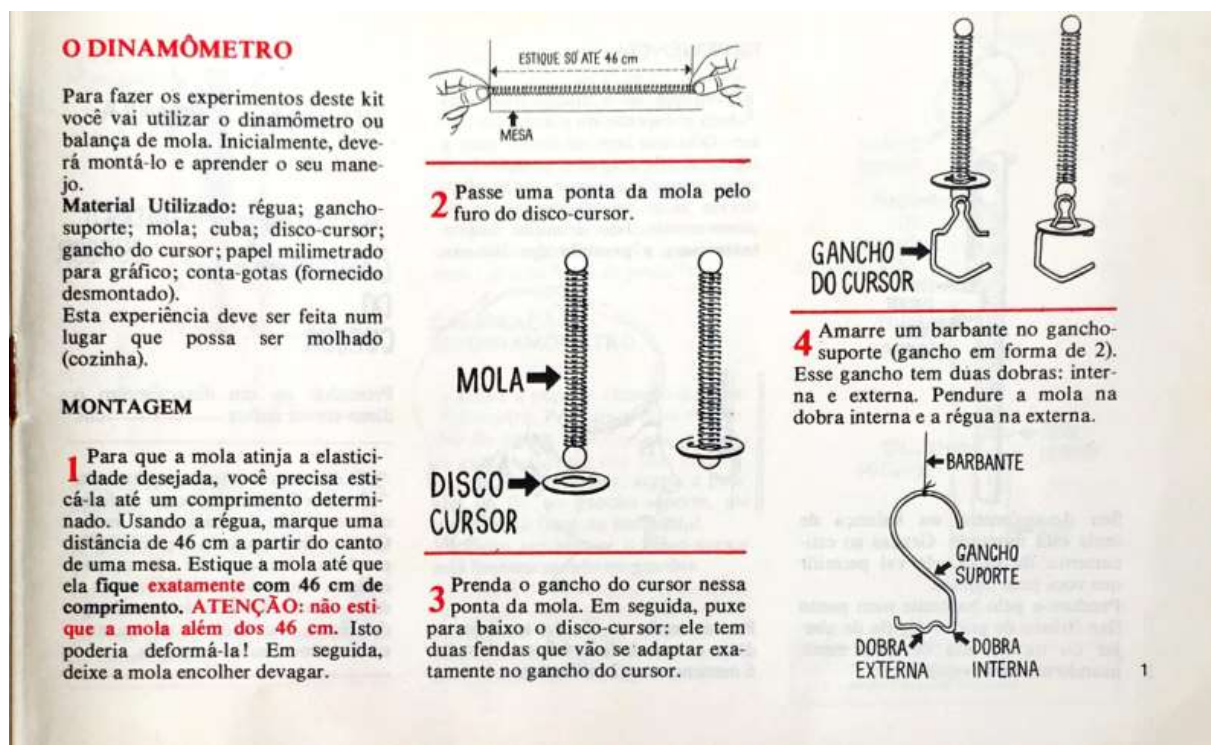
Logo depois da descrição do conteúdo do kit, o manual segue explicando sua dinâmica de funcionamento:



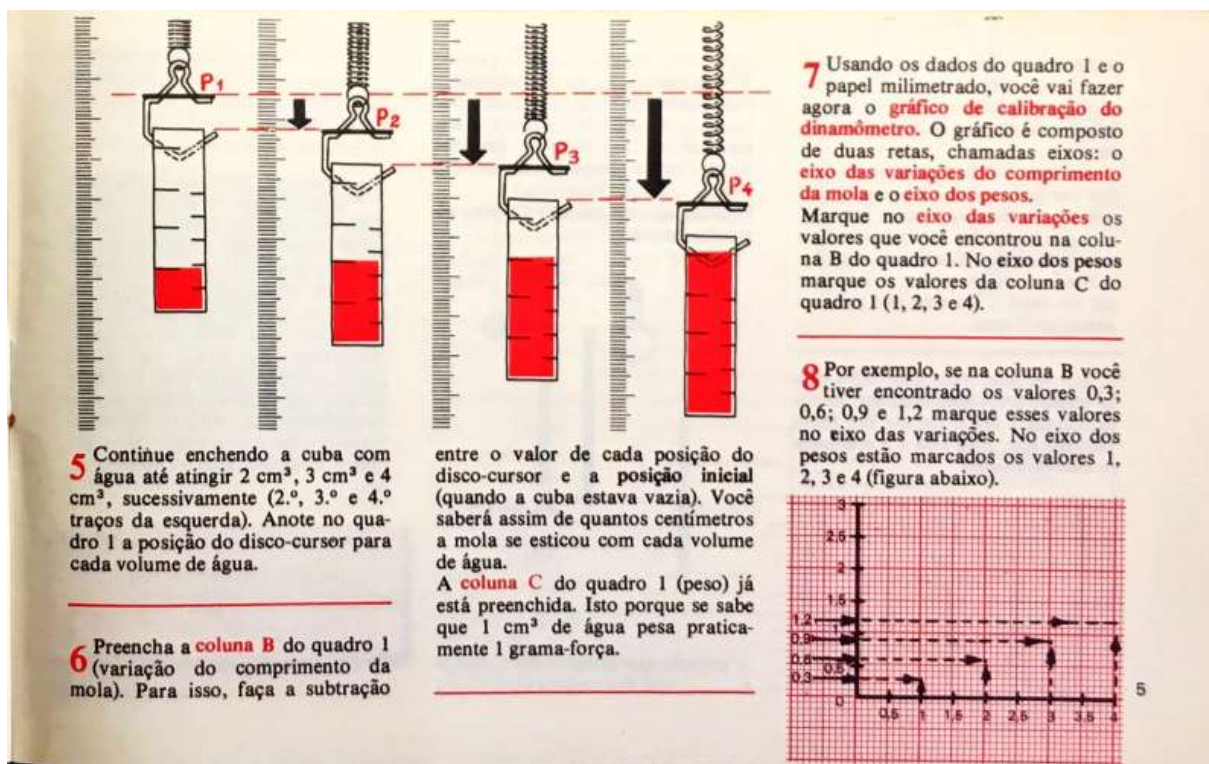
Instruções do uso do manual.

Aqui o manual informa como o material e o manual devem ser utilizados, o kit possui todo material necessário para a realização dos experimentos, que serão sugeridos, por pelo menos três vezes e a dinâmica de perguntas e respostas com a utilização do “decifrador” de forma que será possível para o usuário do kit tentar responder as perguntas sem ter acesso as respostas, e posteriormente verificá-las.

A primeira dinâmica sugerida no manual é a montagem de um dinamômetro com as peças contidas no kit, o manual dá instruções passo a passo de como devem se encaixar as peças, com o dinamômetro montado o manual explica que existe proporcionalidade entre a deformação da mola e o peso pendurado no dinamômetro, a partir disto a próxima sugestão é a realização de uma calibração do equipamento utilizando uma cuba graduada de volumes conhecidos e um conta gotas que permitirá controlar a massa da cuba pendurada na mola para que seja possível se descobrir a relação entre a massa da cuba e a deformação da mola.



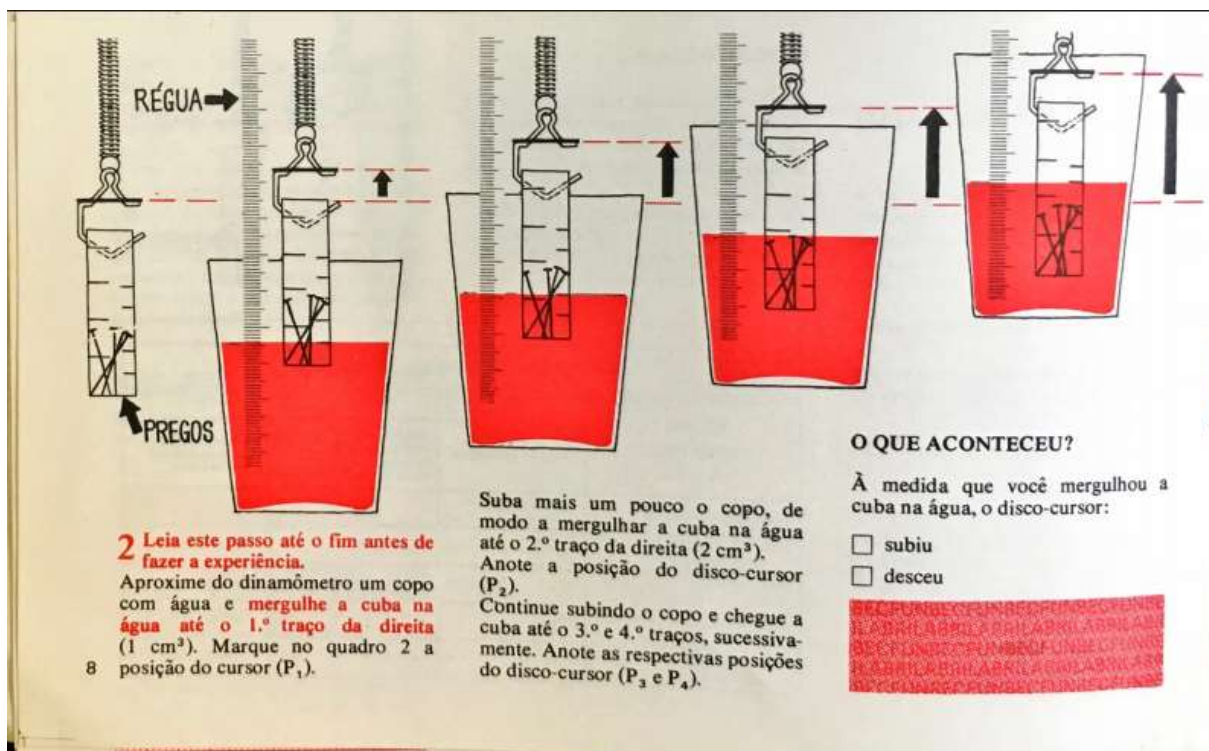
Montagem do dinamômetro.



Calibração do dinamômetro.

A calibração do dinamômetro se dá com a construção de um gráfico de posição da mola por massa na cuba, e a sugestão do manual é que o usuário posteriormente verifique a massa medida no dinamômetro projetando o ponto do eixo posição no eixo das massas utilizando a reta que foi traçada com os pontos da cuba.

Tendo calibrado o dinamômetro o manual segue para o primeiro experimento, nele o usuário deve colocar pregos em na cuba até que haja deformação de um centímetro na mola em relação a cuba vazia, e posteriormente mergulhar a cuba na água até as marcações de volume presentes nela e anotar a nova posição da mola.



Experimento A

Após a realização do experimento, o manual realiza uma conceitualização teórica, explicando que Arquimedes notou que o peso aparente dos objetos muda quando esses são submersos, e então introduz o conceito de empuxo.

COMO, POR QUÊ?

1 Aparentemente, à medida que você mergulhou a cuba na água, o peso da cuba diminuiu, pois a mola se encolheu. Por isso se diz que os corpos mergulhados na água possuem um **peso aparente menor**.

2 Arquimedes descobriu que, quando um corpo (por exemplo, uma bola) é mergulhado na água, a água exerce sobre ele uma força que o empurra para cima. Esta força é chamada **empuxo**. Se o peso do corpo for maior que o empuxo, o corpo vai ao fundo da água. Se o empuxo for maior que o peso, o corpo vai para a superfície da água.

A BOLA SOBE
 EMPUXO MAIOR QUE O PESO

EMPUXO
 CORPO A
 PESO
 CORPO B
 PESO MAIOR QUE O EMPUXO
 A BOLA AFUNDA

3 Assim, quando a cuba foi mergulhada na água, ela sofreu a ação de um empuxo, que a empurrou para cima. Por isso, seu peso pareceu diminuir. Para compreender melhor este fenômeno, é necessário continuar a preencher o quadro 2.

4 Preencha a coluna B: **diferença entre cada posição do cursor e a posição inicial** (cuba fora da água). Você saberá assim de quanto subiu o disco-cursor à medida que foi mergulhando a cuba.

5 Preencha a coluna C:
 O objetivo dessa coluna é saber de quanto diminuiu (aparentemente) o peso da cuba à medida que você a mergulhou na água. Isto é, saber qual foi o empuxo que a empurrou para cima quando você mergulhou volumes de 1 cm³, 2 cm³, 3 cm³ e 4 cm³. Para preencher esta coluna, você deve usar o **gráfico de calibração do dinamômetro**. Veja no gráfico a que pesos correspondem as variações de comprimento (encolhi-

mentos), marcados na coluna B. Anote esses pesos na coluna C.

6 Confira os resultados das colunas B e C no quadro-resposta (abaixo). Se você procedeu corretamente, fazendo as leituras com os olhos na altura do disco-cursor, deve ter obtido resultados bastante próximos destes.

QUADRO-RESPOSTA EMPUXO E VOLUME MERGULHADO	
VOLUME MERGULHADO DA CUBA	C DIMINUIÇÃO DE PESO OU EMPUXO
CUBA FORA DA ÁGUA	—
CUBA MERGULHADA 1 cm³ (1.º traço da direita)	
CUBA MERGULHADA 2 cm³ (2.º traço da direita)	
CUBA MERGULHADA 3 cm³ (3.º traço da direita)	
CUBA MERGULHADA 4 cm³ (4.º traço da direita)	

9

Fundamentação teórica.

Em seguida, o manual traz uma série de perguntas a serem respondidas pelo usuário a respeito das suas experiências anteriores.

O QUE ACONTECEU?

Observe a coluna C e preencha:

1 Você verifica que o empuxo que sofre a cuba na água é tanto maior quanto _____ (maior, menor) for seu volume mergulhado.

2 Quando você mergulhou na água um volume de 1 cm^3 , houve um empuxo (diminuição aparente de peso) de _____ gramas-força. Com um volume mergulhado de 2 cm^3 o empuxo foi de _____ gf; com 3 cm^3 , o empuxo foi de _____ gf. e com 4 cm^3 , o empuxo foi de _____ gf. Confira os seus resultados:

3 Você pode observar que os números que exprimem o volume mergulhado e os números que exprimem o empuxo são:

☐ bastante diferentes

☐ praticamente iguais

4 Assim, quando um corpo é mergulhado na água, o empuxo que a água exerce sobre sua parte mergulhada tem o mesmo valor (numérico) que o volume da parte mergulhada (desde que o empuxo seja expresso em gramas-força e o volume em cm^3).

5 Graças a isso, quando se deseja conhecer o volume de um corpo, pode-se mergulhá-lo na água e verificar o empuxo que ele sofre. Por exemplo, se um corpo sofre um empuxo de 2 gf, é porque o volume da sua parte mergulhada é 2 cm^3 .

EXPERIÊNCIA A-2

Você imagina o que aconteceria se aumentasse a carga da cuba?

1 Coloque mais alguns preguinhos na cuba.

2 Repita toda a experiência A-1, mergulhando a cuba 1 cm^3 , 2 cm^3 , 3 cm^3 e 4 cm^3 , sucessivamente (seguindo a escala da direita). Anote os novos resultados no quadro 3 e preencha as colunas A, B e C.

QUADRO 3 -- EMPUXO SOBRE CUBA MAIS PESADA

VOLUME MERGULHADO DA CUBA	A	B	C
	POSICÃO DO CURSOR	VARIACÃO DE COMPRIMENTO DA MOLA	DIMINUIÇÃO DE PESO OU EMPUXO (ver a experiência A-1)
FORA DA ÁGUA	$P_0 = \text{cm}$	0	0
MERGULHADA 1 cm^3	$P_1 = \text{cm}$	$P_0 - P_1 = \text{cm}$	gf
MERGULHADA 2 cm^3	$P_2 = \text{cm}$	$P_0 - P_2 = \text{cm}$	gf
MERGULHADA 3 cm^3	$P_3 = \text{cm}$	$P_0 - P_3 = \text{cm}$	gf
MERGULHADA 4 cm^3	$P_4 = \text{cm}$	$P_0 - P_4 = \text{cm}$	gf

Perguntas do manual.

Logo em seguida ocorre a sugestão de que o usuário repita os experimentos com uma massa maior dentro da cuba, e então há uma nova fundamentação teórica a respeito do empuxo. Terminado o primeiro experimento há uma introdução da próxima atividade, que consistirá em determinar a densidade de alguns materiais presentes no kit.

O QUE ACONTECEU?

1 Com um peso maior de preguiños, os valores que você encontrou para o empuxo foram:

- ☐ maiores
☐ iguais

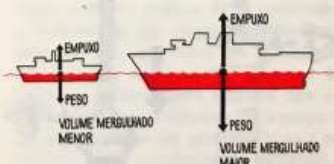
2 Portanto, você pode concluir que o empuxo:

- ☐ depende do peso do corpo
☐ não depende do peso do corpo

COMO, POR QUÊ?

Isto não quer dizer que o peso de um corpo (de um navio, por exemplo) não tenha influência sobre sua capacidade de flutuar.

Quanto maior for o peso de um navio, maior será a força que o empuxo terá que vencer para que o navio flutue. Mas **o empuxo que empurra para cima o navio depende apenas do volume da parte do navio que está mergulhada na água**. Não importa qual seja o peso dessa parte imersa. Assim, quanto maior (e mais pesado) for o navio, maior deve ser a sua parte imersa, de modo a produzir um grande empuxo, capaz de vencer o grande peso da embarcação.



EXPERIMENTO B: O PESO ESPECÍFICO

Quando você coloca óleo e água num recipiente, o óleo fica acima da água. Por isso se costuma dizer que o óleo é "mais leve" do que a água. Isto significa que um determinado volume de óleo (1 centímetro cúbico, por exemplo) pesa menos que um mesmo volume (1 cm³) de água. Em outras palavras, o **peso específico** do óleo é menor que o da água.

Os sólidos também podem apresentar pesos específicos diferentes. Se uma bola de chumbo pesa mais que uma bola de vidro do mesmo volume, é porque o peso específico (peso por unidade de volume) do chumbo é maior que o do vidro. Por isso se costuma dizer que "o chumbo é mais pesado que o vidro".

Neste experimento você vai utilizar o dinamômetro e a noção de empuxo para determinar o peso específico de líquidos e sólidos.

11

Conceitualização a respeito do empuxo e introdução do próximo experimento.

Nesse experimento o usuário será instruído a medir a densidade do óleo, utilizando o deslocamento da mola ao se encher a cuba (de volume conhecido) com óleo e observar a deformação da mola, o peso aparente e a densidade de sólidos (bola de chumbo), medindo seu peso utilizando o dinamômetro, e seu volume ao calcular o empuxo, submergindo o sólido e utilizando o dinamômetro para medir a diferença de deformação.

Peso da bola de chumbo
Para pesar a bola de chumbo, anote a posição do cursor antes e depois de colocar a bola na peneira. Calcule a variação de comprimento da mola. Em seguida, usando o gráfico de calibração, verifique qual o peso que corresponde a essa variação. O peso da bola de chumbo é _____ gramas-força. Confira:

Volume da bola de chumbo
1 Uma forma de se saber o volume da bola de chumbo é conhecer o empuxo que ela sofre quando mergulhada na água. Anote no quadro 5 (pág. 16) a posição do cursor com a bola de chumbo na peneira (linha A).
2 Mergulhe a peneira dentro de um vasilhame com água (serve um copo, desde que bem largo e fundo).

ATENÇÃO: mergulhe a peneira só até o final da alça; a peneira não deve encostar nos lados nem no fundo da vasilha. Observe a nova posição do cursor e anote-a no quadro 5 (linha B).
3 Determine a variação de comprimento da mola (valor da linha A menos valor da linha B) e anote na linha C: este é o valor do encolhimento da mola quando a peneira foi mergulhada na água.

Dinâmica utilizando a bola de chumbo.

QUADRO 6 – EMPUXO SOBRE A PENEIRA (SEM BOLA DE CHUMBO)

A	POSIÇÃO DO CURSOR com peneira fora da água	cm
B	POSIÇÃO DO CURSOR com peneira mergulhada	cm
C	VARIAÇÃO DO COMPRIMENTO DA MOLA	cm
D	EMPUXO (ver no gráfico)	gf

Preencha em seguida as linhas C e D (consultando o gráfico).

7 O empuxo exercido apenas sobre a bola é igual ao empuxo da peneira com bola: _____ gf (quadro 5) menos o empuxo sobre a peneira sem bola: _____ gf (quadro 6). Seu resultado é: _____ gramas-força. Confira:

8 Se esse é o valor do empuxo exercido pela água sobre a bola de chumbo, então o volume da bola de chumbo é de: _____ cm³.

9 O peso específico é igual ao peso dividido pelo volume. O peso da bolinha de chumbo você já encontrou (pág. 6). O volume você acaba de encontrar. Portanto, o peso específico é de: _____ gf/cm³.

EXPERIÊNCIA B-3

1 Calcule o peso específico da peça de chumbo, repetindo os passos da Experiência B-2 e preenchendo o quadro 7.

2 Peso da peça de chumbo: _____ gramas-força. Empuxo _____

3 Assim, o peso específico da peça de chumbo é:

QUADRO 7 – EMPUXO SOBRE A PEÇA DE CHUMBO

		peneira com peça de chumbo	peneira sem peça de chumbo
A	POSIÇÃO DO CURSOR com peneira fora da água	cm	cm
B	POSIÇÃO DO CURSOR com peneira mergulhada	cm	cm
C	VARIAÇÃO DO COMPRIMENTO DA MOLA	cm	cm
D	EMPUXO (ver no gráfico)	gf	gf

exercido apenas sobre a peça de chumbo: _____ gramas-força.
Volume da peça de chumbo: _____ cm³.
Peso específico: _____ gf/cm³.

17

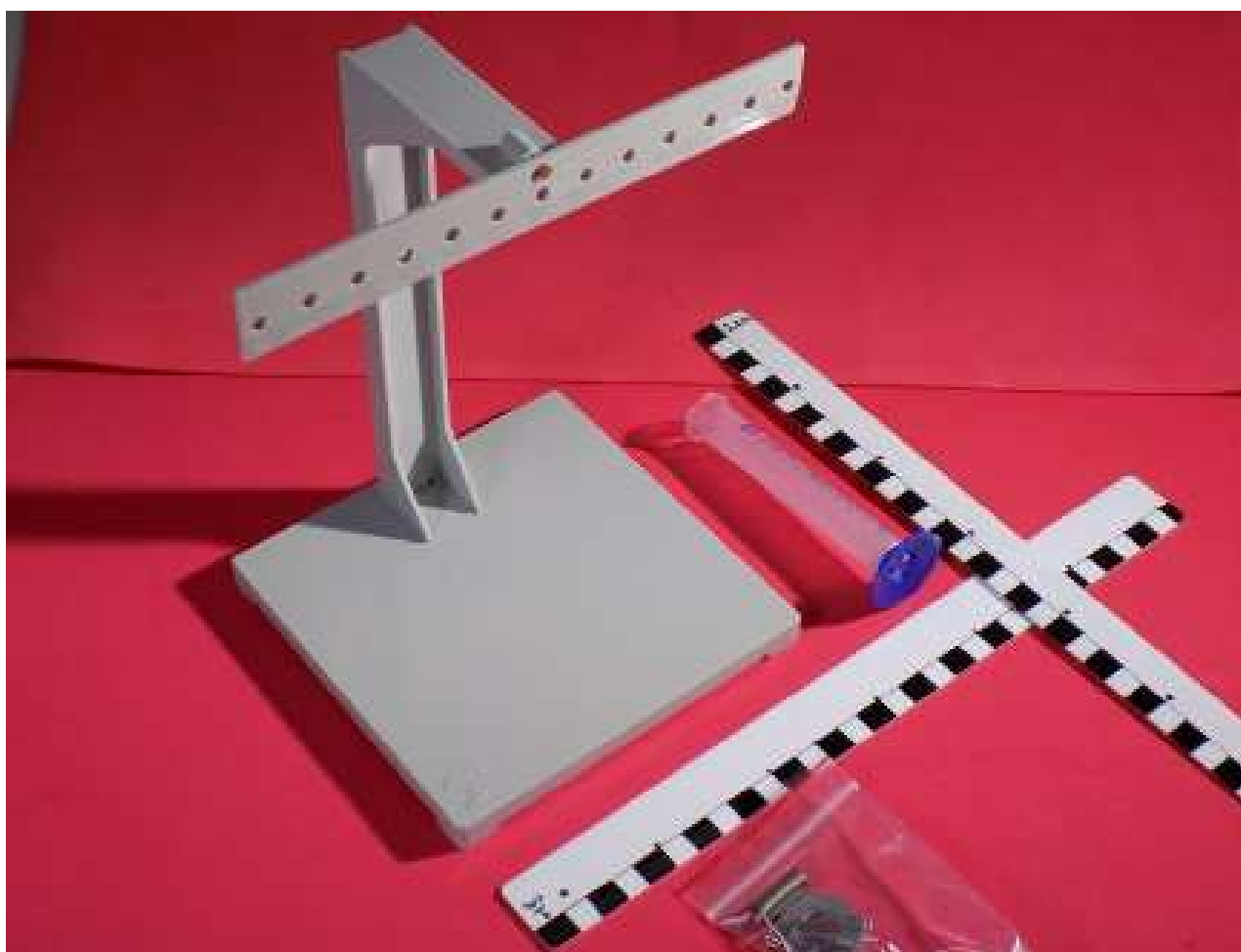
Procedimento sugerido pelo manual para a realização dos cálculos.

Kit experimental da Sociedade Brasileira de Física

Kit experimental utilizado na Olimpíada de Física das Escolas públicas. Este kit experimental não possui nenhum manual, sendo composto apenas pelo material experimental.

O link para acesso do material fotografado em nosso banco de dados é:

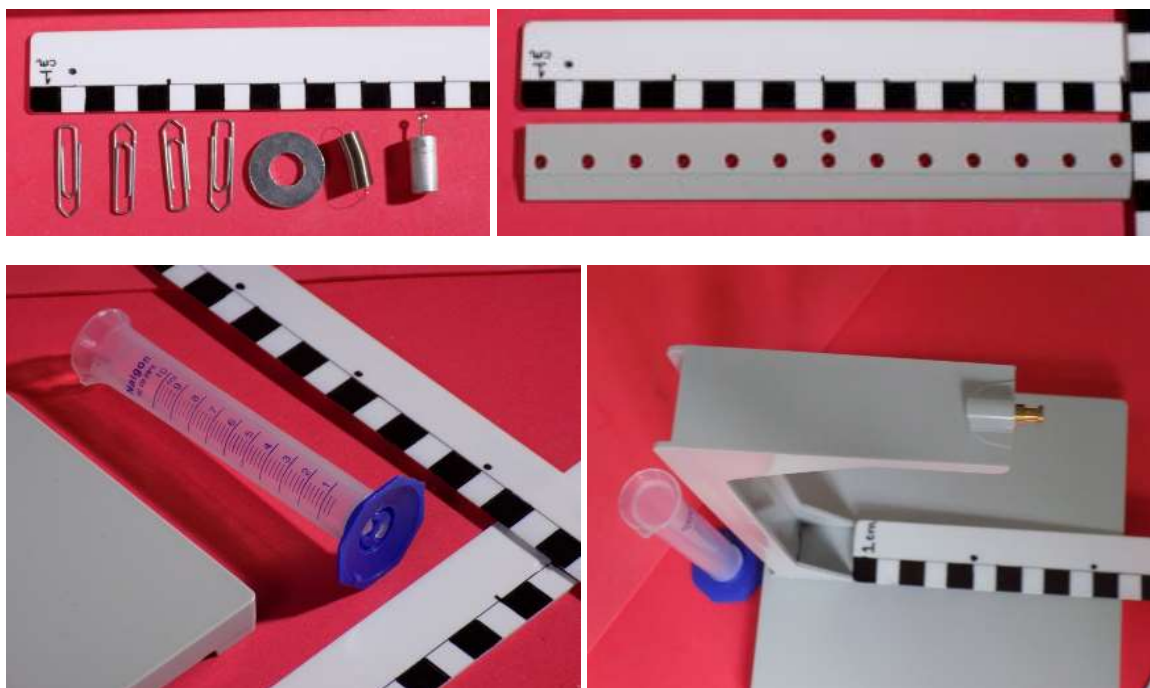
<https://drive.google.com/drive/folders/1mKzRykuJnEPI3xyHpd3Zqc6ucpdmXrwL?usp=sharing>



Visão geral do kit experimental com uma de suas montagens possíveis.

Este kit experimental é composto por uma plataforma com uma espécie de mastro acoplado, este mastro possui em sua ponta um pino, que permite a fixação de alguns componentes do kit, esses componentes são uma régua com furos

periodicamente espaçados, uma mola e um peso de metal, o kit também conta com um tubo de plástico graduado, uma arruela e alguns clips de papel.



Componentes do kit experimental



Outra possibilidade de montagem do kit experimental.

O kit permite a realização de diversos experimentos didáticos, entre eles, é possível a construção de uma balança com braços variáveis (utilizando a régua com furos espaçados e os clips de papel) em que se podem discutir conceitos como massa, peso e torque, um dinamômetro (utilizando a mola e o peso) que permite trabalhar a deformação da mola em relação a uma força aplicada pelo peso e

também utilizando o tubo graduado é possível realizar experimentos sobre empuxo, observando a diferença na extensão da mola ao submergir o peso a ela acoplado.