



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FÍSICA  
LICENCIATURA EM FÍSICA**

**Monografia de Conclusão de Curso**

**AS EXPERIÊNCIAS DE MME. CURIE REPRODUZIDAS NOS DIAS DE  
HOJE COM UM CARÁTER LÚDICO – UMA PROPOSTA DE ENSINO  
DE FÍSICA**

**André Luis Braga Dias**

**Profº Drº Vitorvani Soares**  
*Orientador*

Rio de Janeiro  
Janeiro de 2009

ANDRÉ LUIS BRAGA DIAS

**AS EXPERIÊNCIAS DE MME. CURIE REPRODUZIDAS NOS DIAS DE HOJE COM  
UM CARÁTER LÚDICO – UMA PROPOSTA DE ENSINO DE FÍSICA**

Monografia apresentada ao Instituto de Física da UFRJ/ Universidade do Brasil – como requisito parcial à obtenção do Grau de Licenciado em Física.

**Orientador: Profº. Drº Vitorvani Soares**

**Rio de Janeiro  
Janeiro/ 2009**

## Ficha catalográfica

Dias, André Luis Braga

As Experiências de Mme. Curie Reproduzidas nos Dias de Hoje com um Caráter Lúdico – Uma Proposta de Ensino de Física , André Luis Braga Dias - Rio de Janeiro: Monografia de Final de Curso - Instituto de Física/UFRJ, 2009.

1. Marie Curie. 2. Ensino de Física. 3. Educação.

I. Título

## AGRADECIMENTOS

À orientadora Vitória Barthem pela confiança e apoio depositados em mim no momento necessário, que sempre elevou minha auto-estima e me ajudou a em cada momento de dificuldade.

Ao grande pesquisador e amigo Dominique Givord, uma pessoa de carisma inigualável, que me mostrou os caminhos da ciência e acreditou na minha capacidade de solucionar problemas que nem eu mesmo havia descoberto.

Ao grande amigo Junio dos Reis Firmino, pelo companheirismo demonstrado ao longo da graduação, sempre presente e atento, foi meu incentivo para que eu não desistisse nunca.

Agradeço ao professor Vitorvani Soares, por ser um exemplo em tornar situações aparentemente impossíveis em coisas simples e possíveis.

Enfim, agradeço aos meus grandes amigos de trabalho e de graduação, que para mim foram mais que irmãos. Com toda certeza, sem eles, viver seria insuportável.

“Nada que resulte do progresso humano é conquistado com consentimento unânime. Aqueles que são mais iluminados que os outros, são condenados a perseguir esta vida, apesar dos outros”.

Cristóvão Colombo (navegador genovês)

## **RESUMO**

A pertinência do tema está relacionada à pretensão de se reproduzir, nos dias atuais, as experiências realizadas por Mme. Curie no início do século XX. Voltadas para crianças na faixa dos 7 aos 13 anos, essas aulas de física eram ministradas baseadas em experimentos simples, porém muito ricos em informação. Aproveitando-se do decurso histórico, almeja-se incrementar as experiências originais adotando um caráter lúdico ao processo educativo, baseando-se no sucesso de outros trabalhos similares e em concordância com as idéias de Huizinga. Neste trabalho se encontra um estudo geral sobre os fatores mais relevantes que possam ter influência no aprendizado de crianças. Dentre outros fatores destacam-se o filosófico, sociológico, psicológico e pedagógico. Por ser um trabalho voltado para o sistema educacional brasileiro, esta proposta está protegida pelas Leis de Diretrizes e Bases da educação e atende às recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mme. Curie, Ensino de Física, Educação.

## Índice

<b>Introdução.....</b>	<b>8</b>
<b>1. As experiências originais de Mme. Curie. ....</b>	<b>11</b>
<b>2. A necessidade do caráter lúdico na educação .....</b>	<b>17</b>
2.1. História da infância.....	18
2.2. A importância de se trabalhar com crianças .....	19
2.3. A adequação do caráter lúdico ao sistema educacional brasileiro .....	20
<b>3. A adaptação de algumas experiências de Mme. Curie aos dias atuais.....</b>	<b>22</b>
3.1. Aspectos didáticos .....	37
3.2. Uma tentativa de se superar o “temor” diante da física .....	39
<b>Referências bibliográficas.....</b>	<b>41</b>

## **Introdução**

A proposta aqui apresentada consiste em reviver algumas experiências realizadas por Madame Curie no final do século XIX.

Marie Curie-Sklodowska nasceu na Polônia em 7 de novembro de 1867. Ganhadora de dois prêmios Nobel, em Física e em Química, por seus trabalhos com elementos radiativos, dedicou alguns anos a buscar formas de tornar o ensino da física mais interativo, e então, com alguns amigos, também pesquisadores, dedicou-se à educação direcionada às crianças de 7 a 13 anos.

As aulas de física eram ministradas baseadas em experimentos simples, porém muito ricos em informação. A maneira de conduzir a aula também despertava interesse, pois Madame Curie deixava sempre as crianças livres para pensar.

Alguns experimentos apresentados no livro "Aulas de Marie Curie" utilizam mercúrio, que é um metal tóxico, portanto proibido, e vidro, que pode ser perigoso para a idade das crianças em questão, isso para citar alguns exemplos. Fato é que essas experiências, embora isso não afete a riqueza intrínseca a elas, estavam relacionadas a um determinado período histórico.

Pela circunscrição histórica, essas experiências retratavam realidades ou usavam materiais que não são mais usuais nos dias atuais. Alguns deles têm, inclusive, o uso vedado no ambiente escolar por intermédio de legislação específica. Por conta disso, sentiu-se a necessidade de adaptar as suas experiências aos dias atuais.

Outro fator importante é que as aulas de Madame Curie aconteceram numa sociedade diferente daquela em que se vive hoje, e por conta disso, o sistema educacional sofreu abruptas mudanças no que tange ao currículo e à legislação educacional. Deve-se, portanto, saber o que mudou para adaptarem-se os experimentos para os dias atuais. Nessa adaptação foi introduzido o caráter lúdico nas atividades, baseado no sucesso de outros trabalhos similares e em concordância com as idéias de Huizinga, ex-reitor da Universidade de Leyden, na Holanda.

A justificativa está relacionada à percepção de que existe uma lacuna nos estudos acerca dos valiosos experimentos deixados pela cientista. Entende-se que a análise dessas



experiências possa produzir um enriquecimento do ensino de Física. O ensino da Física, dentre as disciplinas propedêuticas, talvez seja aquela em que há maior dificuldade por parte dos alunos, visto tratar de teorias não tão intuitivas. Essa proposta visa preencher essa lacuna.

O trabalho está organizado em três capítulos. No primeiro procede-se a uma apresentação de dez experiências de Mme Curie selecionadas e apresentadas em obra traduzida para o português.

Essas aulas faziam parte de um projeto de uma espécie de cooperativa de ensino de um grupo de pais que resolveu se juntar e levar conhecimento aos seus filhos. As aulas têm títulos instigantes, como “Aula 3, em que se compreende como a água chega à torneira”, ou “Aula 10, em que se fabrica um barômetro”. O livro reproduz desenhos e anotações de uma das alunas, Isabelle Chavannes, encontradas por um pesquisador e que, mais tarde, na Universidade de Borgogne, fez algumas cópias e as divulgou.

No capítulo seguinte, o segundo, trata-se da importância do caráter lúdico para a educação, ou seja, como a “brincadeira” é algo inerente ao processo de reprodução social e facilita a relação ensino-aprendizagem. Para melhor situar essa colocação, faz-se uma breve explanação da realidade da criança à época dos experimentos da cientista, aproveitando para associar a possibilidade da impressão de um caráter lúdico na educação ao modelo educacional brasileiro.

Daí que se suscitem questionamentos do tipo “qual a diferença entre a educação científica de crianças no século XIX e esse mesmo modelo de educação nos dias atuais? Qual a previsão de se atentar para a ludicidade na educação infantil nas legislações educacionais brasileiras ou, ainda, nas proposições sem caráter de lei, a mais famosa delas os parâmetros curriculares nacionais”.

O terceiro (e último) capítulo trata da tentativa de se adaptar as experiências de Mme Curie a modelos atuais. Cada uma das suas aulas foi retrabalhada de forma a conservar os valores atuais, quer seja no âmbito dos elementos que compõem os experimentos, quer seja no âmbito das finalidades lúdicas de cada prática.

No primeiro caso, foram extraídos os elementos com uso vedado à escola, ou que não façam mais parte do uso cotidiano, como bexigas de porco, substituídas por bolas infláveis de material artificial.

Na segunda parte enfocou-se a adequação do caráter lúdico, buscando adaptar-se às circunstâncias atuais, procurando atividades mais condizentes com o tipo de brincadeira que se faz nos dias atuais.

Finalmente, conclui-se que a possibilidade de realizar experimentos de física como um agente facilitador da aprendizagem, tornando-se o ensino algo mais lúdico, é uma proposta assaz interessante, balizada inclusive nas idéias propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais da educação brasileira.

## **1. As experiências originais de Mme. Curie.**

Mme. Curie realizou muitos experimentos visando ensinar ciências para as crianças. Entretanto, nem todas as suas aulas foram registradas e mantidas até os dias atuais, muitas delas tendo sido perdidas.

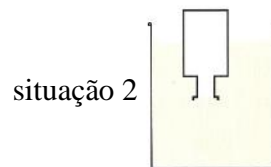
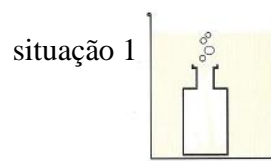
Selecionaram-se algumas experiências, dada sua maior aplicabilidade nos dias atuais. Os experimentos descritos abaixo estão contidos no livro "Aulas de Marie Curie". Esses experimentos foram organizados em 10 aulas temáticas para crianças em torno de 10 anos. Aqui apresento somente a primeira aula, que teve como tema distinguir o vácuo do ar.

Como estas aulas são descritas a partir das anotações de Isabelle Chavannes, aluna de Marie Curie, é normal não se ter os detalhes técnicos e os procedimentos. Do ponto de vista de um aluno, ela estava preocupada com o funcionamento dos experimentos e as conclusões físicas relativas a cada tema. Os desenhos deste capítulo também são de Isabelle Chavannes.

Para realizar as aulas, ela precisou dos seguintes materiais: recipiente com água, garrafa de vidro de boca larga, material esponjoso e inflamável, pistão, tubo grosso de vidro, balão volumétrico de 5 litros, balança, pesos variados, campânula, torneira, pele de bexiga de porco, mercúrio, petróleo, proveta bem fina, pêra de borracha e uma trompa de água.

**EXPERIMENTO 1: Provar que existe ar dentro de uma garrafa aparentemente vazia.**

Para provar que existe ar dentro da garrafa, quando esta está fora d'água, mergulha-se a garrafa tampada e virada para cima e abre-se quando estiver submersa (situação 1). As bolhas que sobem provam a existência do ar. Em seguida repete-se o processo só que desta vez com a garrafa de ponta-cabeça e abre-se debaixo d'água (situação 2). Observa-se que a água não penetra na garrafa, provando que existe ar dentro da garrafa.



(Chavannes, p. 27)

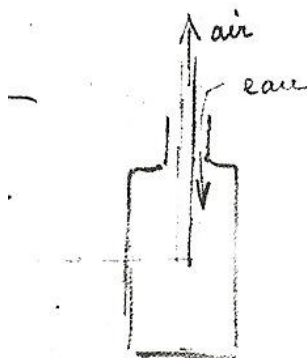
#### EXPERIMENTO 2: Introduzindo o conceito de densidade.

Este processo é idêntico que o anterior, imaginem a mesma situação apresentada no experimento anterior porém com a garrafa inicialmente preenchida com mercúrio. A diferença é que aqui o mercúrio permanece na garrafa na situação 1 e vai para o fundo quando a garrafa é colocada de cabeça para baixo como na situação 2. Esta mudança de comportamento entre o ar e o mercúrio mexe com o raciocínio lógico das crianças. Aproveitando-se disso, Marie Curie introduz o conceito de densidade.

#### EXPERIMENTO 3: Mostrar que a diferença de densidade não é suficiente para fazer as substâncias se moverem.

Outra experiência reveladora é esta, as crianças acabaram de absorver o conceito de densidade e teoricamente se consideram aptas a responder a seguinte situação: o que acontece se mergulharmos uma garrafa de gargalo fino cheia de petróleo em um recipiente com água? Naturalmente todos dirão que o petróleo, por ser menos denso que a água, subirá, da mesma forma que aconteceu com o ar no experimento 1. E se introduzirmos uma proveta bem fina nessa mesma água? O que reparou-se foi que tanto o petróleo da garrafa como o ar da proveta permaneceram em seus locais, ou seja, não subiram. Mais uma vez o conhecimento das crianças foi colocado em dúvida. Por que será que não aconteceu como antes? A resposta para essa questão aparece no momento em que Marie Curie coloca a proveta dentro do gargalo da

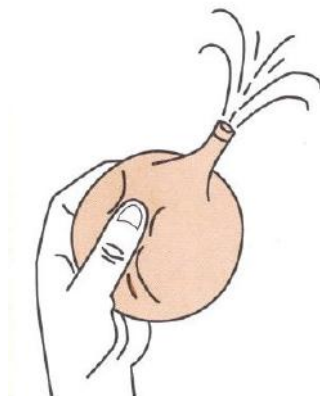
garrafa, ainda dentro da água. Quando ela faz isso o ar começa a sair seguido do petróleo e a água começa a entrar na garrafa. Ela explica que não basta que um líquido seja mais denso que outro, é necessário que haja também espaço para cada líquido passar, ou seja, uma via de entrada e outra de saída. A figura abaixo ilustra como esse processo aconteceu.



(Chavannes, p. 31)

#### EXPERIMENTO 4: Demonstrando o vento e a elasticidade.

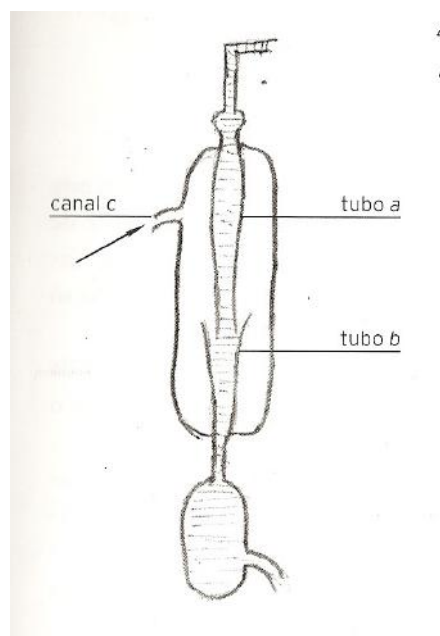
Esta é uma experiência bastante simples, Marie Curie limitava-se a apertar as pêras de borracha no rosto das crianças e dessa forma demonstrar que o vento é o ar em movimento. Aproveitando-se da situação, ela questiona como é possível colocar o ar em movimento. Após um período de reflexões sobre o movimento da pêra chegam ao conceito de elasticidade, causa pela qual a pêra retoma sua forma inicial. Neste mesmo momento, faz-se uma analogia com a respiração pulmonar e é ensinada a aspiração, explicando o funcionamento do canudo.



(Chavannes, p.30)

## EXPERIMENTO 5: A trompa d'água.

Utilizando um conjunto de tubos em formatos especiais, denominado trompa d'água demonstra-se que ao retirar o ar de um recipiente produz-se o vácuo. Os tubos “a” e “b” ficam sobrepostos e sem contato. Uma forte corrente d'água atravessa os tubos levando consigo parte do ar que está no cilindro externo. A criança pode sentir facilmente seu dedo sendo sugado ao encostá-lo no canal “c”. De acordo com os registros de Isabelle Chavannes não é possível afirmar nada mais em relação a este equipamento, como mostra a figura abaixo, ela só fez um desenho representativo.

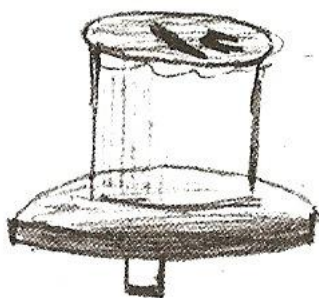


(Chavannes, p. 33)

## EXPERIMENTO 6: Demonstração do vácuo

Nesta experiência foi utilizado uma campânula, algo parecido com o desenho abaixo, também de Isabelle Chavannes. Pelo que podemos ver, existe um tubo menor conectado a um recipiente maior, que por sua vez é lacrado com pele de bexiga de porco, material elástico utilizado na época. De posse da campânula, pede-se que alguém bem forte sugue o ar de dentro dela através do tubo menor. O que vemos é a pele se curvar para o interior da

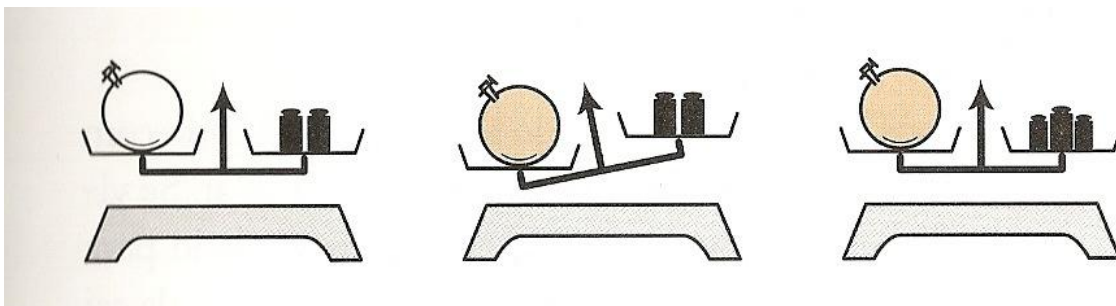
campânula, ou seja, o ar do exterior pressiona mais que o ar que está no interior. À medida que se retira o ar de dentro da campânula, ou seja, produzindo vácuo, a pele se curva ainda mais. Em seguida retira-se o ar com a trompa d'água até estourar, demonstrando-se o vácuo.



(Chavannes, p. 35)

#### EXPERIMENTO 7: Provando que o ar tem peso.

Primeiramente é preciso deixar claro que esta experiência foi apenas relatada, não se sabe exatamente o material usado, apenas que se usava uma balança tipo agulha. Antes de tudo, faz-se vácuo no balão volumétrico de 5 litros e o pesa em uma balança (à esquerda na figura). Em seguida se abre a torneira do balão volumétrico e o ar agora preenche o interior. Ao se pesar novamente nota-se que a balança perdeu o equilíbrio (ao centro), provando que o ar tem peso. Por fim, adiciona-se um contra-peso a fim de re-estabelecer o equilíbrio (à direita na figura). Esse peso utilizado para re-estabelecer o equilíbrio é justamente o peso do ar que entrou, logo, 5 litros de ar. Dividindo por 5 podemos determinar o peso de 1 litro de ar.



(Chavannes, p. 37)

#### EXPERIMENTO 8: Isqueiro de ar.

O isqueiro de ar consiste em um tubo de vidro grosso onde é colocado um pistão bem vedado, como uma seringa. No fundo do tubo se localiza um material esponjoso e inflamável, que não aparece nos relatos. Ao pressionar rapidamente o pistão o material entra em combustão magicamente aos olhos das crianças. Essa experiência é muito divertida e aguça a curiosidade das crianças, principalmente por se tratar de uma área da física onde existem várias variáveis inter-relacionadas. A explicação física nesse caso é que a diminuição do volume provoca um aumento de pressão e por consequência um aumento de temperatura, acarretando na combustão do material.

#### EXPERIMENTO 9: Martelo d'água.

Este experimento é caracterizado como demonstrativo, sendo assim, Marie Curie não o utilizou para basear sua aula. O martelo de água trata-se de um tubo de vidro recurvado e fechado contendo água e não contendo ar, ao virar o tubo de um lado para outro de modo que a água passe de uma vez para a outra extremidade, é possível produzir um barulho seco similar ao de um martelo, motivo pelo qual recebeu este nome.

#### EXPERIMENTO 10: A lâmpada incandescente.

Da mesma forma como no experimento anterior, este foi usado para demonstração acompanhando a aula principal. Inicialmente, Mme Curie questiona se existe ar dentro da lâmpada, após algumas tentativas de explicação por parte dos alunos, chega-se a conclusão de que se houvesse ar em seu interior este queimaria. Para provar esta hipótese ela mergulha uma lâmpada e a quebra dentro da água. A água então entra de uma vez na lâmpada, provando que havia vácuo em seu interior. Porém, explica ela, pode haver um outro gás, gás de iluminação.



## 2. A necessidade do caráter lúdico na educação

Todos nós, seres humanos, estamos constantemente buscando algo que nos seja prazeroso, independentemente de sua origem. Essa busca ocorre constantemente em todas as fases de nossas vidas, principalmente quando somos crianças, pois é a fase em que temos menos recalques.

Ao se adotar um caráter lúdico estamos oferecendo à criança o que ela mais gosta de fazer, brincar. É brincando que ela satisfaz, em grande parte, seus interesses, necessidades e desejos particulares. Sendo assim, o lúdico recebe um lugar de destaque no que diz respeito ao envolvimento da criança com o processo educacional.

Huizinga, autor que se aprofundou no assunto, estudando o jogo em diversas culturas, aborda o lúdico como sendo algo extremamente envolvente e tão essencial que é anterior à cultura. Segundo o autor (2007) “o jogo lança sobre nós um feitiço: é ‘fascinante’, ‘cativante’. Está cheio das duas qualidades mais nobres que somos capazes de ver nas coisas: o ritmo e a harmonia”.

Entretanto, o jogo não é algo recente. O jogo é extremamente antigo, existe desde que existe a sociedade humana. Para Huizinga (2007) “o jogo é fato mais antigo que a cultura, pois esta, mesmo em suas definições menos rigorosas, pressupõe sempre a sociedade humana; mas, os animais não esperaram que os homens os iniciassem na atividade lúdica.”

Conforme Dallabona (2004), as crianças brincam porque gostam de brincar e que, quando isso não acontece, alguma coisa pode não estar bem. Enquanto algumas crianças brincam por prazer, outras brincam para dominar a angústia, dar vazão à agressividade. Seria uma forma de canalizar toda essa energia para o aprendizado. Outros pontos de vista são apresentados em seu artigo:

- do ponto de vista filosófico, o brincar é abordado como um mecanismo para contrapor à racionalidade. A emoção deverá estar associada à ação humana tanto quanta a razão;
- do ponto de vista sociológico, o brincar tem sido visto como a forma mais pura de inserção da criança na sociedade. Brincando, a criança vai assimilando crenças, costumes, regras, leis e hábitos do meio em que vive;

- do ponto de vista psicológico, o brincar está presente em todo o desenvolvimento da criança nas diferentes formas de modificação de seu comportamento;
- do ponto de vista da criatividade, tanto o ato de brincar como o ato criativo estão centrados na busca de “eu”. É no brincar que se pode ser criativo, e é no criar que se brinca com as imagens e signos fazendo uso do próprio potencial;
- do ponto de vista pedagógico, o brincar tem se revelado como uma estratégia poderosa para a criança aprender.

O ato de brincar, pois, proporciona um desenvolvimento sadio, harmonioso e pacífico. A criança se integra ao mundo e à sociedade, desenvolvendo suas habilidades sensoriais, diminuindo a agressividade e aumentando seu conhecimento.

Procedamos então a uma breve história da infância à época das experiências, para que seja possível entender como a criança era vista no contexto educacional de então.

### *2.1. História da infância*

Para trazer aos dias de hoje uma experiência realizada um século atrás, torna-se necessário entender o funcionamento da sociedade naquela época, a visão da sociedade em relação à criança e também a organização escolar vigente.

A educação em meados do século XIX era dividida em duas etapas: o ensino primário para as classes populares, de pequena duração, com ensino prático voltado para a formação de mão-de-obra, e o ensino secundário para a burguesia e para a aristocracia, de longa duração, com o objetivo de formar eruditos, pensantes e mandantes. Nessa época não se discutiam os métodos de ensino, portanto, mantinha-se a imagem assustadora de um mestre exercendo sua autoridade literalmente com um açoite, ou seja, o princípio de que "sem apanhar não se aprende". Fora dessa divisão se encontrava a pré-escola, que numa sociedade capitalista tinha uma função assistencialista para manter os funcionários nas fábricas em vez de no ambiente educacional.

Em 1871, após os desastres da guerra franco-prussiana, surge na França uma vontade urgente em reformar a educação, com destaque para as obras de Cèlestin Hippeau, que apresentava idéias como a descentralização da educação, liberdade do ensino, co-educação,

educação popular, instrução pública, laicidade, etc. Conforme Heywood (2004), foi durante essa fase de reflexões que teve início a idéia de educação em massa, entende-se por isso a educação de pobres e ricos sem distinção. As mudanças no sistema educacional foram acontecendo até o início do século XX devido à difusão das obras de Hippéau. Na Inglaterra, os educadores, para preparar as meninas para seu papel doméstico e combater a elevada mortalidade infantil, eles recomendavam disciplinas descritas como sendo as artes domésticas da culinária, limpeza e vestuário. Da mesma forma, para canalizar os negros do país para o trabalho manual, propuseram formação industrial e doméstica básica. Outros métodos que surgiram nesse período foram o sistema monitorial e um ensino baseado na turma, combinado a um currículo mais amplo. Apesar de todo esse esforço, o sistema ainda não era unificado e os educadores, em grande parte, não conseguiam se libertar do aprendizado repetitivo e do método da vara.

Diante desse cenário de grandes modificações e reflexões surgem vários pensadores, cientistas e filósofos. Muitos destes filósofos abriram suas próprias escolas onde poderiam por em prática tudo que imaginavam. Foi através desse tipo de atitude que foi possível dizer que realmente a situação melhorou. Nesse momento se difunde também a educação superior. Dentre os filósofos, coincidentemente, em 1896, nascem Freinet, Piaget e Vygotsky. Entre a comunidade científica, surge, por exemplo, a Cooperativa criada por Marie Curie, com suas experiências inovadoras e educativas.

## *2.2. A importância de se trabalhar com crianças*

A proposta destas experiências é trabalhar com crianças de 7 a 12 anos de idade. Segundo Piaget, essa é a fase em que a criança desenvolve uma atitude crítica, deixando de lado a tendência lúdica. É nessa idade também que apresenta um crescente incremento no pensamento lógico, observando mais cuidadosamente os fatos, estruturando-os pela razão. Essa é a fase onde a criança começa a se notar como um indivíduo entre outros, fase a qual Piaget chamou de período das operações concretas.

A escolha dessa faixa etária também se deve à possibilidade de se usufruir da inocência da criança, que fala o que vem à cabeça, e é justamente o momento do professor orientador

intervir para corrigir uma indagação incorreta. Se isto não for feito nesse momento, a criança entrará em outra fase, onde será muito mais difícil detectar o problema.

As experiências apresentadas aqui buscam explorar o raciocínio lógico e desenvolver a capacidade crítica de uma forma prazerosa. É importante enfatizar que o fato da criança se desvincular do egocentrismo e se afastar da ludicidade natural, não significa que ela não brinque mais, ou que ela não busque isso. O elemento lúdico agora deixa de ser interior e passa a ser uma ferramenta pedagógica que os atrairá.

Marie Curie, curiosamente, conseguiu tornar suas aulas uma diversão e agradar seus alunos sem que, de forma alguma, o fim procurado tenha sido diverti-las. O segredo estava na forma de conduzir suas aulas. Com um discurso sempre correto e desafiador, ela conseguia aguçar a imaginação de suas crianças. É verdade que sua turma era formada por filhos de grandes nomes da ciência, amigos de Curie. Isso com certeza a ajudou bastante.

Existem inúmeros casos de pessoas que tentaram ensinar ciência para crianças, e dos casos mais conhecidos, todos aqueles que adotaram um caráter lúdico obtiveram sucesso.

Schroeder (2007) propôs duas experiências, todas feitas com materiais do dia-a-dia das crianças, e propunha desafios do mais simples ao mais complicados dependendo da idade (7 a 10 anos). As crianças trabalhavam sempre em grupos e tinham um tempo limite para concluírem os desafios. Em seguida era cobrado um relatório, que deveria explicar as experiências e a partir daí havia uma intervenção do professor, os relatórios errados sendo devolvidos para serem refeitos.

Outro trabalho interessante é o de Lima (2007), que em vez de um experimento como conhecemos, desenvolveu um jogo de tabuleiro, onde ocorria o inverso, a diversão era o principal e o conhecimento era introduzido aos poucos. O jogo consiste numa seqüência de casas numeradas onde vence quem chega à última casa primeiro. Os dados determinam um valor de velocidade, e assim o aluno vai se envolvendo com os conceitos da cinemática.

### *2.3. A adequação do caráter lúdico ao sistema educacional brasileiro*

O que vemos hoje é que a grande maioria das escolas de ensino fundamental não cumpre o que determina a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), principalmente nos quatro primeiros anos, que obriga a União, Estados, Municípios e Distrito Federal a oferecer

meios de acesso à ciência, no sentido geral da palavra, ou seja, a física deve ser incluída nesse contexto. Pois, de acordo com o texto da lei, deve-se “proporcionar os meios de acesso à cultura, à educação e à ciência” (BRASIL, 1996: art. 23, inciso V).

Ainda na LDB, observamos outros objetivos do ensino fundamental, como, por exemplo, “a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade” (BRASIL, 1996: art. 32, inciso II). Decerto fica difícil esta compreensão da natureza dispondo apenas de livros e giz. Torna-se necessário o contato direto com o ambiente, sugerimos então os experimentos.

Para reforçar a idéia de adoção dos experimentos, tomamos conhecimento um dos objetivos dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (PCN) no ensino de ciências naturais:

“formular questões, diagnosticar e propor soluções para os problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar” (BRASIL, 1998: p. 31).

Segundo os PCN, todo experimento tem a sua validade, mesmo aparentemente não seja bem sucedido, já que:

“não existe experimento que não dê certo. Quando os resultados diferem do esperado, estabelecido pelo protocolo ou pela suposição do aluno, deve-se investigar a atuação de alguma variável, de algum aspecto ou fator que não foi considerado em princípio, ou que surgiu aleatoriamente, ao acaso. É uma discussão que enriquece o processo” (BRASIL, 1998: p. 81).

### 3. A adaptação de algumas experiências de Mme. Curie aos dias atuais

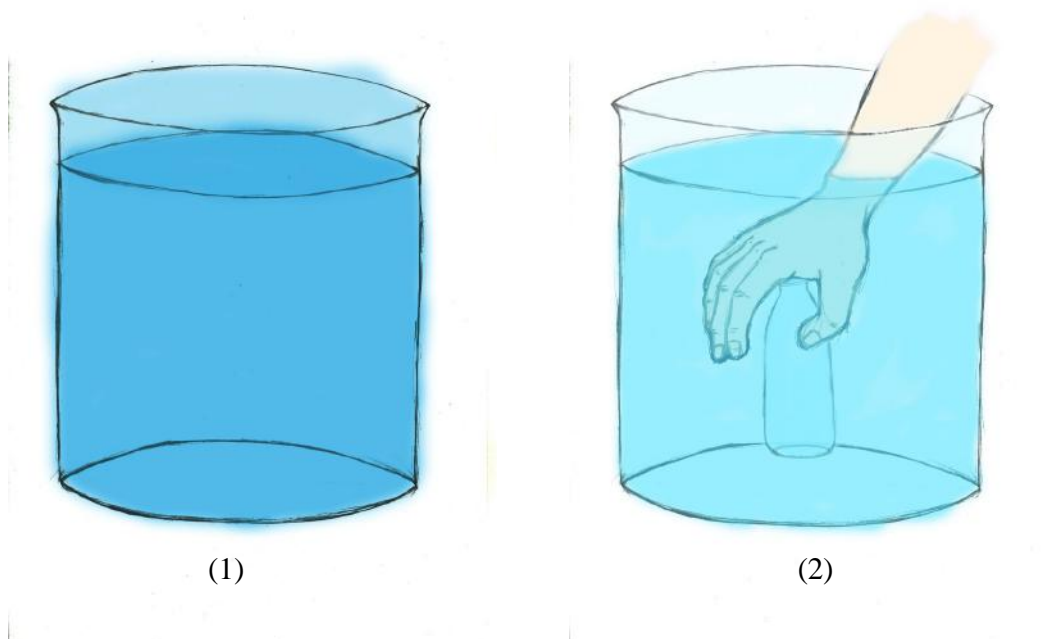
Apesar do relato detalhado das aulas assistidas, não sabemos o que levou Marie Curie a decidir por estes experimentos nem como ela fez para construí-los. Apesar de sabermos qual era sua finalidade, falta o nome exato de determinados materiais, como, por exemplo, quando ela cita um líquido inflamável. Que líquido é esse?

Diante desse quadro, as alterações apresentadas são meramente sugestivas, ficando a critério do interessado adotar o aspecto lúdico que lhe parecer mais conveniente, lembrando que educação é um assunto aberto, onde o importante é o aprendizado acontecer.

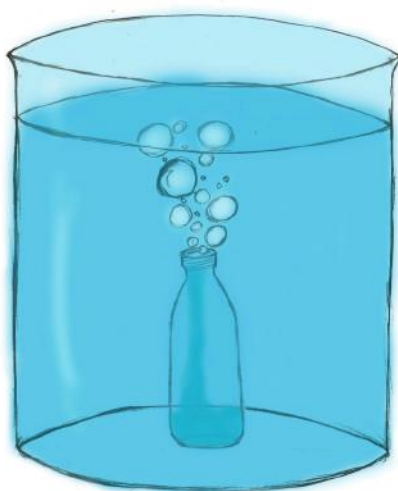
EXPERIMENTO 1: Provar que existe ar dentro de uma garrafa aparentemente vazia.

A primeira coisa que vamos fazer é substituir as garrafas e os recipientes de vidro por plásticos. Podemos utilizar um balde transparente de plástico que pode ser encontrado em qualquer supermercado e uma garrafa de refrigerante de plástico de 600ml. Sugerimos sempre a utilização de material do cotidiano dos alunos, a fim de criar uma relação de intimidade entre a vida e a ciência. A ludicidade neste caso, e em outros casos que veremos, é apresentado sobre a forma de desafio.

Em primeiro lugar enchemos o balde de água (1), depois pedimos para os alunos tampem a garrafa com a mão e mergulhá-la na água (2).

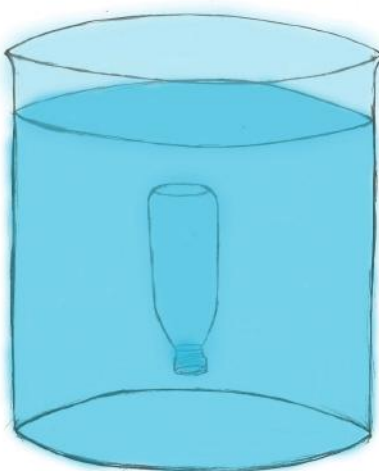


Todos farão a mesma coisa, e o professor pergunta aos alunos se alguém sabe o que acontecerá se destamparem a garrafa. Assim que a resposta correta surgir abre-se a garrafa e todos verão as bolhas de ar saindo da garrafa, esta é a prova que existe ar dentro da garrafa (3).



(3)

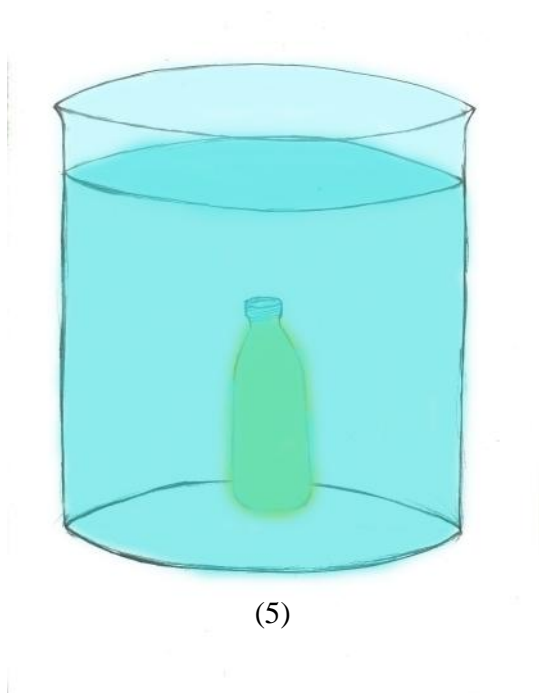
Aqui entra o desafio, dividimos o material entre grupos de alunos e queremos saber qual grupo consegue mergulhar a garrafa, sem tampa, dentro do balde de água sem deixar o ar escapar. Por ser uma tarefa simples, é provável que algum grupo consiga sem muita demora. Pedimos então para o grupo explicar o que está acontecendo. Queremos saber se eles são capazes de entender que a água não entra porque a garrafa está cheia de ar ocupando lugar no espaço, por isso a água não consegue entrar (4).



(4)

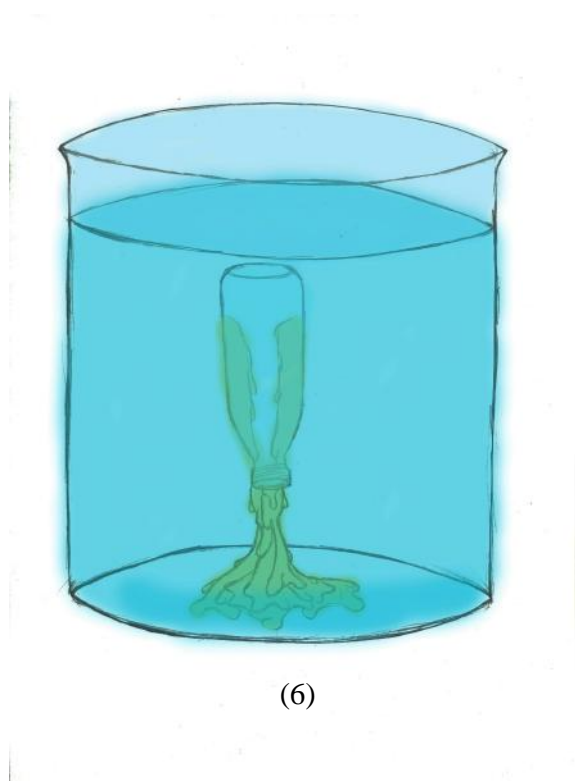
## EXPERIMENTO 2: Introduzindo o conceito de densidade.

Uma vez que as crianças viram o ar saindo da garrafa como no experimento 1, cria-se uma espécie de relação, melhor ainda, uma certa expectativa em ver aquilo acontecer novamente. Como queremos trabalhar suas mentes, precisamos colocá-la em conflito para corrigir as falhas. Por isso, neste experimento, repete-se a primeira etapa do experimento anterior, só que desta vez trocando o mercúrio (utilizado por Marie Curie), que é um metal tóxico, proibido por lei em escolas, por outro líquido mais denso que a água: escolhemos o mel, também pela facilidade em ser encontrado, principalmente em feiras. Ao abrir a garrafa, o mel permanece onde estava (5), colocando as crianças em contradição, aguçando a curiosidade.



Uma vez explicado o fenômeno, pega-se outra garrafa com mel, tampe-a com a mão e mergulhe-a tampada de ponta cabeça dentro da água. O que acontecerá? Nesse momento espera-se que as crianças façam uma analogia com a atividade anterior, mas o que acontece é exatamente o contrário, o mel vai para o fundo do balde e a água penetra na garrafa (6). Esta é a hora para introduzir o conceito de densidade.



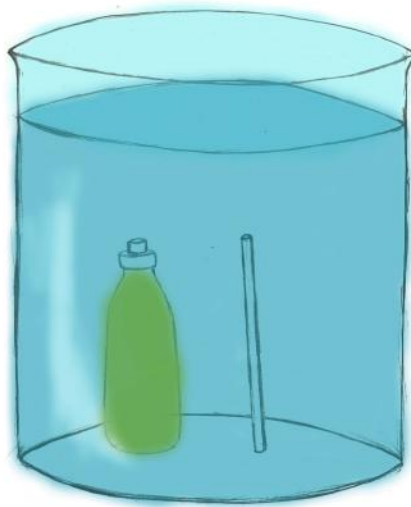


(6)

EXPERIMENTO 3: Mostrar que a diferença de densidade não é suficiente para fazer as substâncias se moverem.

Aqui vamos colocar o conhecimento prévio dos alunos em questão mais uma vez. Para isso vamos precisar de um balde de água, o mesmo utilizado no experimento acima, uma garrafa com a sua tampa e de um canudo transparente bem fino facilmente encontrado em lanchonetes. Antes de levar o experimento para aula, encha a garrafa com mel e tampe-a, em seguida faça um furo de 5mm de diâmetro aproximadamente e mergulhe na água para ver se o mel fica preso, pois sabemos que existe uma variedade bem grande de mel no mercado, o que reflete em suas características, em nosso caso a densidade pode variar. Uma vez acertado esse ponto, partimos para a sala de aula.

Nesta altura os alunos já tem idéia do significado de densidade e seus efeitos. Mas eles vão se surpreender quando o professor mergulha a garrafa cheia de mel na água e o mel não sobe, da mesma forma que o ar não sobe quando se mergulha o canudo na água com a extremidade inferior tampada com o dedo (7). Como explicar isso a eles se acabaram de ver o contrário, ou seja, as coisas subirem, nas experiências passadas?



(7)

Neste momento propõe-se o desafio, qual grupo será capaz de retirar o mel da garrafa usando apenas o canudo. Deixar poucas opções é uma forma de orientar o pensamento. Não importa se nenhum grupo conseguir, a explicação será dada da mesma maneira. O professor então pega o canudo e o introduz no buraco da tampa. Pronto, a água entrará pelo espaço entre o canudo e a tampa e o ar sairá pelo canudo seguido do mel (8). A explicação para este fenômeno é que além da densidade cada substância precisa de um caminho para passar, quando se introduziu o canudo criou-se uma via de entrada e outra de saída.



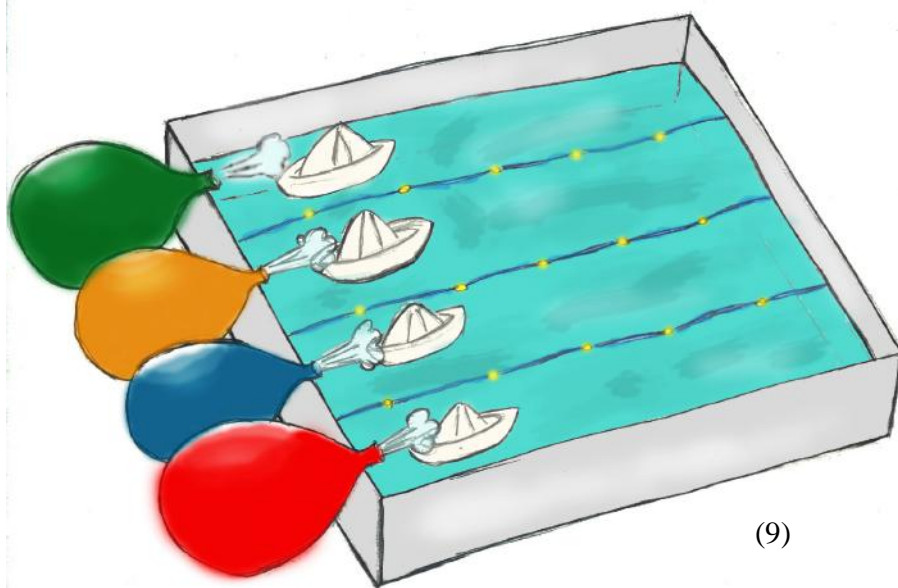
(8)

#### EXPERIMENTO 4: Demonstrando o vento e a elasticidade.

Para a realização desta atividade precisaremos de um recipiente similar a uma bandeja de cozinha, linha de costura, papel e bolas de festa, todos muito fácil de se adquirir.

Na etapa de preparação, cada aluno receberá uma folha de papel ofício e construirá seu barquinho de papel, para aqueles que não souberem o professor os ajudará. Enquanto eles se divertem construindo e personalizando os barquinhos, o professor divide a bandeja em quatro raias coma linha e enche de água. Quando todos estiverem prontos começa a brincadeira: quatro alunos são chamados para disputarem uma corrida de barquinhos. Cada um posiciona seu barquinho na sua raia e recebe uma bola de festa, que será o único "combustível" do barco. As regras são simples, cada um enche o máximo possível sua bola e segura a ponta, em seguida aponta-se a saída de ar para o barquinho e vai liberando o ar como desejado, a partir do momento que o professor der a partida (9). Não é permitido encher a bola novamente, e vence quem chegar mais longe.

É interessante notar que neste caso a diversão é anterior às explicações. A idéia é colocá-los em contato com o vento como sendo consequência da elasticidade da bexiga. Após a brincadeira o professor pede explicações que expliquem por quê fulano ganhou. Nessa discussão entra o conceito de elasticidade e vento.



#### EXPERIMENTO 5: A trompa d'água.

Esta experiência não foi suficientemente detalhada por Isabelle Chavannes, portanto fica a critério do leitor desenvolvê-la. Nossa sugestão é comprar uma trompa de água em uma loja de equipamentos laboratoriais, é importante que esta seja de vidro para que os alunos possam ver exatamente o que está acontecendo. Pedimos que deixem os alunos colocarem o dedo no orifício de sucção para sentirem seu dedo sendo sugado.

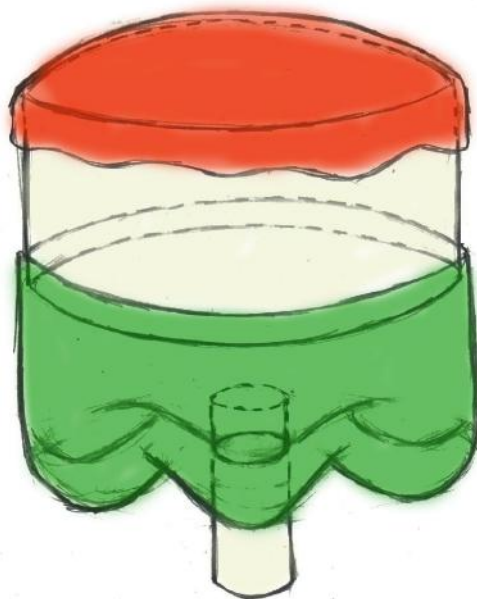


fonte: <http://www.thenext.com.br/loja/images/NXTquim130.jpg>

#### EXPERIMENTO 6: Demonstração do vácuo.

Continuando as atividades com vácuo, dessa vez vamos construir uma campânula, bem parecida com a que foi desenhada por Isabelle Chavannes, em 1907. Para isso precisaremos de uma bola de festa, uma garrafa pet, um pedaço de tubo pvc (cano) de diâmetro ligeiramente menor que a garrafa pet e outro tubo também de pvc de diâmetro em torno de 2cm.

Primeiramente cortamos o fundo da garrafa pet e fazemos um furo central na base, de modo a encaixar o tubo fino. Em seguida encaixamos o tubo maior no fundo recortado da garrafa, cortamos a bola e a prendemos na parte superior do tubo maior como ilustra a figura abaixo (10). Para finalizar o processo prendemos a bola com elástico comum e vedamos as junções com cola quente ou silicone.

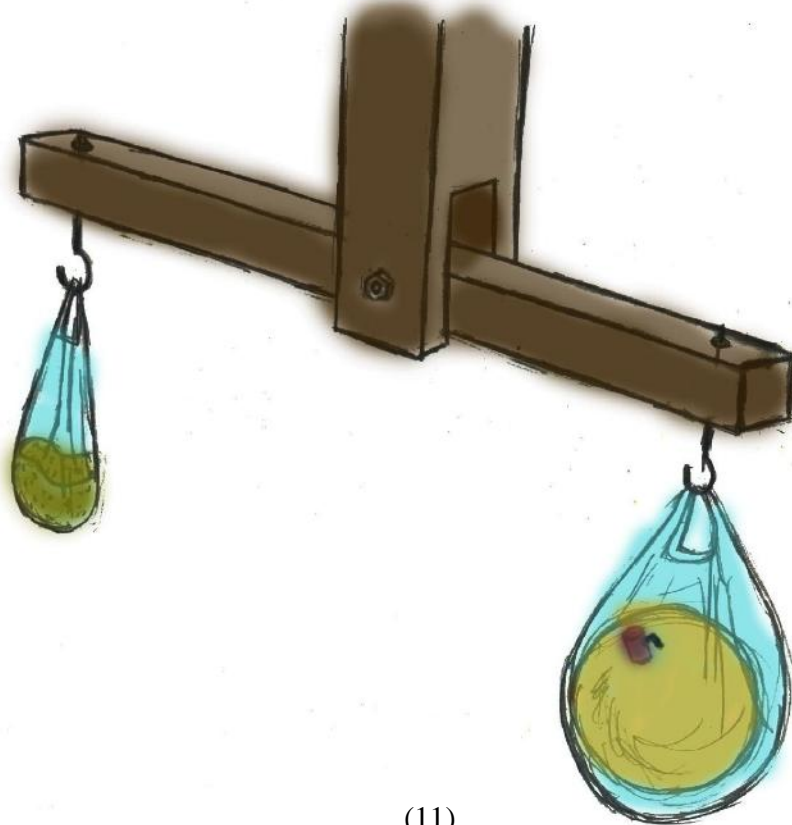


(10)

Agora propomos o desafio: quem consegue estourar a bexiga sugando o ar através do tubo inferior da campânula? Provavelmente ninguém conseguirá. Neste caso, vamos utilizar a trompa de água para produzir um vácuo mais forte, podendo até estourar a bola. A explicação para esse efeito é que o ar que está dentro pressiona menos que o ar que está fora da campânula. É interessante também aproveitar o momento para explicar os princípios da aspiração e respiração pulmonar.

#### EXPERIMENTO 7: Provando que o ar tem peso.

Este experimento provavelmente é o mais trabalhoso. Diferentemente da balança de ponteiro utilizada por Marie Curie, a proposta é construir uma balança suspensa com madeira, onde cada braço pode ter em torno de meio metro, a seguir pode-se ter uma idéia de como o sistema é simples, na imagem em perspectiva (11). Precisaremos também de areia, sacolas de supermercado e uma esfera de vidro de volume igual a cinco litros com uma válvula para entrada e saída de ar. A dificuldade se encontra em conseguir esta esfera, mas é possível consegui-la em algum setor de hialotecnia.

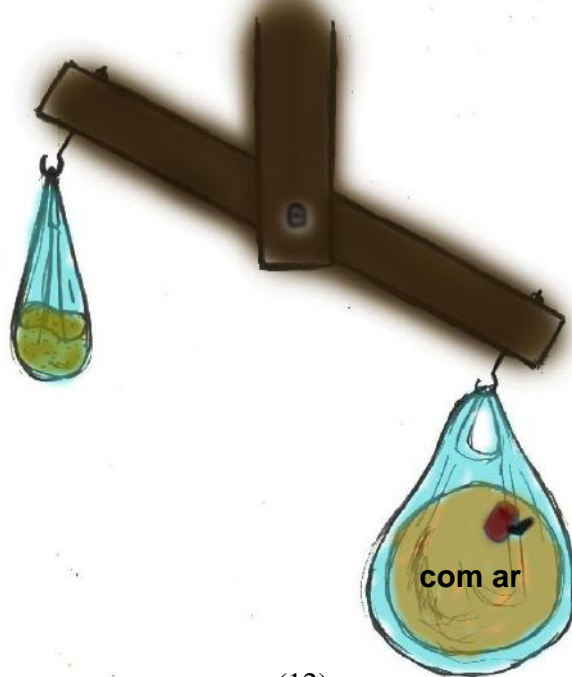


(11)

Antes de começar a experiência, o professor precisa explicar como se pesa usando uma balança. Neste caso, temos uma balança de braços iguais, portanto uma vez que esteja em equilíbrio significa que ambos os lados sustentam o mesmo peso.

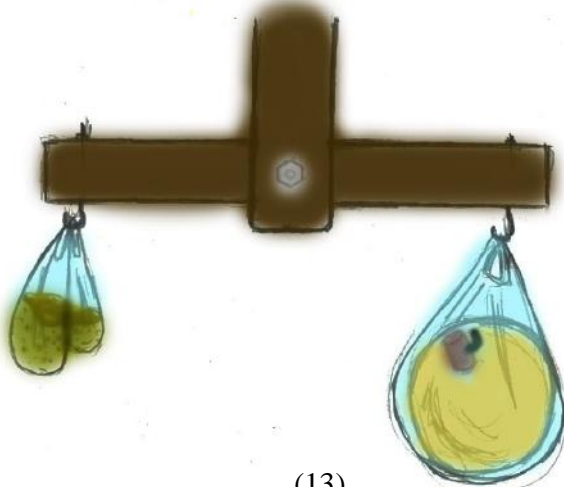
Inicialmente retira-se o ar de dentro da esfera utilizando a trompa de água, que já conhecemos, e as crianças também já saberão o que está acontecendo, só então penduramos a esfera em um dos braços e, junto com as crianças, adicionamos areia gradativamente na outra sacola, até que se estabeleça o equilíbrio (11). Vale ressaltar mais uma vez a importância da criança poder tocar os objetos para se envolver com a atividade.

Agora perguntamos se alguém imagina o que acontecerá se abirmos a válvula, ou seja, deixarmos o ar entrar. O que faremos então é permitir o preenchimento da esfera e deixar que as crianças tirem suas próprias conclusões ao ver o desequilíbrio na balança.(12).



(12)

O desafio neste caso consiste em re-estabelecer o equilíbrio, acredita-se que todos saibam o que fazer, mas a sensibilidade de cada um fará a diferença. Terão grupos que encherão o saco de uma vez e outros que encherão bem devagar. O mais importante aqui é garantir que eles usem uma outra sacola plástica para que possamos dar continuidade ao trabalho. Quando a tarefa estiver cumprida, todos deverão ter algo parecido com a ilustração abaixo (13).



(13)

Podemos concluir em conjunto que a quantidade de areia acrescentado equilibrou a quantidade de ar que entrou na esfera. Dessa forma, podemos afirmar que o peso dessa quantidade extra de areia corresponde ao peso de cinco litros de ar.

Como não temos pesos definidos, pediremos para que cada aluno leve seu saco de areia para casa e pensem em uma maneira de pesarem, com ou sem ajuda de outros(14). Esta atividade favorece a construção do conhecimento através da sociedade, fugindo inclusive do ambiente escolar (15).



(14)



(15)



Quando eles trouxerem de volta a medida poderemos saber o peso de 1 litro de ar, que é uma medida padrão, e comparar com o peso encontrado por outros alunos. Muitos perguntarão porque as medidas não foram exatamente iguais. É uma boa hora para explicar alguns conceitos de erros experimentais.

#### EXPERIMENTO 8: Isqueiro de ar.

Este experimento, um dos mais interessantes, precisa de uma certa dedicação para ser construído. Assim como a trompa de água, os registros históricos não contêm o material usado na época nem a forma como foi construído. Dessa forma criaremos nosso próprio isqueiro de ar, deixando claro que o modelo apresentado aqui é uma sugestão, podem ocorrer modelos mais simples e eficazes.

Para a construção precisaremos de um suporte de madeira como o da ilustração que pode ser encomendado a um marceneiro, Um tubo de vidro grosso com diâmetro aproximadamente 6cm e altura de 20cm. Este tubo ficará apoiado no suporte de madeira e colocaremos um pedaço pequeno de estopa embebido em álcool etílico, pois tem um baixo ponto de fulgor. Na parte superior colocaremos um pistão feito em madeira e borracha, de modo que fique vedado. Caso tenha dificuldade para construir o pistão procure um profissional da área. A real necessidade de se ter um cabo longo é para que se possa multiplicar a força e assim aumentar a pressão além de facilitar a manipulação do sistema (16).



(16)

Antes de dar vida ao experimento, usufrua da curiosidade que este sistema desperta na criança, pergunte a cada um o que essa máquina significa, ou o que ela faz. Procurar saber tudo o que eles pensam é uma forma de abrir a mente deles, pois eles estarão falando coisas que imaginaram, por mais bobas que aparentem. Só então aciona-se a alavanca e veja o resultado. A estopa se auto-inflamou (17). Quem será capaz de explicar o que aconteceu?

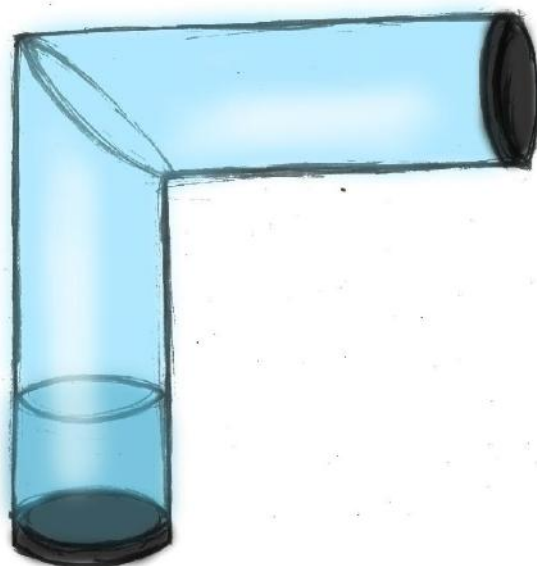


(17)

#### EXPERIMENTO 9: Martelo d'água.

Como dito anteriormente, o martelo d'água recebe esse nome por produzir um som semelhante ao de um martelo. Para construir este aparelho, utilizamos dois tubos de vidro de 30cm de comprimento e 6cm de diâmetro unidos em um ângulo reto. Qualquer vidreiro saberá fazer isso. As duas extremidades deverão ser vedadas, mas antes disso coloque aproximadamente 300ml de água dentro do tubo (18). Em uma das extremidades deixe uma válvula (que por um descuido não está na ilustração) para que seja feito vácuo com a trompa de água. Vire o martelo de um lado para o outro e deixe que as crianças ouçam o barulho. Torna-se interessante, após a primeira apresentação, abrir a válvula e deixar o ar entrar e

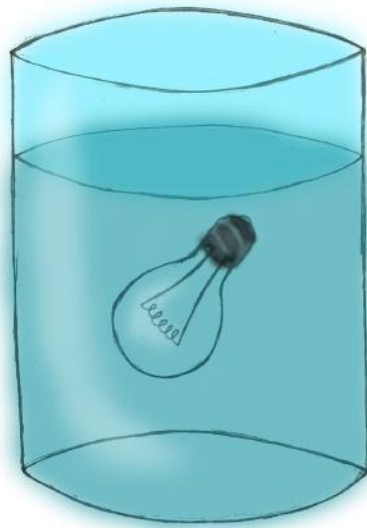
repetir a demonstração, para que todas as crianças possam notem a diferença no som produzido.



(18)

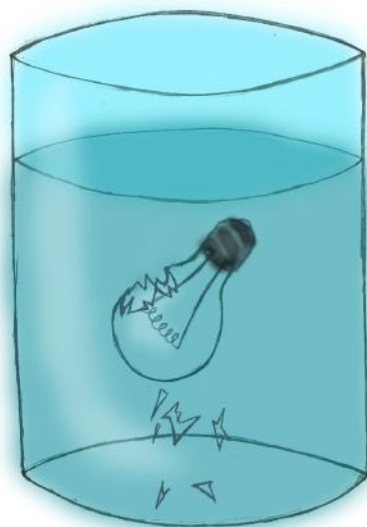
#### EXPERIMENTO 10: A lâmpada incandescente.

Consoante o caso anterior, tomamos esta prática apenas como sendo demonstrativa. Nesta experiência pretendemos demonstrar que dentro de uma lâmpada incandescente existe vácuo, caso contrário o ar presente se queimaria. Vamos utilizar uma dessas lâmpadas incandescentes que usamos em nossas casas e o balde com água. Mergulha-se a lâmpada no água (19) e perguntamos às crianças o que elas acham que vai acontecer se a quebrarmos. Queremos saber se elas já absorveram o conceito estudado nas duas primeiras experiências.



(19)

Caso elas já saibam distinguir o vácuo do ar e suas consequências responderão que a água entrará e não veremos bolhas subindo (20). Assim podemos entender que o aprendizado de fato aconteceu. Muito cuidado ao manipular este experimento, pois temos vidro quebrado e é perigoso para as crianças e para nós mesmos.



(20)

### *3.1. Aspectos didáticos*

Dentre os fatores que afetam o processo de ensino-aprendizagem destaca-se o método utilizado: o que antigamente era o método da repetição se transformou no que conhecemos como "cuspe e giz". A dificuldade em atrair a atenção do aluno está ficando cada vez maior. Um dos motivos é a competição com a mídia, que, além de transmitir um grande volume de informação a uma taxa elevada, também oferece entretenimento massivo, desviando a atenção dos alunos, e desfavorecendo um aspecto essencial no desenvolvimento sadio da criança, a socialização.

Diante deste quadro insatisfatório, é comum surgirem muitas teorias e práticas provenientes de todas as esferas relacionadas à educação. No caso do ensino de Física, uma das teorias relevante e amplamente utilizado dentro de suas limitações é a prática em laboratório. As limitações estão no apoio oferecido aos professores por parte da direção das escolas, falta de infra-estrutura e incentivo por parte do ensino público, etc.

De acordo com Schroeder (2007), uma aula prática abre a mente do aluno e ao manipular o experimento ele o leva para dentro de seu mundo de entendimento e, internamente, faz críticas, hipóteses e suposições.

“A interação com o meio se dá nas situações em que um indivíduo tenha a possibilidade de manipular fisicamente objetos, agir sobre os materiais que dispõe para observar e refletir sobre as respostas que obtém a partir dessas ações. Informações meramente passadas, seja pelo professor ou escritas em livros, são de eficácia limitada, pois não permitem manipulações concretas.”  
(SCHROEDER, 2007: p. 90)

Em seu artigo ele cita pontos importantes sobre a natureza do aprendizado, no qual julga existir um relativo consenso:

- O aprendizado é resultado de uma construção ao mesmo tempo individual e coletiva, que se dá a partir da interação de um indivíduo com outros e com o meio;

- A presença de uma pessoa mais experiente é fundamental para garantir que o estudante persevere, além de ter sua atenção focada para aspectos mais relevantes de uma determinada atividade e, com esse tipo de orientação, possa explorar conteúdos e procedimentos aos quais não teria como dar conta sozinho;
- Estabelecer conexões e reconhecer relações são dois componentes centrais do aprendizado e essas relações dependem do conhecimento prévio do estudante;
- Inteligência, ou facilidade em aprender, é algo que se aprende e não a consequência de características inatas;
- As situações vividas pelos estudantes durante o seu aprendizado são tão fortemente ligadas àquilo que eles efetivamente aprendem que essas situações e os conceitos construídos a partir delas se tornam inseparáveis.

Segundo Smith (1988), “nossa capacidade de assimilação de conteúdo não está diretamente relacionada com o que está escrito em um texto, está relacionado com todo conhecimento prévio sobre o assunto”. Seguindo esse raciocínio, para melhorar futuramente a capacidade de um indivíduo em aprender é necessário que durante a infância ele já tenha observado inúmeras situações distintas. São o caso dos experimentos e atividades extraclasse.

No período relativo às experiências de Marie Curie, muitos destes estudos já haviam sido notados e postos em prática. O primeiro exemplo é da própria Mme. Curie, que enfatiza a importância da perseverança, quando diz: “É preciso chegar ao ponto de nunca se enganar” (CHAVANNES, 2007). E depois brinca, mas consciente do que está a dizer: “o segredo é não andar muito depressa” (CHAVANNES, 2007). Outro exemplo é de Freinet, um pouco mais tarde, que acompanhando a personalidade de seus alunos, começou a questionar a eficiência das normas educacionais, e percebeu que o que os atraía era o que estava fora da sala de aula, sendo assim, passou a realizar uma série de aulas-passeio, que era onde as crianças se sentiam felizes. Freinet também colaborou de várias outras maneiras com o processo educativo.

Dessa maneira, torna-se interessante unir os benefícios de uma aula experimental com o lúdico, ou seja, uma aula experimental lúdica. Dessa forma, superaremos o temor que está naturalizado na cabeça dos alunos em relação à física, como explicitado no subcapítulo a seguir.

### *3.2. Uma tentativa de se superar o “temor” diante da física*

A física é uma das matérias que mais assusta os alunos. É comum ouvi-los dizer que tem pavor de física, ou mesmo que é algo tão difícil que nunca serão capazes de entender, sem sequer ter tentado. No relato dos alunos, quando questionados sobre suas declarações, pode-se notar que o que deveria ser um assunto de reflexão sobre os fenômenos naturais, se transformou num conjunto de fórmulas e resoluções matemáticas que devem ser decoradas com o único propósito de resolver exercícios que parecem não ter significado algum.

Antigamente tratada como ciência natural, a física é a mais essencial das ciências, pois tenta explicar o mundo a nossa volta. Isso agrava o problema, pois deveria ser um assunto fácil só pelo fato de estarmos em contato com ele a todo momento. E essa é uma das razões para desenvolver este trabalho buscando somente a física em todos os experimentos.

Uma vez que levemos a física para as crianças de uma forma pura e natural, estaremos mostrando a elas uma razão pra todos aqueles problemas e fórmulas que futuramente não fariam sentido algum. E isso é o que postulamos no presente trabalho.

## Considerações finais

Este trabalho mostra mais uma estratégia para professores que desejam atrair a atenção dos alunos para o conhecimento da natureza de uma forma agradável e harmoniosa, além de ser um caminho para vencer a competição com a mídia e aproximar os alunos do ambiente escolar como fonte de prazer e divertimento.

Do ponto de vista do sistema educacional brasileiro, que, como visto anteriormente, determina o ensino de ciências desde o primeiro ano do ensino fundamental, este método de ensino mostra como a física pode se tornar simples e acessível, desde que seja de uma forma leve e divertida.

Pelas análises realizadas dentro do campo da educação, a utilização de um caráter lúdico nas práticas experimentais realizadas com material do cotidiano dos alunos e aplicadas a crianças dentro da faixa etária estabelecida entre sete e doze anos, é um método potencialmente funcional, dentro dos objetivos pedagógicos propostos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais.

De maneira nenhuma as experiências de Marie Curie se limitam às crianças, pois a riqueza de seus experimentos é tamanha, que é possível utilizá-los em todos os níveis de ensino, desde que acompanhados de uma explicação equivalente, o que também vale para a união ludicidade-experimento. Os ensinamentos de Marie Curie foram tão profundos, que, em 1995, inspiraram, na França, a criação de um programa de revitalização do ensino na escola primária em parceria com o governo Francês, chamado “*la main à la patê*”.

A maior comprovação da eficácia deste modelo é o crescente número de professores que obtém sucesso ao adotá-lo.



## Referências bibliográficas

- BASTOS, Maria Helena Camara. A educação comparada no século XIX: a obra de Cèlestin Hippeau (1803-1883). In: Encontro Internacional da SBEC - Construindo a identidade latino-americana, 2003, Porto Alegre. Encontro Internacional da SBEC - Construindo a Identidade Latino-americana, 2003.
- BRASIL, LDB. Lei 9394/96- Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei No. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. D.O. U. de 23 de dezembro de 1996. Disponível em [www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br) Acesso em 20/11/2008.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- CHAVANNES, Isabelle. **Aulas de Marie Curie**. São Paulo: Edusp, 2007.
- DALLABONA, Sandra Regina & MENDES, Sueli Maria Schmitt. O lúdico na educação infantil: jogar, brincar, uma forma de educar. In: Revista Leonardo Pós, vol. 1, nº 4, janeiro/março/2004 ([http://www.icpg.com.br/hp/revista/index.php?rp\\_auto=6](http://www.icpg.com.br/hp/revista/index.php?rp_auto=6), acesso em 22/10/2008).
- HEYWOOD, Colin. **Uma história da infância**. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- HUIZINGA, Johan. **Homo ludens**. São Paulo: Perspectiva, 2007.
- LIMA, Magali Fonseca de Castro. Brincar para construir o conhecimento: jogo e cinemática. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007.
- ALMEIDA, Ordália Alves de. A educação infantil na história – a história na educação infantil. In: 14º Encontro Brasileiro de Educação Infantil, 2002, Campo Grande. Anais do 14º Encontro Brasileiro de Educação Infantil, 2002. v. 1. p. 1-15.
- SANTOS, Santa Marli Pires dos. **Brinquedo e infância: um guia para pais e educadores**. Rio de Janeiro: Vozes, 1999.
- SCHROEDER, Carlos. A importância da física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 1, p. 89-94, 2007.
- SMITH, Frank. **Compreendendo a leitura**. Porto Alegre: Artmed, 1988.