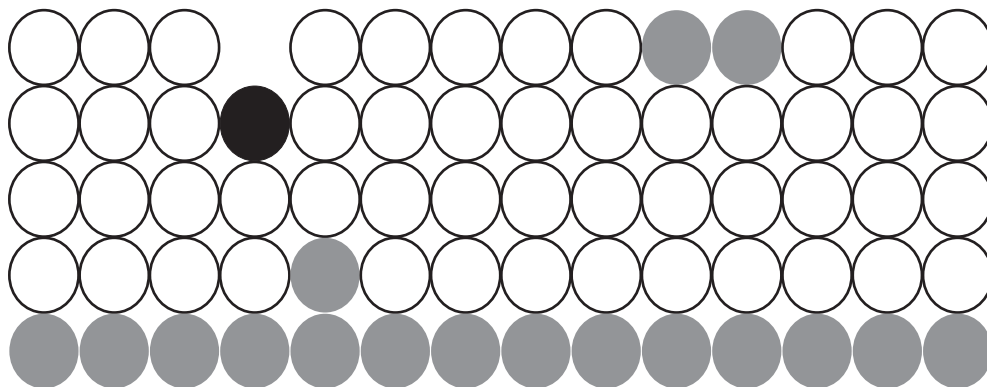


TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

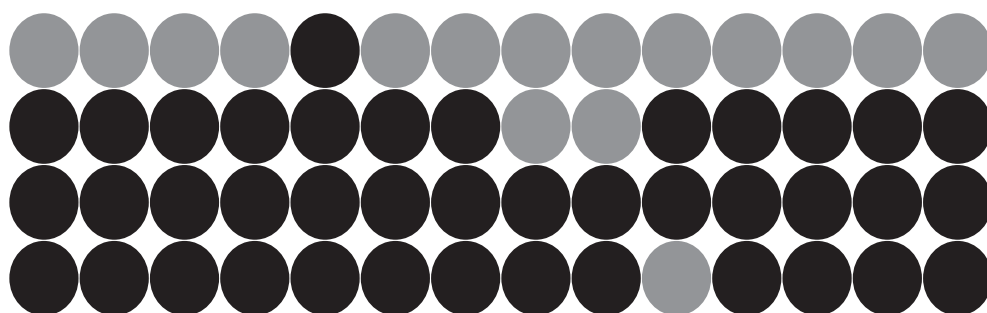
Nº 16

2005



ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE FÍSICA PARA CRIANÇAS DE 07 A 10 ANOS

Carlos Schroeder



Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física

 Instituto de Física - UFRGS

ISSN 1807-2763

Introdução

É possível – e desejável – ensinar Física a crianças de idade inferior a dez anos. Os motivos que me levam a afirmar isso são vários, mas gostaria de destacar os que considero mais relevantes nos parágrafos a seguir. Antes, porém, creio ser essencial destacar uma observação que tem guiado todo o ensino de Física para crianças que pratico: as crianças não raciocinam da mesma forma que os adolescentes e os adultos. As teorias científicas (não só as da Física) não são dirigidas às crianças e, portanto, correm seriamente o risco de não ser compreendidas por elas. Ensinar Física para crianças, então, requer um enfoque diferenciado que se encaixe naquilo que lhes é acessível.

Por outro lado, as teorias da Física nada mais são do que modelos que descrevem aquilo que podemos chamar realidade física. Ao invés de focar o ensino nas teorias propriamente ditas, o ensino às crianças deveria virar o foco à observação e a discussão de fenômenos físicos. Uma das causas do fracasso do ensino de Matemática e Ciências mais difíceis de ser corrigidas está no fato de os alunos cedo passarem a aceitar passivamente os conteúdos apresentados pelos professores, principalmente por não ter espaço para expressar seus pontos de vista. A falta de oportunidade de explorar suas próprias concepções leva-os a simular o aprendizado, principalmente quando não estão de forma alguma convencidos daquilo que vêem, ouvem, ou lêem, tanto na sala de aula como no laboratório. As conseqüências geralmente só são sentidas quando esses alunos já são adolescentes e não conseguem se separar de alguns erros – ou enganos - conceituais que vêm carregando desde muitos anos.

Entre os erros conceituais mais comuns na Física, destaco, para fins de ilustração:

- força é uma forma de energia (ou vice-versa);
- todo movimento implica em força;
- a visão requer a emissão de algum tipo de raio por parte dos olhos;
- a eletricidade se compõe de um fluido que é consumido à medida que atravessa o circuito de uma extremidade à outra;
- cobertores são capazes de aquecer as pessoas.

Esses enganos remetem ao que foi afirmado no primeiro parágrafo: as crianças são expostas a materiais e conteúdos que não lhes fazem sentido. A Física se baseia fundamentalmente em pressupostos que requerem a capacidade de raciocinar abstratamente, pensar em hipóteses. Crianças não são capazes disso, pelo menos não da mesma forma que os adultos. Dissociar movimento e força requer, no mínimo, a capacidade de imaginar como seria o mundo sem atrito, o que significa raciocinar em cima de uma situação hipotética. Logo, não pode fazer muito sentido esperar que uma criança consiga entender as leis de Newton, a não ser através de uma memorização de enunciados, o que reforçará a postura passiva, uma vez que a criança precisa aceitar algo que não lhe faz sentido algum. Quem aceita passivamente que uma raiz pode ser quadrada pode, a partir de então, aceitar qualquer coisa sem questionar.

É geralmente aceito que aquilo que denominamos Ciência tenha começado a partir de Galileu Galilei (1564-1642). Mais do que propor um método para o trabalho dos cientistas (fato duvidoso), a grande inovação de Galileu foi publicar o seu trabalho em italiano e não em latim, como era comum aos filósofos de sua época. Galileu queria, com isso, tornar seu trabalho acessível ao maior número de pessoas possível. Creio ser esta a mais importante característica de toda a atividade científica: a existência de uma troca de informações permanente e o menos dúbia (a mais honesta) possível. Os trabalhos dos cientistas são postos à

disposição de outros cientistas de forma que seus colegas possam entender todos os detalhes envolvidos e os resultados obtidos, e assim tenham acesso ao tipo de raciocínio que levou o autor a chegar à conclusão que defende. Com isso, os colegas cientistas podem destacar os méritos e as falhas dos trabalhos uns dos outros.

Assim, creio que aprender Física nas séries iniciais é possível e essencial se forem seguidas algumas recomendações básicas:

- o ensino não deve focar as teorias científicas, mas a observação de fenômenos;
- as crianças devem ter espaço para que proponham e discutam suas próprias teorias a respeito daquilo que é observado, mesmo que essas teorias contradigam os modelos cientificamente aceitos;
- as teorias propostas pelas crianças devem ser claramente uma consequência daquilo que foi observado, ou seja, essa relação não deve ser aleatória;
- as crianças devem, simultaneamente, aprender a reportar suas observações e teorias de maneira clara, para que possam ser apreciadas e discutidas por outras crianças;
- os professores devem agir como mediadores e facilitadores, não como transmissores de conhecimento;
- a comunidade envolvida (escola e familiares dos alunos) precisa aceitar e apoiar um currículo com quantidade de conteúdos menor do que vem tradicionalmente feito.

Os adolescentes em geral demonstram dificuldade para compreender a Física do Ensino Médio por não conseguirem relacionar as situações descritas em problemas de Mecânica, Eletricidade, Magnetismo e Termodinâmica com suas vivências anteriores. Aliado a isso, o vocabulário da Física possui termos que têm uso em outros contextos, tais como “força” e “energia”, nos quais seu significado não é tão específico. Por mais que os alunos “aprendam” que $W = Fd \cos \theta$, “trabalho” muitas vezes continua a ser pensado como ocupação ou esforço, mesmo durante a resolução de um problema de Física. A falta de espaço para expor suas próprias idéias, em parte causada pela pressão dos conteúdos do Ensino Médio, tem grande influência no pouco aproveitamento das aulas de Física.

Ensinar Física desde as séries iniciais do Ensino Fundamental é, acima de tudo, ensinar as crianças a refletir, a ousar e propor suas próprias idéias e a comunicar-se de maneira honesta e clara. Incluí-la no currículo das séries iniciais representa oferecer um meio eficiente para que as crianças não somente possam ter notas melhores no Ensino Médio, mas também desenvolver uma atitude construtiva com relação a seu aprendizado, reconhecendo-o como um processo que envolve esforço e participação ativa.

1 – Estrutura das Aulas e Avaliação

As atividades aqui propostas são resultado de um trabalho de quatro anos com crianças de idades entre sete e dez anos. A divisão por idade segue majoritariamente o critério da relevância do material produzido pelos alunos durante e após cada atividade, tais como um relato escrito, um desenho, ou uma tabela com os resultados. A divisão foi feita por idade e não por série por dois motivos básicos: não há uma correlação direta entre as séries de uma escola brasileira e de outros países (EUA, por exemplo). Crianças brasileiras começam o primeiro ano da escola aproximadamente seis meses mais velhas que crianças da maioria das escolas do hemisfério norte. Como essas atividades foram desenvolvidas com crianças de uma escola americana, as séries às quais as atividades se direcionam não são exatamente as mesmas que numa escola brasileira. Outro fator é a possibilidade da adoção de diferentes formas de divisão, por ciclos ou por séries, que algumas escolas adotam. Assim, as atividades são sugeridas para uma determinada idade, não importando a série ou ciclo em que uma criança se encontra.

Dessa forma, o que está proposto aos alunos de sete e oito anos, por exemplo, são aquelas atividades cuja compreensão para o aluno e avaliação para o professor não ficam muito prejudicadas pela falta de um relato escrito pelo aluno. As atividades para alunos entre 7 e 8 anos são planejadas para que o tipo de relato produzido pelo aluno, usando os recursos que dispõe (classificar, por exemplo), seja um retrato fiel daquilo que este aluno pode compreender do que observa.

A divisão de conteúdos foi estabelecida após a experimentação de diferentes tipos de atividades, o que foi feito durante os primeiros anos do trabalho relatado aqui. O fato de as crianças, nos primeiros dois anos de escola (quando normalmente têm idade de 7 ou 8 anos), estarem ainda maturando aqueles esquemas de assimilação descritos por Piaget (1976) como típicos dessa idade, estabelece os limites para o quão complexas podem ser as atividades. Os conteúdos são, então, consequência dessas constatações.

1.1. A Estrutura das Aulas

As atividades são divididas em etapas planejadas para durar não mais de dez minutos, pois crianças de até dez anos perdem o interesse se precisam se dedicar a um experimento por mais tempo. As aulas são propostas para seguir um roteiro mais ou menos estabelecido, conforme descrito pela figura 1.1.

Na explanação oral inicial, o professor, ou professora, não deve dar muitos detalhes dos procedimentos, mas sim deixar espaço para as crianças explorarem suas próprias idéias. Os materiais não devem, também, estar já distribuídos nas mesas onde os grupos irão realizar as atividades, mas dispostos em uma mesa separada para que, após a explanação inicial dos professores, um integrante de cada grupo possa buscá-los. Durante as atividades, os professores devem passar de mesa em mesa para auxiliar as crianças, mas devem evitar dar respostas diretas às questões; devem, acima de tudo, propor questões que possam orientá-las a encontrar suas próprias respostas. O mesmo deve ser feito durante o tempo reservado às discussões em grupo. O relato, seja em forma de desenho ou escrito, é a única parte

individual. Cada uma das etapas descritas na figura 1.1 dura entre 5 e 10 min.

As aulas experimentais podem ser seguidas, um ou dois dias depois, de uma nova aula de Física, onde mais uma vez os resultados são discutidos e as teorias propostas, debatidas. Isto ocorre ocasionalmente com crianças de sete e oito anos e sempre no caso de crianças de nove e dez anos.

O essencial é que, antes propor qualquer das atividades descritas aqui, o professor as realize sozinho ou com a ajuda de outra pessoa. Somente assim é que o professor estará seguro para propor estas atividades a seus alunos.

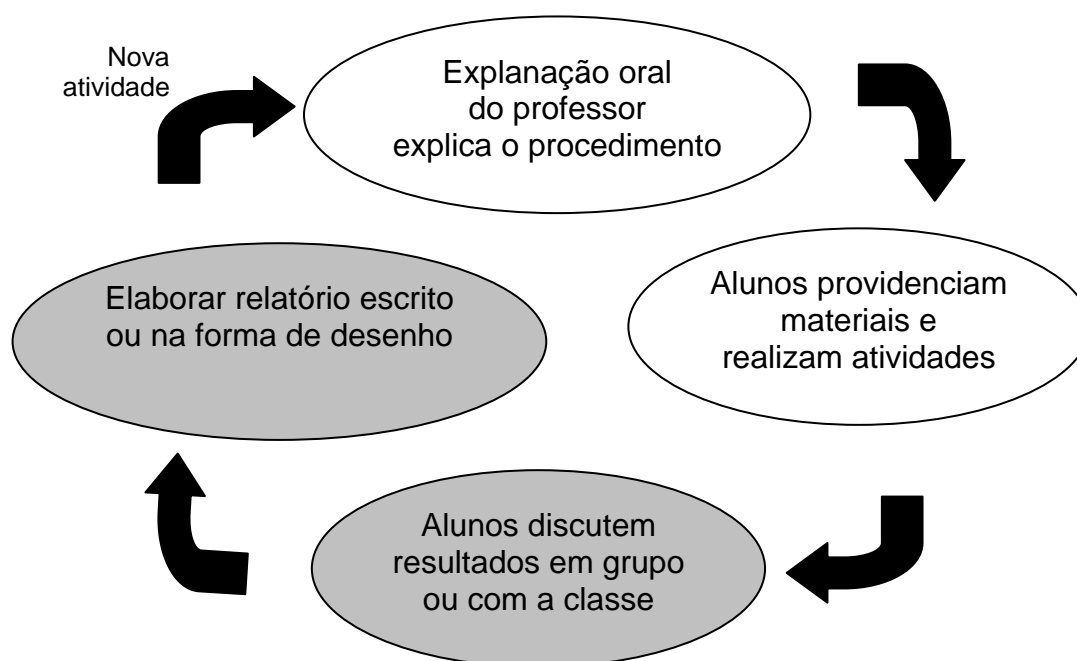


Figura 1.1: Estrutura de uma aula experimental de Física para crianças. Após uma explicação oral que descreva rapidamente os materiais e o procedimento, os alunos organizam os materiais necessários e realizam a atividade. Antes de elaborar um relato individual, deve haver um tempo reservado para se discutir os resultados e dar espaço para que as crianças proponham teorias para explicar o que foi observado.

A descrição feita nos próximos capítulos não é independente, não visa oferecer a professores um guia completo de como realizar as atividades. Essa descrição visa dar uma idéia básica dos tipos de atividades que venho desenvolvendo com crianças com idades entre sete e dez anos e que possam fazer parte complementar de um programa que vise à inclusão da Física no currículo do Ensino Fundamental. Portanto, não se deve esperar uma descrição detalhada de todas as etapas envolvidas nas atividades.

1.2. A Avaliação

A avaliação do aproveitamento e progresso dos alunos deve levar em conta os seguintes fatores:

- a participação durante a atividade;
- o trabalho cooperativo em grupo;
- a participação durante as discussões dos resultados;
- o relato escrito, ou por meio de desenho;
- a auto-avaliação dos alunos.

Como a maior parte destes critérios de avaliação tem caráter subjetivo e não possibilitam aos professores um registro concreto de o que cada aluno fez ou deixou de fazer durante uma atividade, é essencial que os relatórios sejam todos organizados em uma pasta individual de cada aluno. Todos os relatórios feitos por cada aluno devem constar nessa pasta, que pode funcionar como uma espécie de portfólio. As auto-avaliações devem ser periódicas e também podem ser adicionadas às pastas dos alunos. Além disso, é importante ter em mente que os relatórios são a única parte realmente individual das atividades propostas.

Para as crianças de idades entre sete e oito anos, a avaliação não necessita de muito rigor. Porém, alguns detalhes devem ser sempre levados em conta:

- a participação durante a atividade deve ser cooperativa, a criança não pode tentar fazer tudo sozinha;
- durante as discussões, as crianças devem separar o relato dos resultados (o que foi observado) das suas conclusões (como elas explicam os resultados);
- as teorias propostas pelas crianças devem ter relação direta com o que foi observado, não podem ser aleatórias;

Se o relato for feito por meio de desenho, deve-se esperar que pelo menos os materiais usados e os resultados observados estejam representados. A conclusão pode ou não estar representada no desenho. Uma boa alternativa é dar tempo para cada criança apresentar seu desenho para a turma, explicando cada elemento representado.

Para as crianças de nove e dez anos, a avaliação deve seguir um curso um pouco diferente. Uma vez já familiarizados com os procedimentos típicos de um curso de Ciências que envolve atividades de manipulação concreta, as crianças podem, nessa segunda etapa, explorar mais os fenômenos e propor teorias mais fundamentadas nessas observações. Portanto, os professores devem, mais do que antes, exigir que essas teorias, que os alunos propõem nos relatórios, tenham uma relação direta com o resultado observado. Além disso, pode-se esperar que as crianças discutam mais as contradições que surjam entre essas teorias e o observado. Embora as crianças ainda não sejam inteiramente capazes de refletir e concluir a respeito dessas contradições, é essencial que sua existência seja destacada por meio das atividades experimentais.

O uso de tabelas e gráficos não surge naturalmente nas crianças, nem mesmo com idades maiores. Os professores devem, inicialmente, estimular o uso dessas ferramentas para organizar dados. Até o final dessa etapa, que

compreende crianças entre 9 e 10 anos de idade, é esperado que elas reconheçam a utilidade da organização de resultados e consigam utilizar essas ferramentas de maneira adequada.

A avaliação, então, pode seguir um esquema mais rígido e objetivo. O currículo de Física proposto aqui não visa ensinar os modelos científicos já para crianças de 7 a 10 anos; o importante são as situações sugeridas para as quais elas devem propor suas próprias teorias. Em anos posteriores essas primeiras teorias podem ser revistas e mudadas, à medida que a criança amadureça intelectualmente e vivencie situações e experiências novas. Para a avaliação dos trabalhos de crianças de 9 e 10 anos, as tabelas 1.1, 1.2 e 1.3 sugerem critérios que podem ser adotados e que têm guiado a avaliação dos alunos com que trabalho. Os conceitos de A a F são para fins de ilustração e não precisam ser seguidos. Os professores devem adaptá-los ao sistema das escolas em que trabalham. É importante, também, a oportunidade da criança se auto-avaliar periodicamente.

Tabela 1.1 - Participação

Conceito	Descrição
A	Participa ativa e cooperativamente; segue instruções e regras de segurança.
B	Participa ativa e cooperativamente mas não segue instruções ou regras de segurança; ou segue instruções e regras mas não coopera com os demais.
C	Demonstra interesse mas não participa a maior parte do tempo.
D	Participa pouco e demonstra pouco interesse.
F	Não participa nem demonstra interesse.

Tabela 1.2 – Relatórios

Conceito	Descrição
A	Relatório completo e preciso, procedimento descrito segue uma lógica e seqüência de etapas; resultados organizados.
B	Relatório incompleto ou não preciso mas resultados estão organizados.
C	Relatório incompleto ou impreciso; resultados não organizados.
D	Relatório somente descreve o procedimento ou somente os resultados.
F	Relatório não apresenta nem procedimento nem resultados.

Tabela 1.3 – Conclusões (teorias propostas)

Conceito	Descrição
A	Tira conclusões coerentes com os resultados e as explica no relatório.
B	Tira conclusões coerentes com os resultados mas não as justifica nos relatórios.
C	Tira conclusões não coerentes com os resultados mas as explica no relatório.
D	Tira conclusões não coerentes com os resultados e não as justifica no relatório.
E	Não tira conclusões.

2 – Aulas Mão-na-Massa e Ensino por Pesquisa

Aulas nas quais os alunos manipulem e explorem diversos aparatos e diferentes materiais diretamente podem ser chamadas de aulas *mão-na-massa*. Nesse tipo de aula, os professores assumem papéis diferenciados, de acordo com o tipo de situação. Fundamentalmente, os professores são facilitadores de aprendizado e, para atingir tal fim, devem alternar diferentes funções, destacando:

- *autoridade*, quando um grupo não atinge consenso sobre algum detalhe que impeça o andamento da atividade (não se refere às conclusões a tiradas partir das observações);
- *colega*, ao escutar as teorias propostas pelas crianças (os professores podem ter dúvidas ou sua curiosidade desperta por algo que uma criança proponha, da mesma maneira que as demais);
- *mediador*, durante as discussões a respeito dos resultados.

Em uma aula desse tipo, as atividades propostas não devem ter um plano muito rígido, o que implica na não utilização de roteiros de experiências, nem de questões propostas com o fim de guiar o foco dos alunos durante ou após as atividades. Como já foi descrito no capítulo I, o procedimento de cada atividade deve apenas ser superficialmente descrito no início da aula (ou no intervalo de tempo entre duas atividades), garantindo espaço para as crianças explorarem os materiais que são usados e descobrirem maneiras de realizar cada atividade.

As atividades descritas nos próximos capítulos servem fundamentalmente como geradoras de interesse. A partir dessas atividades, as crianças podem propor novos experimentos usando os mesmos materiais ou projetos nos quais, dentre várias possibilidades, pesquisem um determinado assunto, construam um aparato para realizar experimentos, ou preparem uma demonstração de algum fenômeno. Após um período no qual as crianças realizam as atividades propostas pelos professores (como as descritas nos próximos capítulos), abre-se espaço para os grupos decidir e planejar projetos relacionados com o assunto explorado.

O ensino por pesquisa pode assumir uma série de diferentes formas, uma vez que se centra basicamente nos alunos e não nos professores. Mesmo assim, uma certa estruturação básica precisa ser oferecida pelos professores, tanto para auxiliar na organização dos projetos pelos alunos, como no acompanhamento e na avaliação por parte dos professores. A estruturação que proponho é a mesma que venho seguindo com os alunos da minha escola. É de se esperar que as crianças tenham, nas primeiras vezes que desenvolvam seus projetos, dificuldades em seguir um plano pré-estabelecido, principalmente por ainda não terem tido experiência em projetos. Muitas vezes, os planejamentos são pouco exeqüíveis e o desenvolvimento dos projetos termina sendo absolutamente diferente do planejado. Também é comum que as crianças queiram mudar o projeto mais de uma vez, o que deve ser tolerado nas primeiras oportunidades, mas a tolerância deve diminuir nas seguintes.

Há mais de uma maneira de se introduzir a concepção de projetos às crianças. Pode-se tentar desenvolver um projeto-piloto com a participação de toda a turma, por exemplo. Porém, sempre obtive resultados melhores quando já desde a primeira oportunidade deixei os projetos nas mãos dos grupos. Como estrutura de um projeto de pesquisa, proponho os elementos descritos na figura 2.1.

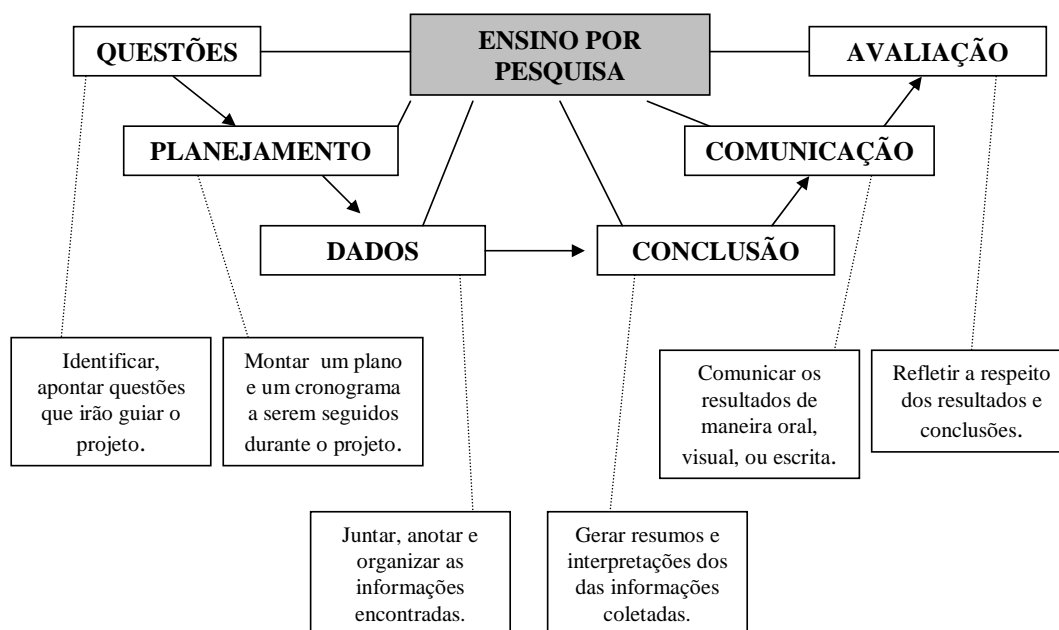


Fig. 2.1: estrutura de projeto de pesquisa.

Questões

Os grupos, após uma série de atividades propostas pelo professor (ou professora), devem se reunir e levantar quais questões ainda gostariam de explorar a respeito do mesmo assunto. O professor deve participar dessa reunião (passando de grupo em grupo), auxiliando os grupos a propor questões às quais não existam respostas do tipo “sim” ou “não”. Por exemplo, ao invés de propor uma pergunta como “existe chuva em outros planetas?”, perguntar “o que seria necessário para haver chuva em outro planeta?”. Os professores podem facilitar essa etapa propondo maneiras de iniciar as questões, tais como “o que aconteceria se...?”, “por que...?”, “como é que...?”, “de que maneira...?”.

Planejamento

O planejamento deve ser consequência dos tipos de questões propostas. Os grupos podem decidir usar a biblioteca da escola, procurar outros professores (por exemplo, professores de Física do Ensino Médio), *internet*, ou outras fontes. Podem também se propor a construir um modelo de alguma máquina

ou preparar uma demonstração baseada na pesquisa que fizerem. No planejamento, também, os grupos decidem as maneiras de apresentar seu trabalho (pôsteres, por exemplo). Novamente, os professores devem auxiliar durante essa fase.

Dados

Seguindo o que foi planejado com base nas questões levantadas, os grupos devem organizar aquilo que forem pesquisando ou os materiais para o modelo que irão construir, além de já começar a preparar as formas de apresentação. A intervenção do professor se torna gradativamente menos necessária a partir dessa etapa.

Conclusão

Essa etapa não é exatamente separada da anterior, não há uma sucessão seqüencial entre as duas. As conclusões vão surgindo à medida que as informações (da pesquisa ou a partir dos modelos construídos) vão sendo organizadas. Os professores devem certificar-se de que as conclusões tiradas pelos grupos são coerentes com os dados coletados ou se ainda há mais áreas a ser exploradas. É muito importante que as crianças comecem a tentar propor implicações, ou conseqüências, a partir de suas conclusões.

Comunicação

Essa etapa já deve estar praticamente pronta quando as crianças já tiraram suas conclusões a partir do projeto. As formas de comunicar suas conclusões e as informações levantadas já devem estar decididas desde a fase de planejamento. Porém, pode ocorrer que novas formas sejam escolhidas durante o projeto, uma vez que novas informações são descobertas. É extremamente útil que cada grupo tenha um período de tempo de pelo menos 15 min para falar sobre seu projeto. Uma conversa informal com o resto da turma é preferível a uma apresentação formal.

Avaliação

Os próprios grupos devem refletir sobre seus projetos e se estão satisfeitos com os resultados que obtiveram. Os professores podem oferecer formulários de auto-avaliação (um para o grupo e outro individual) para auxiliar essa etapa. Essa auto-avaliação deve pesar na avaliação que os professores fazem dos projetos.

Exemplos de Projetos

A fim de ilustrar o tipo de pesquisa e resultado apresentado, listo, a seguir, alguns títulos e tópicos de projetos realizados por crianças entre sete e dez anos de idade, após um período em que algumas atividades experimentais de Física foram propostas a essas crianças:

- *uso de ímãs em casa*, levantamento de quais aparelhos domésticos usam ímãs e com que fim; a apresentação incluiu pôsteres com imagens desses aparelhos e a exibição de uma caixa de som aberta;
- *construção de um foguete usando sonrisal*, a pressão gerada pela efervescência do sonrisal lançava o foguete a até 2 m do chão;
- *história dos submarinos*, que incluiu uma descrição do princípio de Arquimedes;
- *a origem da palavra “magneto”*, para a apresentação, o grupo preparou um mapa da Grécia, incluindo fotos;
- *construção de um moinho de vento*, usando madeira e pás feitas de zinco.

O aprendizado a partir de projetos possui um potencial altamente significativo mas pode ser uma armadilha na qual as crianças não são expostas a novidades, somente repetem uma mesma fórmula ou giram ao redor de alguns poucos temas recorrentes. Projetos não necessitam ser realizados em todas as unidades descritas nos próximos capítulos, assim como não há necessidade de se realizar todas as atividades descritas nem cobrir todas as unidades. Como um projeto dura um período de tempo que, para crianças entre sete e dez anos, eu não recomendo ser menor que duas semanas nem maior do que três, o ano letivo ficaria sobrecarregado se os professores se dispusessem a cobrir por completo tudo o que é sugerido. Mais importantes que os conteúdos propriamente ditos são a independência e o espírito crítico, ou seja, a coragem de expor suas próprias idéias, que as crianças desenvolvem por meio dos projetos e das atividades propostas pelos professores.

3 – Atividades para 7 e 8 Anos

A principal função das atividades propostas para alunos de sete anos e oito é familiarizá-los com o trabalho experimental em laboratório e com discussões de resultados. O mais comum é que as crianças não tenham o hábito de justificar suas respostas e achem esta uma tarefa difícil (assim como também não é fácil nem mesmo para um adolescente ou adulto fazê-lo). É freqüente que, no início, os argumentos apresentados pelas crianças ao justificarem suas respostas sejam circulares ou tautológicos, repetindo o efeito como sendo a causa, por exemplo: “acho que a água no copo de isopor vai ficar quente porque ela vai esquentar”. Através de uma conversa informal, é possível que o professor, ou a professora, consiga levar a criança a propor uma justificativa mais apropriada para sua expectativa sobre o resultado do experimento ou uma explicação mais apropriada para o que foi observado.

As atividades propostas para essas idades estão divididas em quatro unidades de trabalho. É sugerido que se dedique um tempo não maior que quatro semanas para cada unidade, pois as crianças podem começar a perder o interesse se for exigido delas que dediquem muito tempo a um mesmo tema. Em geral, as duas primeiras unidades são destinadas para crianças de primeira série (7 anos) e as duas últimas para as de segunda série (8 anos). As unidades de exploração estão resumidas na tabela 3.1.

As notas colocadas após a descrição do procedimento de cada atividade dão uma idéia ao professor do tipo de resultado que pode ser observado, além de uma rápida descrição de como a Física explica os resultados.

Tabela 3.1: as unidades de exploração para 7 e 8 anos.

Unidade	Atividades
Calor e temperatura	<ul style="list-style-type: none">• Condutores e isolantes térmicos• Movimentos do ar quente• Construção de um coletor solar• Luz e calor
Luz, cores e sombras	<ul style="list-style-type: none">• Construção de filtros de cor• Construção de um periscópio• Somando cores e sombras coloridas
Ímãs	<ul style="list-style-type: none">• O que são ímãs• Quem é atraído por um ímã• Qual o alcance e a intensidade de um ímã
Água e ar	<ul style="list-style-type: none">• Água em uma garrafa• Balão em um <i>freezer</i>• Foguetes de papel

3.1. Calor e Temperatura

3.1.1. Condutores e Isolantes Térmicos

Materiais por grupo

- 2 termômetros
- 1 lata de refrigerante com a parte superior removida
- 1 copo de isopor de mesmo tamanho da lata
- 3 copos de plástico
- água quente e gelada (suficiente para todos copos e latas)

Procedimento

Pré-Atividade (como usar o termômetro)

- Encher os três copos de plástico, um com água quente, um com água da torneira e o último com água gelada.
- Medir as temperaturas de cada água e anotar. Comparar entre os grupos e discutir as leituras (se são semelhantes ou não) e as maneiras de anotar os resultados

Parte 1

1. Encher a lata e o copo com água quente (figura 3.1).
2. Medir as temperaturas e anotar.
3. Esperar 5 min. Enquanto espera, descrever o que espera que aconteça: em qual dos dois copos a água irá esfriar mais.
4. Medir novamente as temperaturas. Anotar e comparar com as medidas iniciais.
5. Propor uma explicação para o observado



Fig. 3.1: copo e lata com água e termômetros.

Parte 2

1. Encher o copo e a lata com água gelada.
2. Medir as temperaturas e anotar.
3. Esperar 5 min. Enquanto espera, descrever o que espera que aconteça.
4. Medir as temperaturas e anotar. Comparar com as temperaturas iniciais da parte 2.
5. Propor uma explicação que concilie as duas partes.

Notas

- A pré-atividade é essencial para que os alunos pratiquem o uso do termômetro, por mais que afirmem já saber como usá-lo. Além disso, a

pré-atividade serve para que o professor passe de grupo em grupo e faça observações sobre o quanto as anotações dos alunos são compreensíveis. Em geral, as crianças escrevem números espalhados e fora de ordem, não há indicação alguma de qual valor é da água quente ou fria. Nesses casos, deve-se repetir a pré-atividade, mesmo que não reste tempo para a atividade propriamente dita, que pode ficar para outro dia. Na segunda vez que a pré-atividade é feita, o professor pode sugerir maneiras de se tomar notas, incluindo desenhos dos três copos.

- A água no copo de isopor esfria e esquenta mais lentamente porque o isopor é um isolante térmico, dificulta a passagem de energia térmica (calor). Como fechamento da atividade, o professor pode propor um modelo ilustrativo, desenhando os dois copos e ondas representando a energia entrando e saindo com facilidade do metal e com dificuldade do isopor. O papel dos copos é mais passivo do que inicialmente as crianças supõem: eles não esquentam nem esfriam a água.
- Os alunos geralmente começam propondo que o isopor aquece a água. Ao ser proposta a segunda parte, muitos dos alunos já se dão conta de que a explicação proposta na primeira parte não faz sentido, já esperam que o isopor mantenha a água fria. Outros alunos mantêm esta explicação e não vêem contradição ao propor que o isopor esfrie a água na segunda parte. É bastante útil que os alunos que discordem desse ponto de vista participem ativamente da discussão e o professor pode pedir a esses alunos que proponham maneiras de provar as falhas do modelo alternativo (como, por exemplo, deixar um copo de isopor cheio de água da torneira para ver se a água aquece ou esfria, perguntar como o isopor “sabe” se a água está quente ou fria).

3.1.2. Movimentos do Ar Quente

Materiais por grupo

- 1 vela
- 1 folha de papel recortada em forma de espiral (fig. 3.2)
- barbante
- lâmpada em abajur (mínimo 60 W)
- 1 saquinho de chá

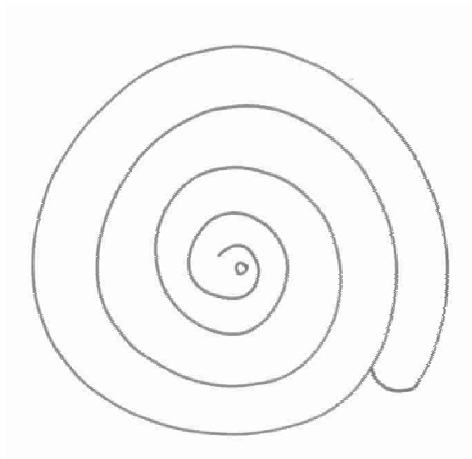


Fig. 3.2: papel com espiral para recortar.

Procedimento

Parte 1

1. Acender a vela.
2. Aproximar a mão espalmada pelo lado e, após, por cima.
3. Descrever em qual das duas situações é possível aproximar mais a mão da vela.
4. Propor uma explicação para o que foi observado.

Parte 2

1. Recortar a espiral. Prender o barbante no furo central e pendurá-la sobre o abajur desligado (fig. 3.3).
2. Descrever o que se espera que aconteça quando a lâmpada for ligada, explicando por quê.
3. Descrever o que ocorre quando a lâmpada é ligada.
4. Propor uma explicação que concilie as duas partes.

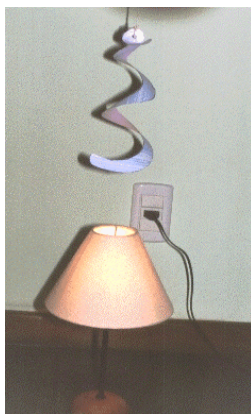


Fig.3.3: espiral sobre o abajur.

Parte 3

1. Abrir o saquinho de chá na parte superior e esvaziar seu conteúdo.
2. Colocar o saquinho sobre a mesa com a parte aberta para cima.
3. Prever o que pode acontecer ao se queimar o saquinho. Queimá-lo e anotar o que ocorre. Propor uma explicação para o observado.

Notas

- Deixar claras as regras básicas de segurança antes de começar a atividade. Apenas o professor acende as velas, que devem ser apagadas imediatamente após o término da primeira parte, antes de qualquer discussão de resultados.
- Normalmente, na primeira parte, os alunos propõem que só sentem o calor com a mão por cima da vela porque a fumaça é vista subir. É interessante perguntar porque a fumaça sobe e não sai para os lados. Pode-se perguntar o que ocorre se não houver gravidade (no espaço): nesse caso, o dióxido de carbono produzido fica ao redor da vela fazendo-a apagar.
- A segunda parte apresenta um fato que contradiz a teoria da fumaça: como a lâmpada não produz fumaça, como explicar o que faz o papel girar? A convecção, movimento do ar quente e menos denso para cima causa o que se observa nas duas partes da atividade. É o mesmo mecanismo que explica a formação de nuvens: o ar úmido e quente da evaporação sobe e resfria aos poucos até que o vapor d'água condense formando nuvens.
- Na terceira parte, a convecção dos gases resultantes da queima do saquinho faz com que este se eleve da mesa. O saquinho de chá é usado por ser bem leve, o que facilita que seja erguido (pode-se questionar os alunos o porquê de usar um saquinho de chá ao invés de papel comum; com frequência, as crianças são capazes de responder esta questão de maneira apropriada).
- Geralmente é pedido que cada aluno faça um desenho livre a respeito desta atividade. Os desenhos variam em riqueza, podendo até incluir desde uma vela sem nenhum outro detalhe, até nuvens e chuva.

3.1.3. Construção de Um Coletor Solar

Materiais por aluno

- folha de alumínio.
- objeto com forma de calota (pode ser calota de automóvel, tigela de salada, prato de papelão, cesta de pão, etc).
- fita adesiva.
- termômetro.

Procedimento

1. Cada aluno propõe um tipo de objeto em forma de calota para usar no seu coletor solar. A partir da escolha, deve fazer um esboço do seu projeto e providenciar o material.
2. Colocar o termômetro no coletor solar já pronto e levá-lo ao sol. Anotar a temperatura inicial e após alguns minutos.

Notas

- O professor deve construir pelo menos um modelo de coletor solar para mostrar às crianças na primeira aula (fig. 3.4). Nesta demonstração, é interessante pedir que as crianças proponham uma explicação ao funcionamento do coletor.
- Por provavelmente se tratar da primeira vez que as crianças têm a oportunidade de projetar e construir um aparato experimental, os professores devem fazer o máximo possível para convencer a todos os alunos de que devem construir um modelo bem básico e simples. Nos casos de crianças que insistam em construir algo mais complexo, o professor deve deixar claro que se trata de um desafio.
- Não é recomendável aceitar que os alunos tragam os seus modelos prontos de casa, pois a chance de que o projeto tenha sido feito por um dos pais ou outra pessoa mais velha é muito grande e tira totalmente a relevância desse tipo de atividade.
- Este projeto deve ser reservado para um mês tipicamente de bom tempo para evitar frustração das crianças em não poder testar seus modelos por causa de mau tempo.



Fig. 3.4: modelo de coletor solar.

3.1.4. Luz e Calor

Materiais por grupo

- lâmpada de pelo menos 60 W em um suporte
- 2 latas de refrigerante ou outro tipo, uma pintada de preto
- folha de alumínio
- 2 termômetros

Procedimento

1. Cobrir a lata não pintada com o alumínio.
2. Colocar as duas latas à mesma distância da lâmpada apagada. Colocar os dois termômetros nas latas, conforme figura 3.5.
3. Medir as temperaturas das latas antes de acender a lâmpada. Anotar.
4. Prever o que ocorrerá ao acender a lâmpada: em qual das latas a temperatura irá aumentar mais rapidamente?
5. Acompanhar em intervalos regulares as mudanças de temperatura e anotá-las.
6. Propor uma explicação ao que foi observado.



Fig. 3.5: latas com termômetros e lâmpada.

Notas

- Esta atividade reporta à primeira desta unidade. É importante que seja feita por último nesta unidade, pois assim dá-se tempo aos alunos para vivenciar outras situações e para que suas percepções não sejam guiadas demais pelo que eles julguem ser a expectativa do professor e dêem respostas autênticas.
- Antes da atividade, deve-se discutir como fazer a anotação dos resultados. Se necessário, o professor deve impor um modelo (uma tabela é o mais recomendável).
- Discutir com os alunos o funcionamento da lâmpada. Não há necessidade de o professor, ou professora, dar respostas; em geral, os alunos entendem o funcionamento de maneira mais que satisfatória: eletricidade entra, sai luz e calor (este último geralmente é lembrado quando induzido pelo professor por perguntas).
- As crianças não se mantêm atentas em uma discussão por muito tempo, portanto é bom que o professor as lembre da primeira atividade se nenhuma trouxer esta lembrança espontaneamente logo no início da discussão.
- As explicações propostas costumam ser bastante coerentes, relacionando o aumento de temperatura ao ganho de energia.

3.2. Luz, Cores, Sombras

3.2.1. Construindo Filtros de Cor

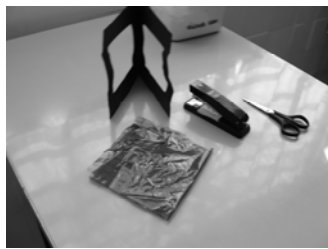
Materiais por grupo

- folhas de plástico colorido, de preferência de pastas de arquivo velhas, alternativamente pode-se usar celofane;
- folha de papel branco e tesoura;
- tintas das mesmas cores que os plásticos.

Procedimento

1. Recortar os plásticos (ou celofane) em quadrados de aproximadamente 15 cm x 15 cm.
2. Recortar com papel molduras para os plásticos (conforme figura 3.6).

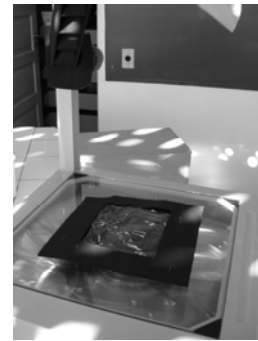
3. Pintar em cada folha de papel um retângulo de 15 cm x 15 cm com as mesmas cores dos plásticos, deixando uma folha de papel em branco.
4. Prever o que pode acontecer quando se olha através dos filtros, colocando-os bem à frente dos olhos. Colocar os filtros à frente dos olhos e verificar as previsões.
5. Colocar os filtros sobre os papéis coloridos, um por vez. Antes, discutir o que se espera que aconteça. Por exemplo, se colocar o filtro amarelo sobre o papel pintado de azul, que cor se espera enxergar?



a



b



c

Fig. 3.6: filtro de cor: (a) moldura e papel celofane; (b) filtro pronto; (c) filtro sobre o retroprojetor.

Notas

- Se os filtros forem feitos de papel celofane, o ideal é que sejam colocadas pelo menos 4 camadas de celofane em cada filtro, para evitar que fiquem muito translúcidos.
- Os filtros de cor bloqueiam todas as cores do espectro menos uma: um filtro verde, por exemplo, bloqueia todas as cores menos o verde. Pigmentos (tintas, por exemplo) absorvem todas as cores, menos uma: uma tinta vermelha absorve todas as cores menos o vermelho, que é refletido de volta. Quando um filtro verde é posto sobre um papel pintado de vermelho, apenas a luz verde atinge o papel, que a absorve sem refletir nada (ou quase nada, pois nem o filtro nem o pigmento são perfeitos). Por isso, colocando-se o filtro sobre o papel pintado resulta no preto e não a superposição de cores.

3.2.2. Construção de Um Periscópio

Materiais para Cada Aluno

- aproximadamente 20 cm de cano PVC, com diâmetro mínimo de 60 mm;
- 2 Joelhos PVC com mesmo diâmetro do cano;
- Cola de PVC (canos e cola são facilmente encontrados em lojas de ferragens);
- Cola epóxi;
- 2 espelhos (aprox. 4 cm x 4 cm), que podem ser comprados já lixados em vidraçarias;

Procedimento

1. Prender os espelhos nos joelhos usando cola epóxi;
2. Após o epóxi secar, juntar as partes usando cola de PVC (figura 3.7);
3. Descrever o processo de construção do periscópio e explicar seu funcionamento.
4. Discutir porque a imagem vista pelo periscópio não é invertida.

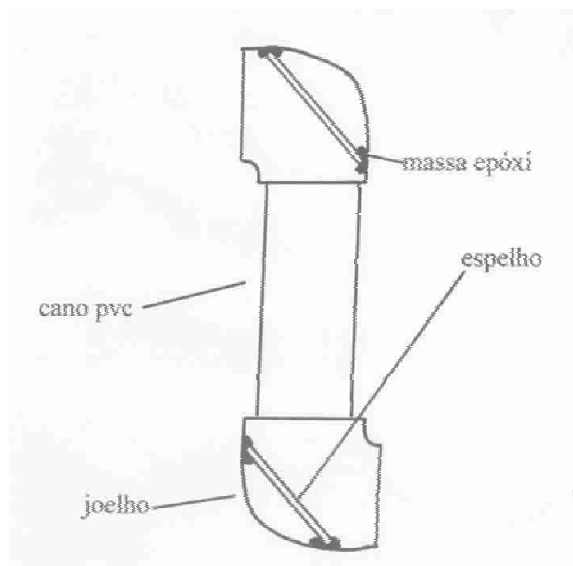


Fig. 3.7: esquema interno do periscópio.

Notas

- Se for usado um cano PVC de diâmetro maior, os espelhos podem ser maiores também. As medidas sugeridas são aproximadas, podendo variar de acordo com a disponibilidade de materiais.
- É importante deixar claro que as bordas dos espelhos devem ser lixadas. Cacos de espelhos velhos não podem ser usados, por motivos de segurança.
- Crianças de sete anos conseguem propor uma explicação bastante coerente para não se ver imagens invertidas pelo periscópio (duas inversões se anulam).

3.2.3. Somando Cores e Sombras Coloridas

Materiais para demonstração

- 2 ou 3 retroprojetores
- filtros de cores diferentes (vermelho, verde, azul, amarelo, ou outros) usados na atividade 3.2.1.

Procedimento

Parte 1

1. Ligar um retroprojetor. Sobre sua lente, colocar um filtro de uma cor.
2. Ligar outro retroprojetor. Colocar outro filtro de outra cor sobre sua lente.

3. Apontar os dois retroprojetores de maneira que as imagens dos filtros de sobreponham. Anotar e explicar o que ocorre. Repetir com outros filtros.

Parte 2

1. Colocar um filtro de uma cor sobre o tampo de um retroprojektor (fig. 3.6c).
2. Prever e anotar o que acontece se outro filtro de outra cor for colocado sobre o primeiro filtro no tampo.
3. Colocar outro filtro de outra cor. Observar e anotar o que ocorre. Repetir com outras combinações de cores.
4. Explicar o que acontece em cada parte da atividade.

Parte 3

1. Colocar um filtro de cor diferente sobre a lente de cada retroprojektor. Apontá-los para o mesmo ponto de maneira que as duas projeções se sobreponham.
2. Um aluno pára à frente da tela onde os retroprojetores apontam.
3. Explicar o padrão das sombras produzidas.

Notas

- Esta atividade serve, entre outras coisas, para trazer de volta o que se observou na construção dos filtros de cor: colocar um segundo filtro sobre o primeiro não resulta na combinação das cores, mas quase no preto. Mesmo sendo a segunda oportunidade em que se deparam com este resultado inesperado, as crianças continuam sem conseguir explicá-lo de maneira não dúbia. É comum muitas crianças, neste ponto, declararem desistir desta tarefa. O professor pode explorar de novo estes resultados em outro dia, para evitar o desgaste pelo excesso de tempo dedicado a este mesmo assunto. Ilustrações mostrando luz branca entrando em um lado do filtro e somente uma cor de luz saindo do outro podem ajudar alguns alunos compreender o porquê da ausência de superposição de cores, porém um número grande de crianças pode continuar declarando não entender o que ocorre. Neste caso, deve-se deixar claro que o processo de aprendizado é longo e lento e, com o tempo e a continuidade da procura de respostas, virá a compreensão deste tipo de fenômeno.
- Deve-se chamar atenção ao fato de as sombras coloridas aparecerem nos mesmos lados dos respectivos retro projetores. Com a continuidade das discussões e a participação de todos, pode-se, enfim, compreender como se produzem sombras coloridas.
- Para a primeira parte, o filtro é colocado na lente, enquanto que, na segunda, é colocado no tampo. Colocar os filtros sobre as lentes na segunda parte resulta em um violeta escuro na tela, que se deve ao fato de os filtros não serem perfeitos (não bloqueiam a luz completamente), dando margem a interpretações dúbias do resultado. Se os filtros forem colocados sobre o tampo, o contraste com a luz branca ao redor da área coberta pelos filtros evidencia o preto resultante da superposição dos filtros.

3.3. Ímãs

3.3.1. O Que são Ímãs?

Materiais

Separar a sala em estações de experimentos:

- Estação 1: pescaria com ímãs: ímãs presos por barbantes em varas e materiais variados (madeira, plástico, metais, vidro, etc)
- Estação 2: ímãs e um copo com cliques de papel no interior
- Estação 3: ímãs e bússolas
- Estação 4: eletroímã ligado a pilhas (fig. 3.8) e materiais diversos (clipes, pregos, etc).

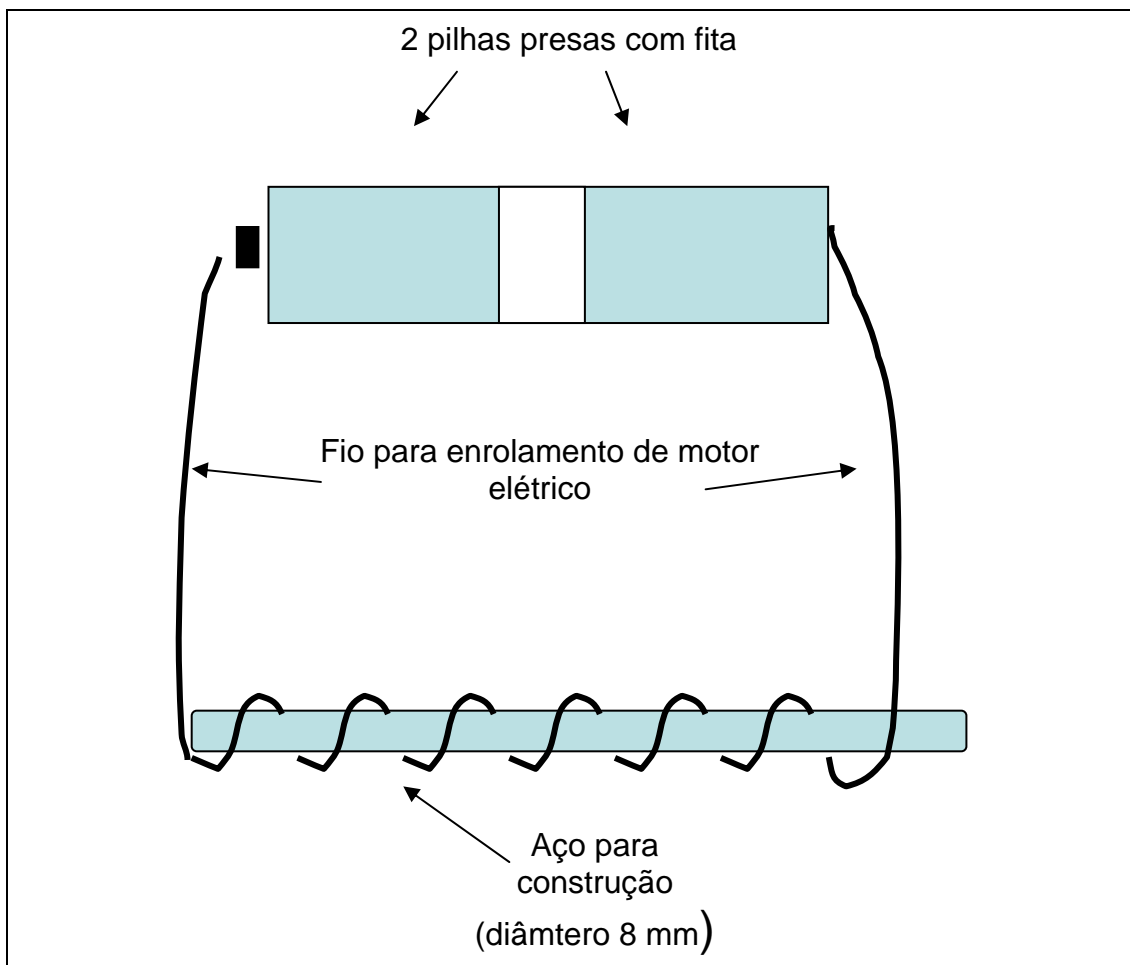


Fig. 3.8: eletroímã.

Procedimento

Com a turma dividida em grupos, dar 2 ou 3 minutos para cada grupo em cada estação para que possam explorar os materiais disponíveis. Após, recolher o material para uma mesa separada, deixando-o exposto. Discutir com os alunos o que foi observado e deixar que os alunos proponham atividades a serem realizadas com o material exposto.

Notas

- Lembrar que as atividades que os alunos proponham devem ser práticas, algumas crianças podem propor atividades que requeiram materiais que não estão disponíveis.
- Algumas questões levantadas podem ser lembradas durante as próximas atividades, tais como o efeito que um ímã exerce sobre outro, onde os ímãs são usados, ou se há ímãs mais potentes que outros.
- A atividade mais sugerida pelos alunos tem sido construir um guindaste usando ímãs, que pode ser feito juntando todas as varas de pesca.

3.3.2. Quem é Atraído pelo Ímã?

Materiais por grupo

- 1 ou mais ímãs.
- objetos diversos, tais como, folha de alumínio, pregos, cliques para papel, fio de cobre, folha de zinco, isopor, plástico, madeira, papel.

Parte 1

1. Listar os objetos a serem testados. Podem ser feitos desenhos ao invés de uma lista por escrito. Separá-los em duas listas: a dos objetos que devem ser atraídos pelos ímãs e a dos que não serão atraídos.
2. Testar cada objeto usando um ímã. Comparar os resultados com as previsões iniciais.

Parte 2

1. Prever como um ímã se comporta ao aproximar-se outro ímã, se é atraído ou não.
2. Aproximar dois ímãs de diversas maneiras. Anotar os resultados.
3. Relatar como é o comportamento de um ímã: quais tipos de objetos são atraídos pelos ímãs e como os ímãs se atraem ou repelem.

Notas

- A expectativa mais comum é que ímãs atraiam todos tipos de metais. Esta atividade mostra que nem todos metais sofrem esta atração.
- O relato da atividade geralmente é feito por meio de desenhos. Em muitos casos, os desenhos incluem raios saindo dos ímãs. É interessante que se debata o que a criança quer dizer com estes raios.

3.3.3. Qual o Alcance e a Intensidade de um Ímã?

Materiais por grupo

- papel quadriculado
- diferentes ímãs (de auto-falantes, por exemplo).
- cliques para papel

Procedimento

Parte 1

1. Colocar um clipe de papel sobre o papel quadriculado. Marcar o quadrado onde a ponta do clipe termina.
2. Aproximar lentamente um ímã do clipe, arrastando-o sobre o papel quadriculado, até que o clipe comece a se mexer. Colorir todos os quadrados e o quadrado parcial desde a ponta do clipe até onde o ímã se encontrava quando mexeu o clipe. Anotar ao lado qual dos ímãs foi usado.
3. Repetir o procedimento para outros ímãs, montando um gráfico de barras seguindo o modelo da figura 3.9.

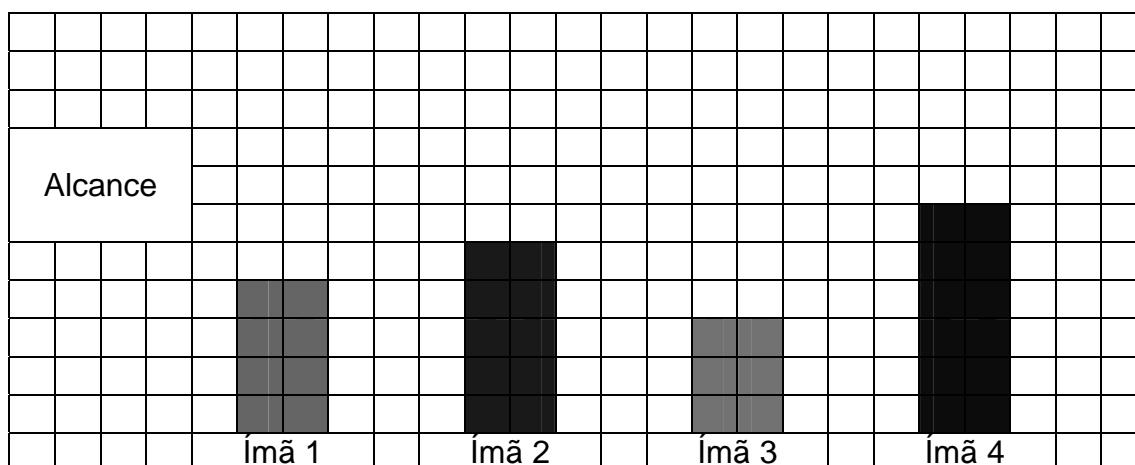


Fig. 3.9: modelo de gráfico de barras.

Parte 2

1. Segurar um dos ímãs a uma certa altura sobre a mesa. Pendurar vários cliques sucessivamente até que eles comecem a cair. Anotar quantos cliques foram pendurados.
2. Repetir o processo para outros ímãs. Não esquecer de deixar claro qual ímã foi usado em cada vez. Organizar os resultados em um gráfico de barras semelhante ao da figura 3.9, substituindo o alcance pelo número de cliques.

Notas

- Em muitos casos, as crianças esquecem de anotar qual ímã foi usado em cada medida e, no final, têm uma série de resultados que não conseguem organizar para esboçar o gráfico. Deve ser dada nova oportunidade de efetuar as medidas tomando notas de maneira organizada.

- Os gráficos devem ter pelo menos um título que inclua, de preferência, uma indicação que explique os dados que constam no gráfico. Se possível, de acordo com o nível de alfabetização das crianças, pode ser pedido que seja explicado de forma escrita como foram feitas as medidas.
- Pode-se, como alternativa na primeira parte, entregar aos alunos folhas que contenham desenhos representando régua. O clipe pode ser colocado na origem das medidas da régua (0 cm) e o ímã é arrastado em direção ao clipe até fazê-lo mover.

3.4. A Água e o Ar

3.4.1. Água em uma Garrafa

Materiais por grupo:

- garrafa plástica de refrigerante vazia (2 litros) e com tampa;
- água;
- fita adesiva;
- bacia.

Procedimento

Parte 1

1. Fazer um furo pequeno na parte inferior da garrafa e fechá-lo com a fita (fig. 3.10).
2. Encher a garrafa com água e tampá-la.
3. Prever e anotar o que deve acontecer ao se retirar a fita do furo.
4. Segurando a garrafa pela tampa sobre a bacia, retirar a fita do furo. Observar e anotar o que ocorre.
5. Explicar o que ocorreu.

Parte 2

1. Fechar novamente o furo. Prever e anotar o que ocorre se a fita for retirada sem a tampa na garrafa.
2. Colocar a garrafa novamente sobre a bacia e retirar a fita e a tampa.
3. Anotar o que ocorreu e explicar.

Parte 3

1. Esvaziar a garrafa e abrir um novo furo pequeno aproximadamente 10 cm acima do primeiro (fig. 3.10). Fechar os dois furos com fita, encher a garrafa e tampá-la.
2. Retirar a tampa da garrafa e remover as fitas. Explicar o que se observa.

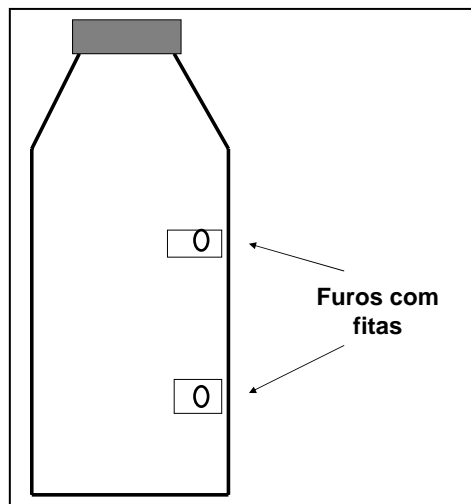


Fig. 3.10: garrafa com furos.

Notas

- Ao final da atividade e das discussões, praticamente todas crianças reconhecem que o ar precisa entrar na garrafa para que a água saia. Não se deve esperar que as crianças expliquem o porquê desse fato (o papel da pressão do ar); conseguir reconhecer essa parte da explicação já é uma grande conquista.
- Na segunda parte, o professor pode mostrar que, tapando a boca da garrafa com a mão, a água pára novamente de sair. Este procedimento auxilia em muito as crianças a entender o papel do ar nessa atividade.
- A terceira parte aproveita os mesmos materiais das anteriores. A água que esguicha do furo superior não alcança tão longe da garrafa quanto a água do furo inferior. Isto se deve à maior pressão da água no fundo da garrafa do que na superfície. Pelo mesmo motivo, sentimos os ouvidos pressionados ao mergulharmos. Deve-se procurar evitar que explicações que façam uso de termos como “força” para explicar as diferenças entre os dois esguichos, sugerindo substituir este termo por “velocidade”, por exemplo.

3.4.2. Balão em um Freezer

Materiais por grupo

- balão
- fita métrica
- caneta hidrocor

Procedimento

Parte 1

1. Encher o balão. Riscar ao seu redor uma linha com a caneta hidrocor. Medir o comprimento da linha.
2. Levar o balão ao *freezer* (fig. 3.11) e deixar o maior tempo possível (pelo menos uma hora).
3. Discutir e prever o que pode acontecer ao tamanho do balão.
4. Retirar o balão do *freezer* e medir novamente o comprimento da linha.
5. Discutir e explicar o que aconteceu.



Fig. 3.11: balão no *freezer*.

Parte 2

1. Prever o que ocorreu com o tamanho do balão durante a discussão dos resultados da primeira etapa (o balão deve ficar na mesa);
2. Medir novamente o comprimento da linha e anotar o novo resultado.
3. Explicar o que aconteceu.

Notas

- O balão encolhe dentro do *freezer*, pois o ar, ao ser resfriado, diminui de volume. Quanto mais tempo o balão ficar no *freezer*, maior será a diferença no comprimento da linha. O ideal é que o balão seja colocado no *freezer* no primeiro período de aula do dia e retirado no último. Durante o tempo que se passa a discussão da primeira parte, o balão deixado sobre a mesa novamente esquenta e expande, voltando ao mesmo tamanho original.
- Na maioria das vezes, as crianças crêem que o balão perdeu ar no *freezer* e ganhou ar ao ser deixado na mesa. O professor pode apontar inconsistências dessas teorias: como o *freezer* retira ar do balão?; como o ar entra no balão se ele está fechado?; por que não vemos, então, balões inflando e desinflando sozinhos a toda hora? Pode-se perguntar se não seria mais razoável supor que o ar diminui de volume quando é resfriado, caso as crianças reconheçam as inconsistências de outras teorias e se mostrarem insatisfeitas com elas.
- Caso as crianças demonstrem aceitar a teoria científica da expansão e contração, pode-se dar exemplos de contração por resfriamento: ao se fechar a porta da geladeira, o ar no seu interior esfria e contrai, selando a porta, que então não precisa de trinco; nas calçadas, as lajes de concreto são feitas deixando-se um pequeno vão entre elas, para o caso de se expandirem com o aumento da

temperatura, o que causaria rachaduras; ferrovias são construídas deixando-se vãos entre os trilhos, pelo mesmo motivo.

3.4.3. Foguetes de Papel

Materiais (individual)

- papel (aproximadamente 5 cm x 12 cm)
- cartolina recortada como na ilustração 3.13
- lápis
- fita adesiva
- canudinho (de preferência os mais grossos)
- fita métrica

Procedimento

1. Enrolar o papel ao redor do lápis como um tubo, deixando pelo menos 1 cm além do fim do lápis, e prender com fita adesiva.
2. Fechar a parte do tubo que ficou além do lápis. Esta extremidade será o nariz do foguete.
3. Prender a cartolina na outra extremidade do tubo. Esta fará o papel de asas para o foguete (fig. 3.12).
4. Retirar o foguete do lápis. Colocar o canudo na extremidade aberta. Lançar o foguete dando um sopro vigoroso.
5. Marcar no chão uma linha para lançamento. Fazer lançamentos sucessivos e medir a distância desde a linha de lançamento até onde o foguete tocou o chão a primeira vez. Testar diferentes ângulos de lançamento para descobrir como se obtém o maior alcance.

Notas

- Começando de um lançamento vertical, o alcance do foguete aumenta à medida que o ângulo com a vertical aumenta até um certo valor (aproximadamente a meio caminho para um lançamento horizontal), passando a diminuir de novo.
- Pode-se mostrar que, se o sopro não for vigoroso, o foguete não é lançado; um sopro lento não produz no interior do foguete uma pressão alta o suficiente para lançá-lo.

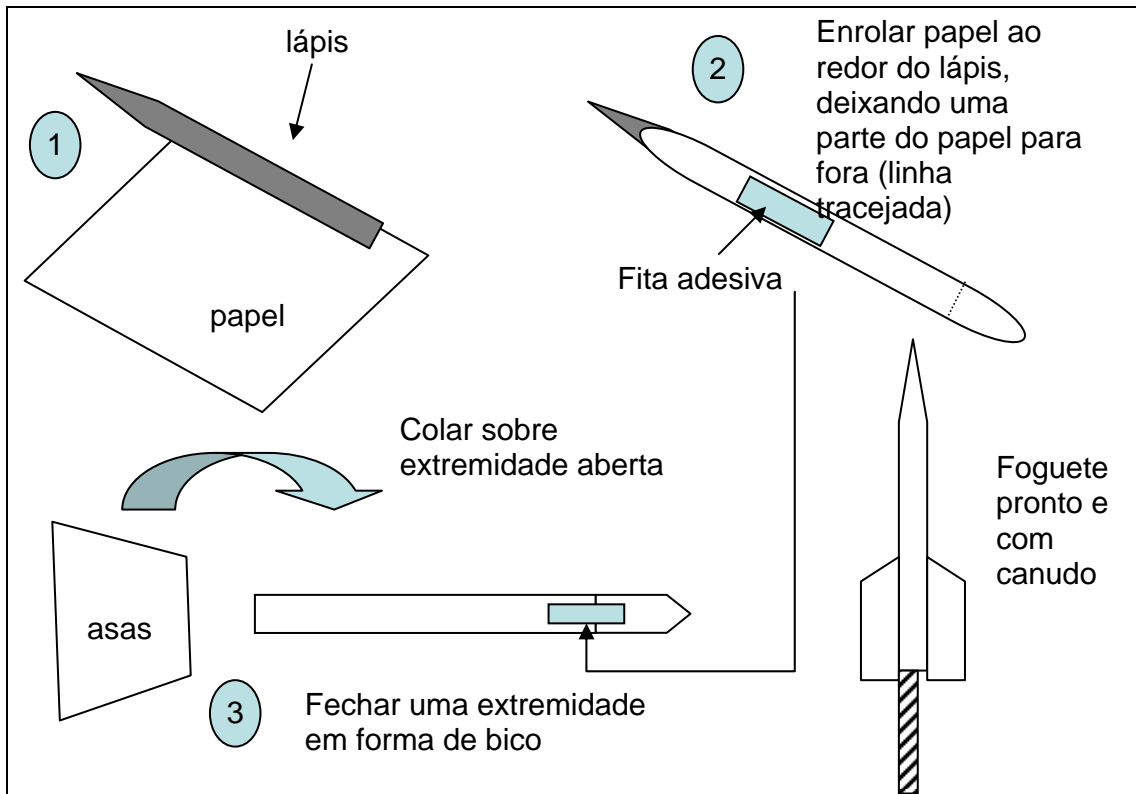


Fig. 3.12: como construir os foguetes de papel.

4 – Atividades para 9 e 10 Anos

As unidades de exploração estão resumidas na tabela 4.1. Geralmente, as três primeiras são destinadas a crianças de nove anos e as três últimas, a crianças de dez anos. Essa divisão não é rígida e pode ser adaptada de acordo com a disponibilidade de tempo.

Tabela 4.1: unidades de exploração para crianças de 9 e 10 anos.

Unidade	Atividades
Eletricidade	<ul style="list-style-type: none">• Quantos watts?• O que é um circuito?• Como funciona uma lâmpada?• Como ligar mais de uma lâmpada?• Como funciona uma lanterna?
Estados da matéria	<ul style="list-style-type: none">• Gás em um balão.• Densidade de líquidos.• Partículas de sólidos e líquidos.
Pressão e empuxo	<ul style="list-style-type: none">• Afunda ou flutua?• Construção de um submarino.• Foguetes d'água.
Mudanças físicas e químicas	<ul style="list-style-type: none">• Como fazer chuva.• Uma mistura que derrete – oobleck• Como fazer queijo.
Forças e máquinas simples	<ul style="list-style-type: none">• Como medir forças.• Construção de catapultas.• Máquina a vapor.
Unidades e instrumentos de medida	<ul style="list-style-type: none">• Podemos confiar em nossos sentidos?• Qual a medida de cada coisa?• A velocidade.• Temperaturas negativas.

4.1. Eletricidade

4.1.1 Quantos Watts?

Procedimento

Parte 1

1. Preparar uma tabela para cada aluno com espaço para pelo menos 20 aparelhos com duas colunas: uma para o nome do aparelho e outra para sua potência em W (fig. 4.1). Cada aluno deve pesquisar em casa a

potência do maior número de aparelhos eletrodomésticos, incluindo lâmpadas (a potência se encontra atrás dos aparelhos). Descrever quais consomem mais energia quando ligados e quais devem ser os que mais consomem energia ao longo do mês, por ficarem mais tempo em uso.

2. Criar outras duas tabelas, conforme figura 4.2, para anotar os gastos de um dia normal e em um dia escolhido para pôr em prática um plano de economia de energia.

Aparelho	potência	Aparelho	potência

Fig. 4.1: exemplo de tabela para levantamento de aparelhos elétricos

Parte 2

1. Cada aluno deve propor por escrito uma maneira de economizar energia por um dia. Usar a primeira tabela como referência para ver quais aparelhos gastam mais energia.
2. Escolher um dia para pôr o plano em prática. Neste dia, repetir as leituras do relógio de luz de manhã e à noite. Anotá-las em uma tabela semelhante à da figura 4.2.
3. Comparar os gastos do dia normal com o dia escolhido e comentar sobre o quanto é possível reduzir o consumo de energia elétrica sem causar grandes transtornos à rotina.

2ª leitura	Hora		leitura	
1ª leitura	Hora		leitura	-
			total gasto	

Fig. 4.2: tabela para calcular o gasto de um dia. Pela manhã, fazer a primeira leitura e anotar. À tarde, refazer a leitura, anotar e calcular o gasto do dia.

Notas

- É muito comum que as crianças confundam watts com volts. Quando o levantamento dos equipamentos da casa estiver feito, o professor deve verificar se não houve confusão. Se houve, um novo levantamento deve ser feito para corrigir os valores errados. Pode, também, acontecer que a

criança anote como potência a frequência da rede brasileira (60 Hz), embora seja menos comum. Nesse caso, o procedimento é igual ao anterior.

- É bastante útil que o professor faça um levantamento semelhante junto com os alunos na própria escola, levando-os a diversas salas para anotar a potência de cada aparelho que encontrarem. No dia seguinte, o professor acompanha os alunos até o relógio de luz da escola para anotar o valor no mostrador; no terceiro dia, leva novamente os alunos para ver o valor 24 horas após e, assim, calcular o consumo de um dia na escola. Dessa forma, as crianças têm uma experiência prévia de como proceder em casa.
- A leitura dos relógios de luz deve sempre ser feita com o acompanhamento de um adulto.
- O professor deve procurar chamar a atenção dos alunos de que, apesar de poder perturbar o dia-a-dia de uma casa, há maneiras práticas de se economizar energia elétrica sem causar maiores transtornos à rotina. Cabe às crianças propor quais podem ser essas maneiras.

4.1.2. O Que é um Circuito?

Materiais por grupo

- uma pilha
- folha de alumínio
- fita crepe
- uma lâmpada de lanterna

Procedimento

Parte 1

1. Colar uma tira de fita crepe sobre a folha de alumínio (fig. 4.3).
2. Recortar o alumínio ao redor da fita, deixando uma folga ao lado com aproximadamente duas vezes a largura da fita.
3. Dobrar o alumínio ao redor da fita. Este deverá ser o fio elétrico usado nesta experiência (figura 4.3).
4. Usando este fio e uma pilha, tentar fazer a lâmpada acender.

Parte 2

1. Rasgar o fio feito de alumínio e fita crepe na metade de seu comprimento.
2. Com as duas metades, tentar fazer a lâmpada acender.
3. Explicar o que é necessário para a lâmpada acender. Por que se usa o nome “circuito”?

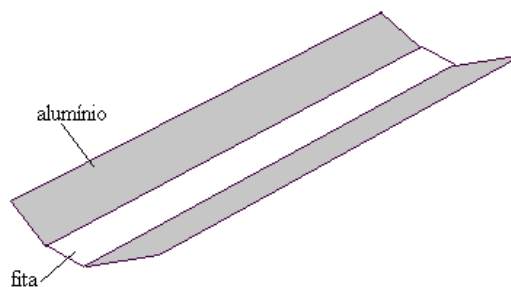


Fig. 4.3: fio de alumínio.

Notas

- A totalidade das crianças consegue, após um tempo médio de 5 min, acender a lâmpada.
- As crianças podem procurar em um dicionário o significado da palavra “circuito” (caminho fechado). Muitas crianças conseguem, assim, entender que é necessário haver um caminho fechado para que a corrente elétrica flua.
- Deixar livre para que as crianças usem os termos que acharem mais apropriado (eletricidade, energia, corrente).

4.1.3 Como Funciona uma Lâmpada?

Materiais por grupo

- um pedaço de esponja de aço
- folha de alumínio
- duas pilhas tamanho grande
- fita crepe
- 1 lâmpada comum.

Procedimento

Parte 1

1. Prender as duas pilhas (pólo positivo de uma com o negativo da outra) usando fita crepe.
2. Prender uma extremidade do fio ao pólo negativo e a outra em um pedaço de esponja de aço. Usar um pedaço pequeno de esponja e espalhar bem os fios de aço.
3. Encostar a esponja de aço ao pólo positivo da pilha (fig.4.4). Observar e anotar o que ocorre.
4. Propor uma explicação ao observado.

Parte 2

1. Observar uma lâmpada comum. Esboçá-la e nomear suas partes. Comparar com o material usado na primeira parte.
2. Explicar o funcionamento de uma lâmpada e por que seu filamento é protegido por uma redoma de vidro. O que há dentro desta redoma? Por que a lâmpada fica quente após um certo tempo de uso? Há lâmpadas que não esquentam? Estas lâmpadas têm um filamento?

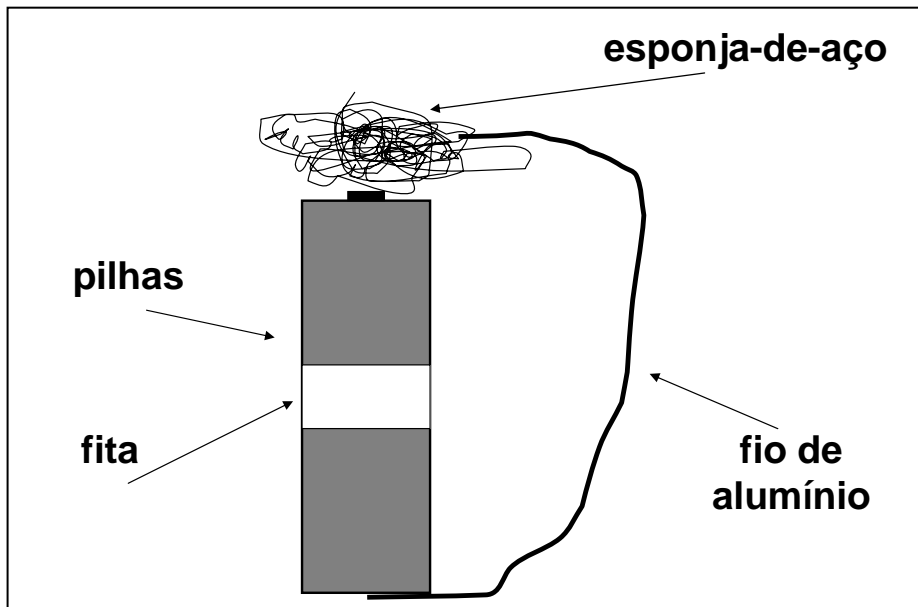


Fig 4.4: esponja de aço como modelo de lâmpada.

Notas

- Apesar de a esponja de aço incandescer, não há nenhum risco de as crianças se queimarem nesta atividade. Mesmo assim, é essencial chamar a atenção das crianças para que façam todo o procedimento com calma. Também é importante avisá-las de que não haverá risco algum, para evitar que se assustem ao ver o aço incandescente.
- É necessária uma participação mais ativa do professor, ou da professora, quando as crianças comparam o resultado da experiência com uma lâmpada real. O professor deve discutir com todos os grupos e tentar ajudá-los a encontrar correlações entre o que observaram na atividade e a lâmpada.

4.1.4. Um Circuito Completo

Materiais por grupo

- folha de alumínio (30 cm de comprimento)
- fita crepe
- pelo menos 1 pilha
- lâmpada de lanterna

Procedimento

Parte 1

1. Com a fita crepe e o alumínio, criar pelo menos 3 cabos elétricos (como na atividade 4.1.2).
2. Ligar um cabo em cada lado da pilha.
3. Ligar as extremidades opostas livres dos cabos à lâmpada.
4. Com os dois cabos conectados, verificar se a lâmpada acende. Anotar.
5. Rasgar um dos cabos. Levantando os dois pontos onde cada cabo foi rasgado, verificar se a lâmpada permanece acesa. Anotar.

Parte 2

1. Usar o terceiro cabo. Ligar novamente a lâmpada e colocar o terceiro cabo ligando os outros dois em algum ponto entre a pilha e a lâmpada (figura 4.5).
2. Observar o que ocorre e anotar. Erguer uma das extremidades do terceiro cabo. Verificar se a lâmpada acende ou não. Anotar.
3. Propor uma explicação para o que foi observado.

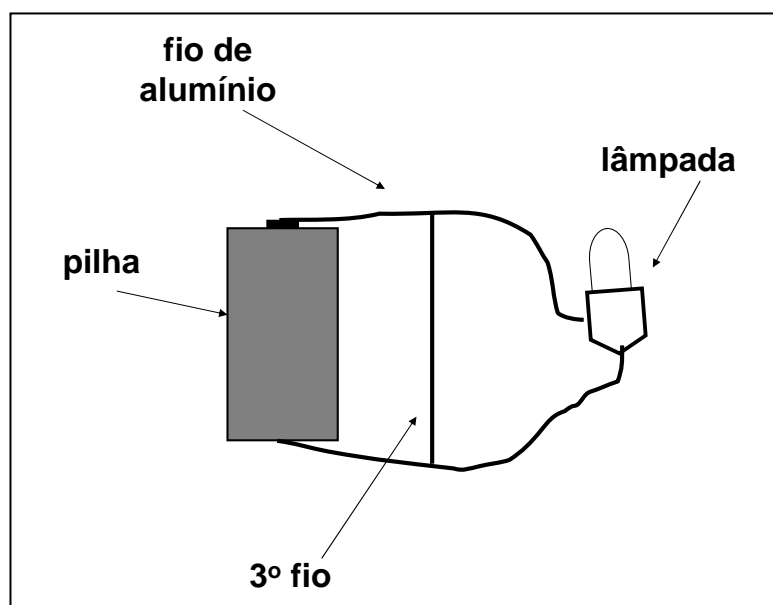


Fig. 4.5: curto-circuito.

Notas

Algumas questões que podem auxiliar na discussão dos resultados (com sugestões de comentários para o professor em itálico):

- Pode-se usar um terceiro cabo como um interruptor? Por que? *Não se deve fazer isso, o terceiro fio se aquece com o tempo; além disso, a pilha se gasta mais rapidamente.*
- Por que se usa o nome “circuito”? *A corrente elétrica só flui por caminhos fechados (circuitos).*
- Por que a lâmpada não acende com o terceiro cabo? *O terceiro cabo cria um curto-circuito, praticamente toda a corrente flui por este cabo e, por isso, ele se aquece.*

4.1.5. Como Ligar Mais de Uma Lâmpada

Materiais por grupo

- folha de alumínio
- fita crepe para fazer os cabos
- uma pilha
- duas lâmpadas de lanterna.

Procedimento

Apresentar a atividade como desafio: os alunos devem criar o maior número possível de circuitos elétricos nos quais as duas lâmpadas acendam, desenhar todos os modelos que tentaram e explicar por que eles funcionaram ou não. Se houver algum modelo no qual as lâmpadas brilhem menos, explicar por que.

Notas

- Esta atividade evidencia quais alunos estão conscientes de que devem criar circuitos fechados e evitar curtos-circuitos (como o produzido na atividade 4.1.3) .
- Exigir sempre que os grupos apresentem um diagrama esquematizando o circuito que querem tentar antes de efetivamente montá-los.

4.1.6 Como Funciona uma Lanterna?

Materiais por aluno

Cada aluno deve trazer uma lanterna de casa (que esteja funcionando e com pilhas). No máximo, caso um ou mais alunos não tragam as lanternas, permitir que trabalhem em pares.

Procedimento

Deixar os alunos livres para abrir e desmontar as lanternas (desde que não quebrem nenhuma parte). Lanternas são simples o suficiente para que crianças de 9 ou 10 anos consigam desmontar e remontar. Observando o interior das lanternas, as crianças devem ser capazes de explicar, através de desenhos e textos, seu funcionamento.

Notas

- Para ganhar segurança, é essencial que o professor desmonte e remonte pelo menos uma lanterna e desvendem seu funcionamento com antecedência.
- Tranqüilizar os alunos e pais de que as lanternas retornarão para casa intactas. Desmontar e remontar uma lanterna é simples e seguro.
- O professor deve discutir com todos os alunos as suas impressões e idéias para que eles consigam relacionar o que vêem no interior da

lanterna (chapas de cobre, interruptores, contatos) com as atividades anteriores. A maioria dos alunos consegue de maneira bem rápida explicar como a lanterna funciona.

4.2 Os Estados da Matéria

4.2.1 Gás em um Balão

Materiais por grupo

- balão
- garrafa plástica de 2 litros
- garrafa plástica pequena
- vinagre (aprox. 50 ml)
- fermento químico (1 colher de sopa)

Procedimento

Parte 1

1. Vestir a boca da garrafa grande (sem a tampa) com a boca do balão vazio (fig.4.6).



Fig 4.6: balão preso a uma garrafa.

2. Prever o que ocorrerá ao se apertar a garrafa e anotar.
3. Apertar a garrafa e anotar o que se observa.
4. Propor uma explicação ao que foi observado.

Parte 2

1. Colocar o vinagre na garrafa pequena.
2. Colocar o fermento dentro do balão vazio.
3. Vestir a boca da garrafa com o balão com fermento, sem derramá-lo.
4. Virar o fermento para dentro da garrafa. Descrever o que se observa (fig.4.7).
5. Explicar o que ocorreu nesta parte. Relacionar com o que foi observado na primeira parte.



Fig. 4.7: balão em garrafa com vinagre e fermento.

Notas

- Ao se apertar a garrafa com o balão preso à sua boca, este irá inflar. O ar do interior da garrafa passa para o interior do balão.
- A mistura de vinagre e fermento gera uma reação química, com liberação de dióxido de carbono.
- Nos dois casos, o balão infla com gases, a diferença é que, no segundo caso, o gás não existia antes da experiência ser realizada, foi produzido pela reação química.
- Lembrar aos alunos que o gás, na segunda parte, não surge do nada. Parte do vinagre e do fermento se transforma no dióxido de carbono.

4.2.2 Densidades de Líquidos

Materiais por grupo

- 5 recipientes (garrafas ou copos) pequenos e transparentes
- óleo de cozinha (máximo 100 ml)
- aprox. 100 ml água com tinta guache (bem diluída, de qualquer cor, menos amarela, para evitar confusão entre a água e o óleo)
- aprox. 50 ml glicerina líquida (à venda em farmácias)

Procedimento

Parte 1

1. Derramar o óleo na primeira garrafa. Prever o que ocorrerá ao derramar água sobre o óleo. Anotar a previsão.
2. Derramar água sobre o óleo. Observar e anotar o que foi observado.
3. Derramar água na segunda garrafa. Antes de derramar a glicerina, prever o que ocorrerá e anotar a previsão.
4. Derramar a glicerina e anotar o que foi observado.

Parte 2

1. Prever o que ocorrerá ao se misturar óleo e glicerina na mesma garrafa. Anotar a previsão e justificá-la.
2. Misturar óleo e glicerina na terceira garrafa. Anotar o que foi observado e explicar.

3. Prever o que ocorrerá ao se misturar todos líquidos numa mesma garrafa. Anotar e explicar a previsão.
4. Misturar os líquidos das 3 garrafas numa mesma. Anotar e explicar o que é observado.

Notas

- Os líquidos não se misturam por causa da diferença de densidade (glicerina é o mais denso e o óleo, o menos denso). Outro fator que influi é a denominada *solubilidade*, que depende da estrutura molecular da substância. Esse fator pode ser ignorado nessa atividade.
- É comum que se atribua ao óleo mais densidade do que à água, enquanto que, na realidade, o que ocorre é o oposto. Isto se deve ao fato de o óleo ser mais *viscoso*, ou seja, não flui com a mesma facilidade que a água. Deve-se deixar clara uma distinção entre viscosidade e densidade.
- Alguns dos líquidos usados nesta atividade não se misturam (água e óleo, ou glicerina e óleo). Pode-se usar uma colher para tentar misturá-los, mas após um tempo curto a separação entre eles volta a ser bem visível.

4.2.3 Partículas de Sólidos e Líquidos

Materiais por grupo

- copo de plástico ou papel
- cola branca
- areia (suficiente para metade do copo)
- água
- garrafa plástica de tamanho pequeno

Procedimento

Parte 1

1. Encher um dos copos de água. Passar a água para a garrafa. Descrever qual a forma assumida pela água ao ser trocada de recipiente (muda de forma ou não).
2. Repetir o procedimento com areia.
3. Descrever se a areia e a água se comportam de maneira semelhante e de que maneiras seu comportamentos são diferentes.

Parte 2

1. Colocar a areia no copo. Derramar a cola sobre ela (mais ou menos um terço da quantidade de areia em cola). Misturar.
2. Deixar a cola secar por dias. Conferir todos dias até toda cola secar (para acelerar o processo, vá rasgando partes do copo de plástico, permitindo que a umidade evapore mais rápido).
3. Quando a cola estiver seca, retirar a areia do copo (fig. 4.8).
4. Descrever como a areia se comporta agora: como a água líquida ou como uma pedra sólida.
5. Propor uma maneira de descrever sólidos e líquidos de acordo com as partículas que os compõem.



Fig. 4.8: areia com cola.

Notas

- Se a atividade for feita com copos plásticos, deve-se, aos poucos, abrir os copos, rasgando suas laterais, para permitir que a umidade evapore mais rapidamente. Caso se use copos de papel, que são preferíveis, a umidade passa naturalmente através das laterais do copo. Nos dois casos, deve-se esperar mais de um dia para que a cola seque completamente. Verificar todos os dias até que toda a cola esteja seca.
- A areia se comporta aproximadamente como um líquido: possui volume determinado mas adota a forma do recipiente que a contém. Com a cola seca, a mesma areia passa a se comportar como um sólido: possui forma e volume constantes.
- Essa atividade simula uma diferença em nível microscópico entre sólidos e líquidos: as partículas dos líquidos são muito mais livres para se mover que as dos sólidos. O que as mantém unidas nos sólidos (a “cola” que as mantém grudadas) são forças de natureza eletromagnética. Não há necessidade de se entrar nesse nível de detalhe com os alunos. Geralmente, as crianças se mostram curiosas em saber qual é a “cola” que mantém as partículas dos sólidos juntas. Essa questão pode ser usada como geradora de um projeto a ser desenvolvido pelas crianças a respeito da estrutura da matéria.

4.3 Pressão e Empuxo

4.3.1 Afunda ou Flutua?

Materiais por grupo

- bacia com água
- barra de giz
- folha de alumínio
- outros materiais diversos, como bolinhas de vidro, palitos, isopor, parafusos, etc.

Procedimento

Parte 1

1. Prever quais dos materiais diversos (exceto o giz e o alumínio, que serão usados na segunda parte) irão flutuar e quais irão afundar. Anotar as previsões.
2. Testar os materiais colocando-os na água. Anotar os resultados.
3. Propor uma explicação para o fato de alguns materiais afundarem e outros flutuarem.

Parte 2

1. Prever se o alumínio flutua ou afunda. Anotar a previsão.
2. Colocar o alumínio aberto sobre a água. Observar.
3. Colocar o alumínio na vertical sobre a água. Anotar o que ocorre nas duas situações.
4. Prever se o giz flutua ou afunda. Anotar.
5. Colocar o giz na água. Observar o que ocorre e anotar.
6. Comparar o que ocorreu na primeira parte com os resultados da segunda. Conciliar estes resultados.

Notas

- Nesta atividade, outro fator importante, além da densidade dos corpos, é explorado: a tensão superficial da água. As moléculas de água são fortemente ligadas umas às outras. Por isso, a folha de alumínio, quando colocada na horizontal, não afunda, pois não rompe as ligações entre as moléculas de água. Se colocada na vertical, a folha de alumínio age como uma lâmina, exercendo pressão suficiente para separar as moléculas de água e afundar.
- O giz seco flutua. Porém, a água vai aos poucos penetrando no giz (fato visível, há bolhas saindo do giz) e termina por torná-lo mais denso, fazendo-o afundar.
- Em muitos casos, as crianças tendem a ignorar os casos do giz e, principalmente, do alumínio por não terem uma explicação pronta para oferecer. O professor (ou a professora) não pode aceitar que os alunos não ofereçam alguma forma de explicar os resultados.

4.3.2 Construção de um Submarino

Materiais por grupo (ou individual, se o professor preferir)

- garrafa plástica pequena com tampa.
- porcas e parafusos.
- mangueira fina.
- cola de silicone.

Procedimento

1. Fazer 2 furos em lados opostos da garrafa, mais ou menos à meia altura.
2. Colocar uma ponta da mangueira em um dos furos. Colar com silicone.
3. Colocar algumas porcas e parafusos na garrafa e tampá-la.
4. Colocar a garrafa na água com a mangueira virada para cima (fig. 4.9).
5. Chupar o ar da garrafa para fazê-la afundar. Soprar o ar de volta para fazê-la subir. Se a garrafa estiver pesada ou leve demais, colocar ou retirar algumas porcas.
6. Explicar como funciona o modelo de submarino.

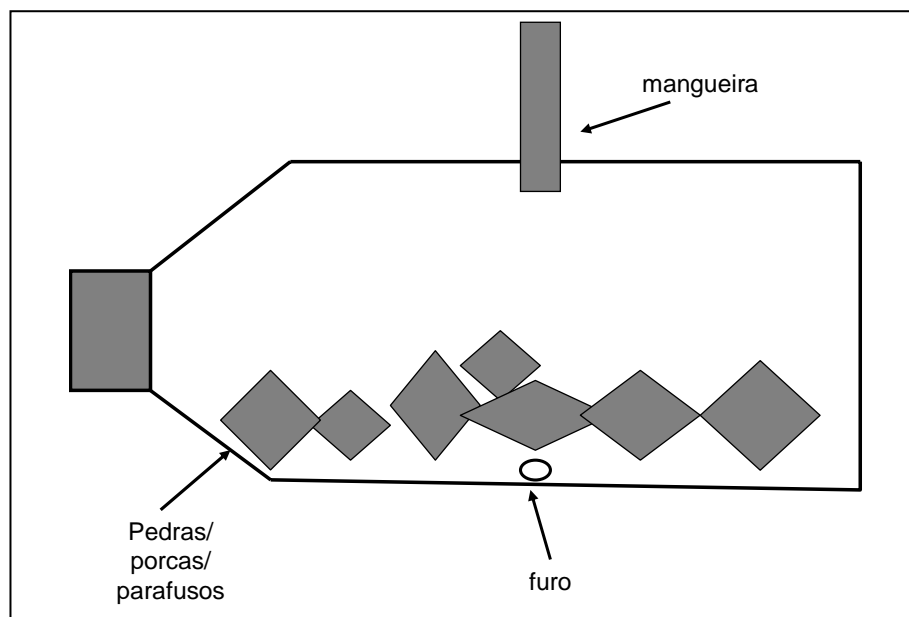


Fig. 4.9 modelo de submarino.

Notas

- As porcas e parafusos podem ser substituídas por pedras. Areia é muito fina e pode terminar saindo pelos buracos da garrafa.
- Ao se sugar o ar do submarino pelo cano, a água entra pelos furos e faz com que ele afunde.
- Soprar ar de volta pelo tubo faz com que a água seja retirada do interior do submarino e ele novamente volta à superfície.
- O mesmo mecanismo é usado em submarinos reais.

4.3.3 Foguetes de água

Materiais para uma base de lançamento

- canos PVC (não usar canos de esgoto) de acordo com figura 4.10
- sarrafos de madeira e pregos de acordo com a figura 4.10
- cola para PVC
- bomba para pneu de bicicleta
- 25 cm de aço para construção (espessura 4.2) para usar como ganchos que prendam a base de lançamento ao chão
- câmara de bicicleta (pode ser velha, desde que o ventil esteja funcionando).
- Cada alunos deve providenciar uma garrafa descartável de 2 litros de refrigerante.

Procedimento

1. O professor deve previamente montar a base de lançamento, como mostrada na figura 4.11.
2. Os alunos devem encher as garrafas com diferentes quantidades de água.
3. Colocar as garrafas na base de lançamento. Prender usando o gancho de aço (fig. 4.12).
4. Bombear o ar para dentro da garrafa até obter uma pressão alta o suficiente.

5. Soltar o gancho.

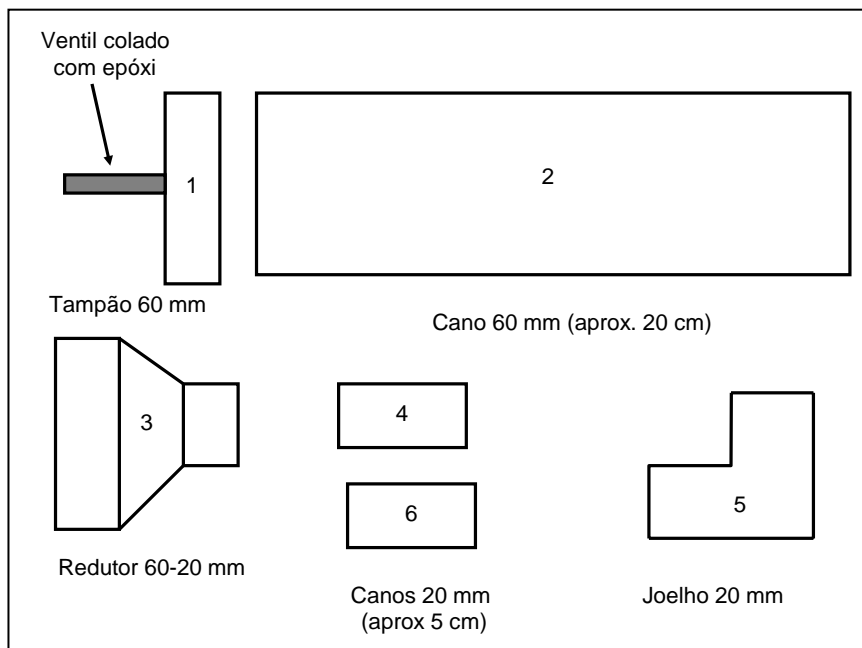


Fig. 4.10: materiais para a base de lançamento.

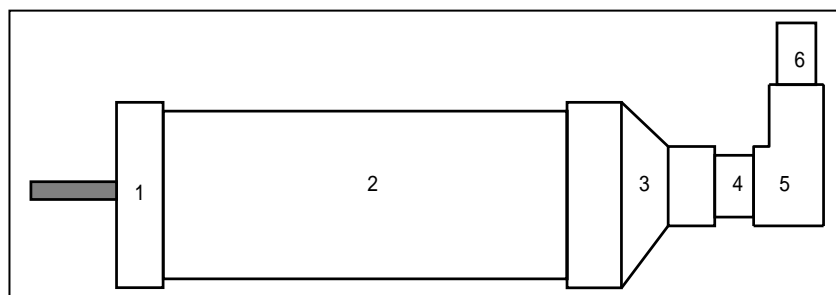


Fig 4.11: base de lançamento pronta.

Notas

- Não há maneira de se saber exatamente quando a pressão do ar no interior da garrafa é suficiente para lançá-la da base; somente com tentativa e erro o professor pode descobrir quando se deve puxar o gancho. Em geral, quando a pressão é suficientemente alta, aparece um esguicho de água pelo gargalo da garrafa.
- O jato de água para baixo faz com que a garrafa suba, devido ao que pode ser chamado “conservação da quantidade de movimento”, ou “momentum linear”.
- Inicialmente, quanto mais água se coloca na garrafa, mais alto será o lançamento, pois haverá mais água para ser espelida pela garrafa. A partir de uma certa quantidade, porém, o próprio peso da água se torna um fator contrário ao lançamento.
- Esta atividade deve ser feita de preferência no verão, uma vez que o jato de água expelido pela garrafa molha todos os que estão próximos ao lançamento.

4.4 Mudanças Físicas e Químicas

4.4.1 Como Fazer Chuva

Materiais para demonstração

- chaleira
- fogão (ou liquinho)
- água
- bandeja larga de alumínio
- gelo.

Procedimento

1. Encher a chaleira e colocar a água a ferver.
2. Encher a bandeja de gelo e colocá-la aproximadamente 50 cm acima do bico da chaleira (figura 4.13). Observar o que ocorre.
3. Descrever e explicar o que foi observado.

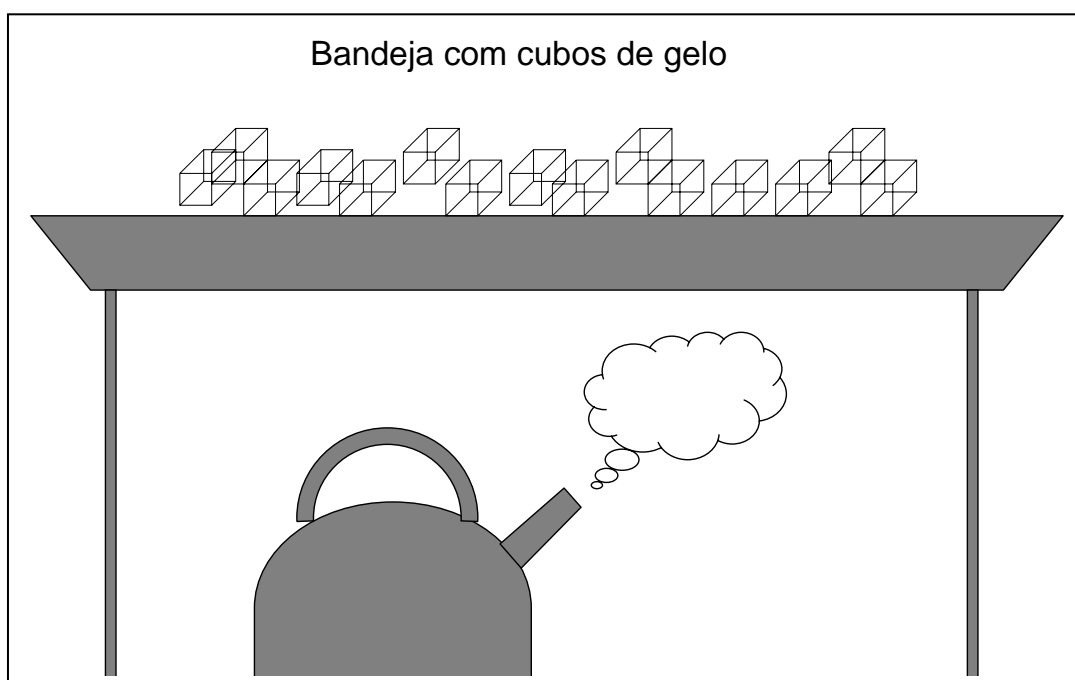


Fig. 4.13: bandeja com gelo.

Notas

- O vapor de água condensa na parte inferior da bandeja de alumínio, formando gotas. Estas gotas são pequenas demais para cair da bandeja. Somente quando estas gotas se juntam, formando gotas maiores, é que conseguem cair de volta.
- O mesmo processo se dá na formação de uma nuvem. Nuvens não são formadas de vapor de água, mas de água em estado líquido em gotas muito pequenas, que não caem. Estas gotas vão aos poucos se agrupando até atingirem um tamanho suficiente para que caiam de volta ao solo (chuva).

4.4.2 Uma Mistura que Derrete - Oobleck

Materiais por grupo

- 1 xícara de maizena
- 1 copo de água
- cubos de gelo.

Procedimento

Parte 1

1. Adicionar a água à maizena aos poucos, até atingir uma consistência pastosa (aproximadamente o mesmo volume de água e maizena).
2. Derramar a pasta sobre a mão e observar seu comportamento ao ser apertada na mão e novamente solta. Descrever este comportamento e relacioná-lo com uma das mudanças de estado físico. Explicar esta relação.

Parte 2

1. Segurar um cubo de gelo na palma da mão, da mesma maneira que foi feito com o *oobleck* na parte 1, sem apertá-lo.
2. Observar o que ocorre. Descrever e explicar a semelhança com o que ocorreu na parte 1.

Notas

- O *oobleck* comporta-se como um sólido em ponto de fusão. Ao ser colocado na palma da mão, aparenta por um tempo curtíssimo se manter intacto. Porém, logo após começa a escorrer da mesma maneira que água escorre de um cubo de gelo na mão. Apertá-lo faz com que se comporte novamente como sólido.
- A relação direta entre o comportamento do *oobleck* e do gelo não surge espontaneamente em muitos casos. O professor deve, nestas situações, discutir e estimular os alunos a apresentar suas próprias idéias, evitando responder suas questões diretamente.

4.4.3 Como Fazer Queijo: Mudanças Químicas

Materiais por grupo

- leite quente (pelo menos ½ litro, a uma temperatura aproximada de 80 °C) em uma caneca ou outro recipiente
- 1 colher de sopa
- vinagre (aprox. 50 ml)
- 1 saco de aniagem limpo
- 1 coador grande

Procedimento

1. Derramar o vinagre no leite. Misturar com a colher por aproximadamente 1 min. Observar e anotar o que ocorre.
2. Após a reação terminar, cobrir o coador com o saco de aniagem e derramar o conteúdo da caneca sobre ele, para escorrer a parte líquida.

3. Deixar escorrer por um dia. O resultado é um tipo básico de queijo (ricota). Pode ser comido sem problemas.
4. Descrever procedimento e explicar o resultado.

Notas

- A reação do leite com o vinagre resulta na separação de soro (parte líquida) e coalho (parte sólida que resultará no queijo). O professor pode sugerir aos alunos que tentem misturar estas duas partes novamente para testar se podem produzir leite de novo. Como o que ocorre neste caso é uma reação química, o simples ato de misturar os produtos resultantes não produzirá a substância que se tinha anteriormente.
- Como o tipo de queijo produzido não possui muito sabor, pode-se adicionar temperos, queijo ralado, ou creme de leite. O queijo pode ser, então experimentado com pão ou bolachas.

4.5 Forças e Máquinas Simples

4.5.1 Como Medir Forças

Materiais por grupo

- 2 atilhos
- régua
- dois blocos de madeira (aprox. 200 g cada) com um gancho
- 2 cliques
- uma tábua de madeira (aprox. 40 cm x 20 cm)
- 5 livros

Procedimento

Parte 1

1. Prender um clipe na extremidade de cada atilho (figura 4.14).
2. Suspender um atilho e medir seu comprimento.
3. Suspender um bloco de madeira com o atilho e anotar o novo comprimento.
4. Suspender os dois blocos e anotar o novo comprimento. Calcular as diferenças nos comprimentos (sem nenhum bloco, com um bloco e com dois blocos). Explicar os resultados.

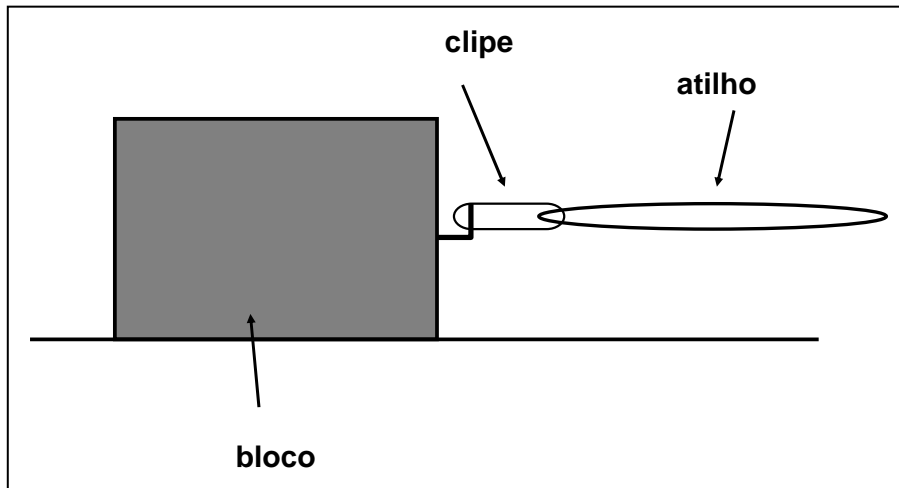


Fig. 4.14: atilho com clipe na ponta e preso ao bloco.

Parte 2

1. Suspender o segundo atilho no primeiro. Medir o comprimento total.
2. Suspender um bloco. Medir e anotar o novo comprimento. Calcular a diferença para dois atilhos sem o bloco.
3. Repetir com dois blocos.
4. Explicar os resultados nas partes 1 e 2 (diferenças nas variações de comprimento).

Parte 3

1. Suspender os dois atilhos lado a lado e medir o comprimento.
2. Suspender um bloco e medir o novo comprimento. Anotar e calcular a diferença.
3. Repetir para dois blocos.
4. Explicar os resultados diferentes nas partes 1, 2 e 3.

Parte 4

1. Colocar a tábua sobre a mesa. Deitar o bloco sobre a tábua e prender o atilho com clipe no gancho (fig. 4.14).
2. Arrastar o bloco lentamente com velocidade aproximadamente constante. Medir o comprimento do atilho nesta situação. Calcular a variação de comprimento e anotar.
3. Colocar dois livros abaixo de uma extremidade da tábua para fazer uma rampa. Arrastar o bloco lentamente puxando pelo atilho (fig. 4.15). Medir o comprimento do atilho nesta situação e calcular a diferença para seu comprimento normal. Anotar os resultados.
4. Repetir para 4 e 5 livros sob a tábua.

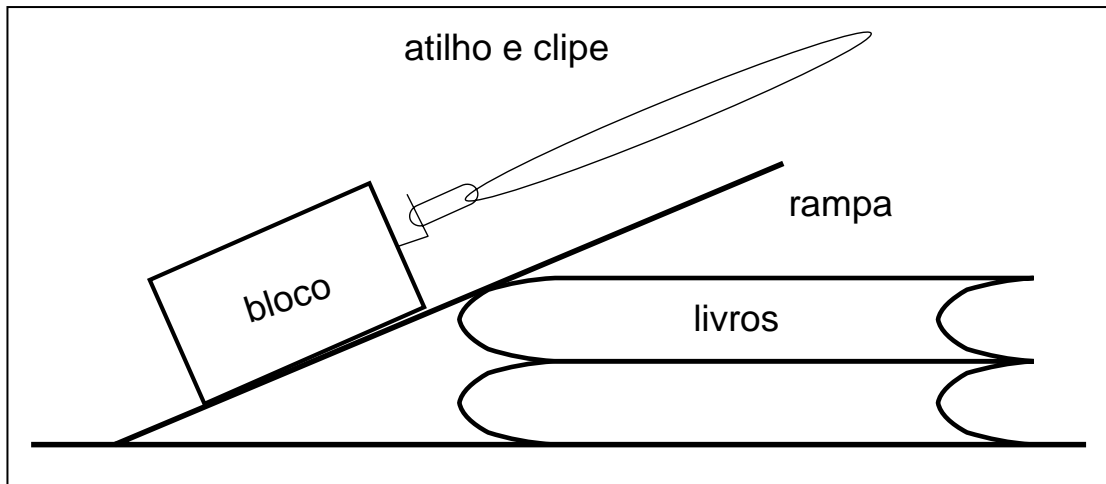


Fig. 4.15: bloco sobre a rampa.

Notas

- A primeira parte geralmente não cria dificuldades às crianças. O professor deve passar de grupo em grupo para se certificar de que elas estão calculando e anotando as diferenças de comprimento dos atilhos. Em quase todas as situações, as crianças relacionam a variação do comprimento do atilho com a força exercida para suspender o bloco.
- O professor deve também chamar a atenção, ao verificar o trabalho de cada grupo, de que as medidas devem ser coerentes entre si: se na primeira medida, as crianças escolheram incluir o comprimento do clipe, em todas as seguintes também devem incluí-lo.
- Nas partes 2 e 3 o professor deve, novamente chamar a atenção das crianças de que as medidas devem ser coerentes. Deve, também, lembrá-las de que no relato escrito é necessário que elas apresentem alguma explicação ao que foi observado.
- Na parte 4, em geral, a assistência do professor (ou da professora) para realizar as medidas é mais necessária. Para isso, é essencial, como em todas as atividades descritas neste trabalho, que o professor realize as atividades sozinho, ou com assistência de outra pessoa, antes de propô-las aos alunos.

4.5.2 Construção de Catapultas

Materiais

Os materiais dependem dos projetos de cada grupo (no máximo 4 alunos por grupo, de preferência pares). Usar preferencialmente madeira pinus, fácil de cortar, pregar e aparafusar. Como elástico para acionar a catapulta, o melhor é usar os manguitos de pressão (usados por médicos para medir pressão arterial).

Procedimento

Apresentar o maior número possível de ilustrações de catapultas. Se tiver acesso à *internet* em um laboratório de informática, o ideal é programar uma pesquisa sobre o assunto na qual os alunos também escolhem um desenho a partir do qual irão projetar sua catapulta.

Notas

- O professor deve continuamente lembrar que os projetos têm de ser exeqüíveis, sem grandes complicações.
- Tarefas como cortar ou furar a madeira devem ser feitas por adultos com experiência no uso de serras ou furadeiras elétricas. Madeirerias vendem sarrafos e tábuas cortados nas dimensões determinadas pelo comprador. Mesmo assim, durante a execução dos projetos, é comum aparecer a necessidade de fazer novos cortes.
- Esta atividade sempre se mostra muito estimulante e significativa. Se o professor não tem afinidade com o uso de ferramentas e construção de aparatos desse tipo, devem pedir assistência de alguém com alguma experiência, mas não deixar de realizar essa atividade.
- O tempo gasto nessa atividade pode se estender por várias aulas. O professor deve reservar um tempo mínimo de 2 semanas para ela.
- Os alunos devem fazer um relatório explicando como as catapultas foram construídas e seu funcionamento.

4.5.3 Máquina a Vapor

Materiais por grupo

- 2 latas de refrigerante (uma já vazia para ser recortada como um catavento e uma ainda fechada)
- prego

Procedimento

1. Fazer um furo com prego na parte superior da lata cheia (figura 4.15). Esvaziá-la sem amassar.
2. Mergulhar a lata vazia em uma bacia cheia de água. Enchê-la té mais ou menos um terço com água sem amassar.
3. Cortar a lateral da lata vazia e dobrá-la formando um catavento, conforme a figura 3.28. Prender em um suporte de madeira ou outro semelhante.
4. Colocar a lata e o catavento no fogão (pode-se usar liquinho ou bico de bunsen, se disponível), conforme fig. 4.16. Observar, descrever e explicar o resultado.

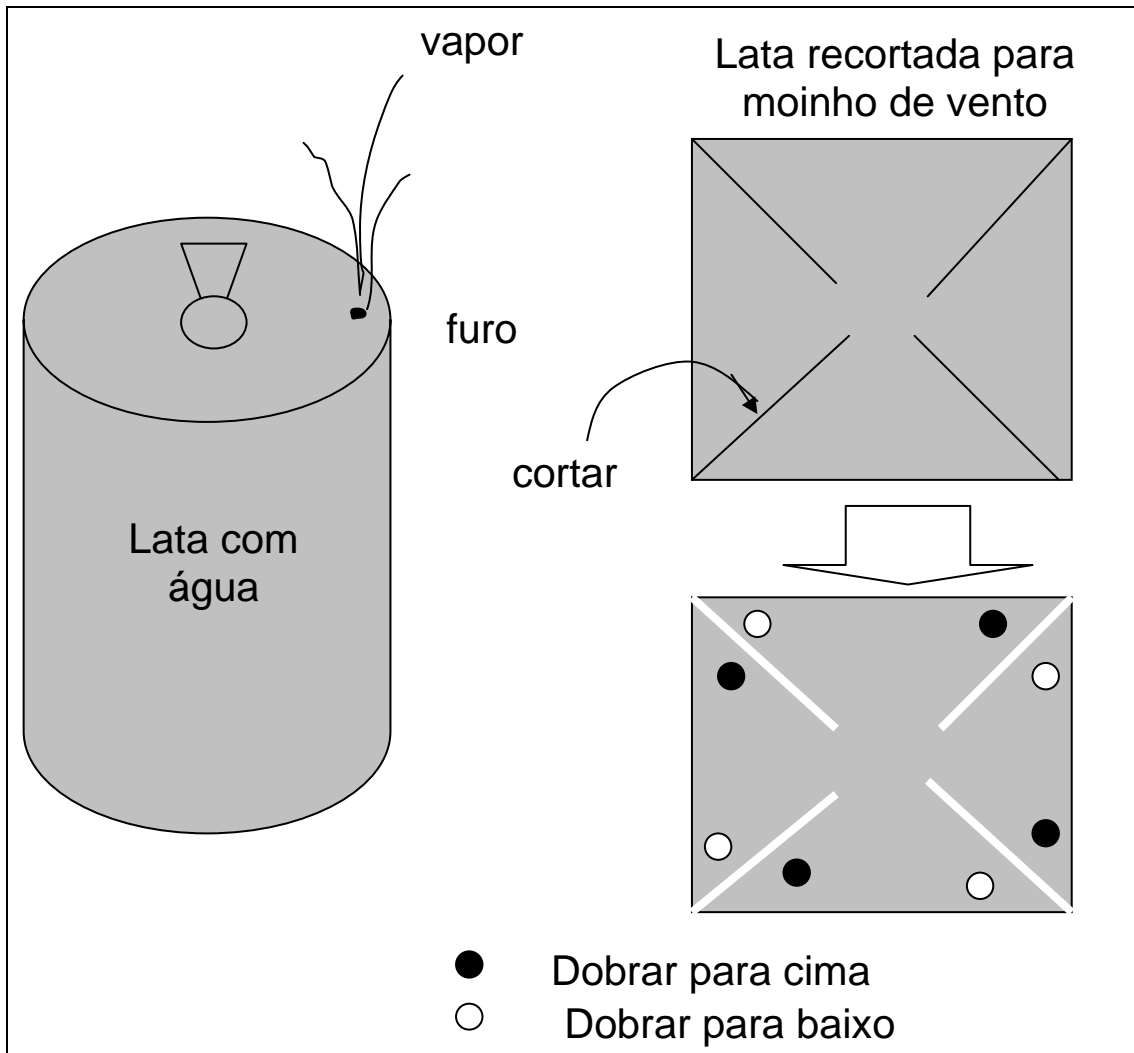


Fig. 4.15: lata como fornalha para máquina a vapor e catavento de alumínio.

Notas

- Ao ferver, a água sofre uma grande expansão, produzindo o vapor. Este vapor, expelido pelo furo da lata, força o catavento a rodar (princípio de ação-reação).
- Apesar de serem uma invenção muito antiga (os primeiros registros datam da Grécia antiga, com a “máquina de Heron”), as máquinas a vapor são largamente usadas em submarinos e usinas nucleares (o reator serve somente para ferver a água) e usinas termoelétricas (onde o vapor é produzido em caldeiras a carvão, óleo, ou gás).
- As máquinas mais antigas a vapor usavam pistões. Atualmente, usam-se as turbinas a vapor. O modelo construído nesta atividade se assemelha em muito a uma turbina a vapor.

4.6 Unidades e Instrumentos de Medida

4.6.1 Podemos Confiar nos Nossos Sentidos?

Materiais por dupla

- cronômetro (ou relógio)
- 3 bacias, uma com água quente, outra com água morna, e outra com água gelada
- balança
- materiais diversos (blocos de madeiras, livros, tesouras, etc)

Procedimento

Parte 1 – em pares

1. Um aluno cuida do cronômetro. Outro aluno fecha os olhos e os mantém fechados pelo tempo que considerar ser 1 min. Conferir com o tempo no cronômetro. Anotar os resultados. Trocar de função e repetir.
2. Novamente um aluno cuida do cronômetro e outro pula sobre um pé pelo tempo que considera 1 min. Conferir e anotar o tempo real. Repetir com os papéis trocados.

Parte 2 – em grupos de no máximo 4

1. Sem usar a balança, tentar listar por escrito os materiais diversos (blocos, livros, tesouras, etc) em ordem crescente ou decrescente de massa (quantas gramas cada um possui).
2. Medir as massas de todos os materiais listados e comparar a ordem obtida a partir das medidas obtidas usando a balança com a ordem inicial.

Parte 3 – demonstração

1. Encher uma bacia com água quente, uma com água morna, e uma com água gelada (pode acrescentar cubos de gelo).
2. Escolher um aluno para testar a água quente e outro para testar a água gelada.
3. Cada aluno escolhido mantém a mão na água por aproximadamente 1 min. Após, colocar imediatamente a mesma mão na água morna e relatar se a sente quente ou fria.
4. Anotar os resultados. Explicar a importância do uso de unidades e instrumentos de medida, baseado nos resultados das 3 atividades.

Notas

- Na parte 3, é preferível não avisar que a terceira bacia contém água morna. Somente após os dois alunos terem relatado suas impressões, explicar o que há nesta bacia.

- As crianças sempre querem, após ver os dois alunos fazer a demonstração, colocar suas mãos nas bacias. Se o número de alunos for grande, os professores podem reservar mais bacias para que todos possam, após a demonstração, realizar a atividade. Porém, é importante que todos acompanhem a demonstração antes.

4.6.2 Qual a Medida de Cada Coisa?

Materiais por grupo

- balança
- objetos previamente medidos pelo professor
- uma tabela com valores de massa encontrados nesta medida mas sem referência a qual objeto possui qual massa

Procedimento

Completar a tabela com os respectivos objetos para cada massa encontrada. Explicar por escrito qual o procedimento adotado para obter os resultados.

Notas

- Explicar aos alunos que os valores são aproximados. Pode haver, e quase certamente haverá, diferenças de até 1g entre os valores previamente encontrados pelos professores e os dos alunos. Não há problema nesse tipo de diferença, uma vez que medidas sempre possuem imprecisões. Diferenças de mais de 2 g requerem novas medidas por parte dos alunos.
- Grupos diferentes adotam táticas diferentes. Alguns preferem medir todos os objetos, anotar os valores, e somente então compará-los com os da tabela. Outros preferem medir todos objetos de cada vez até encontrar o valor tabelado. Ao final da atividade, é muito importante discutir as táticas dos grupos.

4.6.3 A Velocidade

Materiais por grupo

- Fita métrica
- Fita crepe
- Relógio com cronômetro
- Bolinha de aço ou vidro (ou outro material duro)

Procedimento

1. Remover as mesas de um canto da sala. Pode-se fazer esta atividade no corredor, se não causar problemas.
2. Medir, a partir da parede, uma distância (3 m, por exemplo). Traçar a linha de partida com a fita crepe no chão (figura 4.16).

3. Traçar uma segunda linha ao dobro da distância da primeira linha (se foi 3 m, a segunda fica a 6 m da parede).
4. Cronometrar o tempo gasto para a bolinha rolar da linha até atingir a parede. O aluno com o cronômetro deve parar ao lado da linha. O cronômetro é disparado quando a bolinha passar pela linha e parado quando se ouvi-la batendo na parede. Todos os alunos devem lançar a bolinha da primeira e da segunda linha.
5. A partir dos dados coletados, cada aluno deve indicar em qual das duas tentativas (3 m ou 6 m) a bolinha estava com maior velocidade e explicar sua resposta, dando uma definição para velocidade.

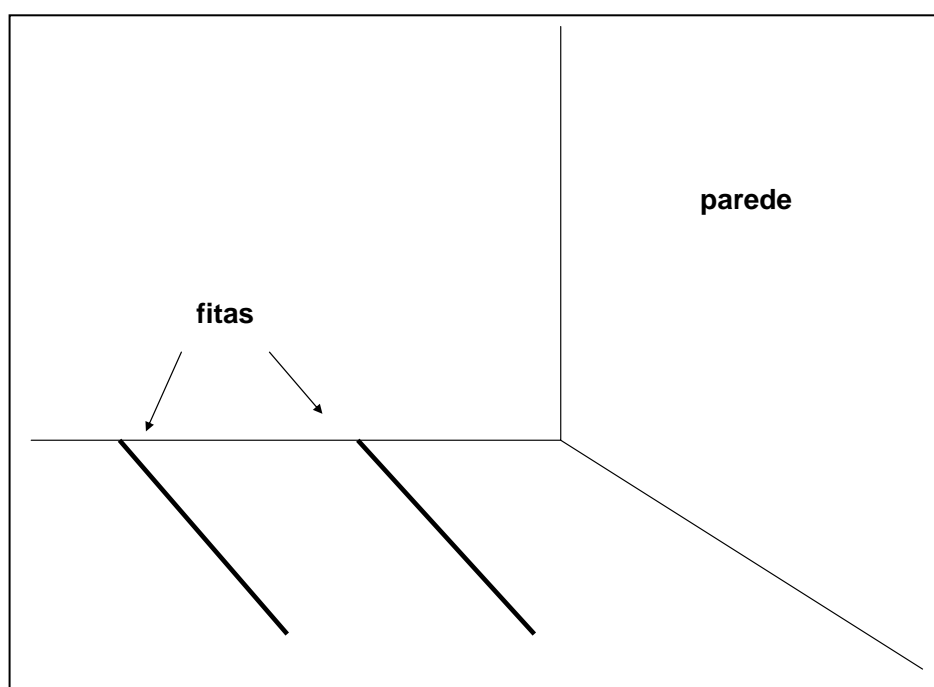


Fig.4.16: medidas de velocidade.

Notas

- Deixar os alunos treinarem o uso do cronômetro e a intensidade com que devem rolar as bolinhas antes de realmente tirar medidas.
- Fazer rodízio entre os alunos para o uso do cronômetro.
- Se possível, é preferível dividir a turma em dois ou mais grupos grandes, cada qual com seu cronômetro, para fazer as medidas.
- Em geral, as crianças definem velocidade como “o quanto um objeto se move rapidamente”; este tipo de definição é suficientemente bom para a idade a que esta atividade é proposta.
- Algumas crianças ainda preservam uma visão egocêntrica a respeito da velocidade: ao invés de analisar os resultados obtidos com as medidas, respondem que em um dos lançamentos a bolinha estava mais veloz “porque eu atirei com mais força”. Outra resposta comum é achar que no percurso mais curto a bolinha anda mais devagar “porque tem menos espaço para ganhar velocidade”. O oposto também aparece em muitos

casos. As discussões em grupo e de toda a classe podem levar essas crianças a rever seus pontos de vista. Outra possibilidade é o professor auxiliar estas crianças a fazer novas medidas e refletir a respeito dos resultados à medida que eles apareçam.

4.6.4 Temperaturas Negativas

Materiais por grupo

- copo plástico
- gelo (suficiente para encher o copo)
- sal de cozinha (aprox. 5 colheres de sopa)
- termômetro.

Procedimento

1. Encher o copo com gelo e colocar o termômetro. Medir a temperatura após alguns minutos. Anotar.
2. Separar o sal para derramar diretamente sobre o gelo no copo. Prever por escrito o que espera que aconteça.
3. Derramar o sal sobre o gelo. Observar o termômetro e descrever o que ocorre.
4. Explicar o que ocorreu.

Notas

- Ao se derramar o sal sobre o gelo, este dissolve o sal, um fenômeno que absorve calor. Assim, a temperatura do conjunto gelo e sal cai para abaixo de 0 °C.
- Novamente, é essencial que o professor realize esta atividade anteriormente, para ter certeza da quantidade de sal a ser derramada, a melhor posição para colocar o termômetro, e o tempo para que a temperatura caia (que é de pouquíssimos segundos).
- É bom manter mais gelo e sal para refazer a atividade com alunos que não tenham observado o resultado (o processo é rápido e muitas crianças não prestam atenção no momento).
- É comum, em países onde há muita neve, derramar-se gelo sobre as estradas para evitar que surja uma camada fina de água sobre o gelo, o que tornaria as estradas muito escorregadias.
- Para complementar esta atividade, pode-se mostrar que, derramando sal em um cubo de gelo sobre o qual se deita um barbante, faz-se o gelo congelar novamente, prendendo o barbante, que pode ser usado para suspender o cubo no ar.

5 – Conclusões

O mundo em que as crianças habitam nos dias de hoje é, sob muitos aspectos, diferente daquele em que as crianças de poucas décadas atrás viviam. Essas mudanças se processaram de maneira que ninguém pôde minimamente controlar ou antever, todas as tentativas de previsão, feitas há vinte anos, de como o mundo seria na primeira década do século XXI estavam, para quem olha da perspectiva que temos hoje, bastante erradas. Acredito que, se há algo que possamos aprender com esse tipo de tentativa de previsão, então devemos não gastar muita energia tentando prever como as coisas serão daqui há algumas décadas.

Tendo em vista essa perspectiva, creio que o ensino não deve tentar antecipar o que será especialmente necessário em um futuro relativamente próximo, quais serão as necessidades que as crianças que hoje estão no Ensino Fundamental terão quando forem adultos. O certo é que, qualquer que sejam as necessidades que essas crianças venham a enfrentar no futuro, elas terão que, sem dúvida, ser capazes de aprender, adaptar-se a novas situações, saber procurar soluções aos problemas que venham a enfrentar. O ensino precisa, então, ajudar essas crianças a desenvolver essas capacidades. Mais do que isso, o ensino deve estimular o gosto pela procura, pelo aprender.

A postura tradicional de ensino, onde os alunos sentam em filas viradas para um quadro no qual o professor anota dados enquanto expõe o conteúdo a ser aprendido, não tem funcionado mais, o que também é uma consequência das diferenças entre a vida das crianças de hoje e aquela de décadas atrás. A manutenção desse tipo de postura, tanto no Ensino Fundamental como no Médio, dissocia cada vez mais a vida acadêmica do dia-a-dia dos alunos, por não fazer uso da capacidade e das experiências pessoais que as próprias crianças e adolescentes possuem.

O ensino por pesquisa não somente é uma alternativa viável para adaptar a estrutura do ensino para os estudantes de hoje, mas também é, por sua própria natureza, flexível a ponto de não focar excessivamente em uma direção que possa vir a ser, no futuro, infrutífera. Além disso, o ensino por pesquisa incorpora os pontos centrais que norteiam as teorias de desenvolvimento (Bransford et al., <http://www.nap.edu/html/howpeople1/>), destacando:

- as crianças são naturalmente curiosas e capazes gerar questões e de resolver problemas de maneira criativa;
- o desenvolvimento cognitivo é resultado da interação do indivíduo com o ambiente e com outros indivíduos;
- as crianças necessitam da assistência dos adultos para persistirem no aprendizado e guiar seu foco de atenção para, assim, desenvolver suas capacidades;
- as pessoas tidas como “inteligentes” são aquelas cujo conhecimento é altamente organizado ao redor de conceitos abrangentes; para essas pessoas, esses conceitos estão significativamente ligados entre si e a

outros, de maneira que, para esses indivíduos, a manipulação deles ocorre de maneira fluente (um conceito aciona os demais).

Essas constatações remetem, em parte, ao Construtivismo, cuja base se encontra nos trabalhos de Piaget (1976) e Vygotsky (1993 e 1998). É importante ressaltar que, no meu ponto de vista, Construtivismo não descreve uma prática de ensino, mas uma perspectiva a partir da qual as práticas dos professores devem ser fundamentadas: *o conhecimento que um indivíduo constrói é resultado da interação com outros indivíduos e com o ambiente*. Essa interação necessita da intervenção de uma pessoa mais experiente (um professor) que guie o processo de maneira que o estudante aprenda a organizar o conhecimento para poder usá-lo de maneira fluente.

O ensino por pesquisa, seguindo a estrutura geral descrita no capítulo 2, requer que os estudantes aprendam a organizar as informações que coletam, além de gerar conclusões a partir desses dados e refletir a respeito de seu próprio trabalho. Esse tipo de ensino não somente incentiva a curiosidade das crianças, mas também as ajuda a focar essa curiosidade de maneira a produzir resultados úteis, que possam ser partilhados com outras pessoas.

Para finalizar, creio ser essencial destacar que considero o ensino como um processo de duas mãos: o professor deve continuamente ter em mente que também está na escola para aprender. O presente texto sugere uma forma de ensino que foge do padrão tradicional, frente à qual alguns professores podem se sentir desconfortáveis por diferir daquelas práticas convencionais. Tanto quanto os estudantes precisam aprender a aprender por meio de projetos de pesquisa, também o professor precisa aprender a usar esse tipo de método de ensino. Como foi dito anteriormente, as crianças e os adolescentes de hoje vivem num ambiente muito diferente daquele de algumas décadas atrás e não se enquadram mais naquela postura em que se prestava atenção à uma aula expositiva. A alternância de atividades *mão-na-massa* e projetos de pesquisa é a alternativa que considero mais frutífera para adaptar o ensino a esse ambiente.

Referências Bibliográficas

BRANSFORD, J.D., et al., eds. *How people learn*.
<<http://www.nap.edu/html/howpeople1/ch10.html>>. Acesso em 25/07/2004.

PIAGET, J., INHELDER, B. *Da lógica da criança à lógica do adolescente*. São Paulo: Cia. Pioneira Editora. 1976.

VYGOTSKY, L. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes. 1993.

VYGOTSKY, L. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes. 1998.

Sumário

Introdução.....	1
1. Estrutura das Aulas e Avaliação.....	3
1.1 A Estrutura das Aulas.....	3
1.2 A Avaliação.....	5
2. Aulas Mão-na-massa e Ensino por Pesquisa	9
3. Atividades para 7 e 8 Anos	13
3.1 Calor e Temperatura.....	14
3.2 Luz, Cores, Combras.....	19
3.2. Ímãs.....	23
3.4 A Água e o Ar.....	26
4. Atividades para 9 e 10 Anos	31
4.1 Eletricidade.....	31
4.2 Os Estados da Matéria.....	38
4.3 Pressão e Empuxo.....	41
4.4 Mudanças Físicas e Químicas.....	45
4.5 Forças e Máquinas Simples.....	47
4.6 Unidades e Instrumentos de Medida.....	52
5. Conclusões.....	57
Referências Bibliográficas.....	59

