

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

**Programa para Qualificação de Professores para Ensino de
Física em Séries Iniciais do Ensino Fundamental**

Felipe Damasio

Porto Alegre

2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

**Programa para Qualificação de Professores para Ensino de
Física em Séries Iniciais do Ensino Fundamental¹**

Felipe Damasio

Dissertação realizada sob a orientação da Dra. Maria Helena Steffani, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre

2007

¹ Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

Dedico à minha mãe, por sempre acreditar que a educação é o melhor caminho para crescer como pessoa, e à minha parceira, colega e motivadora, Aline, também pela paciência, companhia, dicas e revisão de textos.

AGRADECIMENTO

À professora Maria Helena Steffani, pela paciência quase infinita e dedicação incomensurável para realização deste trabalho.

Aos colegas de mestrado, pelas discussões e companhia sempre motivadoras.

Ao Colégio São Bento, em especial na pessoa de sua diretora Irmã Analuíza, da coordenadora das séries iniciais Alicia, das professoras que utilizaram parte de suas férias para tornar possível este projeto e de todas as crianças que vieram ao colégio em horário fora do normal para ter aulas de Física.

RESUMO

O ensino de Física inicia ainda nas séries iniciais do Ensino Fundamental, como parte do conteúdo denominado Ciências. Desta introdução dos primeiros conceitos físicos depende grande parte do ensino de Física subsequente. Porém, a maioria dos professores das séries iniciais do Ensino Fundamental não tem formação adequada para promover este primeiro contato de estudantes com a Física. Então, foi desenvolvido um programa de qualificação que visa dar instrumentos aos professores para que desempenhem, de uma maneira mais adequada, este princípio de educação em Física. O programa é estruturado em quatro módulos, que contemplam diversos instrumentos e estratégias pedagógicas. Cada módulo começa com aulas de laboratório, seguido de uma interação em sala de aula com textos especialmente produzidos para o projeto. Estes textos abordam história da Ciência, Física do cotidiano e discussão de conceitos físicos. Por fim, cada módulo utiliza recursos multimídia, que vêm sendo produzidos por vários autores para enriquecer o ensino de Física e que estão disponíveis na *internet*. A aplicação do programa se deu através de um curso de extensão da UFRGS ministrado para um grupo de doze professoras do Colégio São Bento, em Criciúma, SC, e de um minicurso ministrado no II Encontro Estadual de Ensino de Física no Instituto de Física da UFRGS. Os professores do Colégio São Bento aplicaram os conteúdos de Física aos alunos das séries iniciais do Ensino Fundamental através de oficinas intituladas “Física para Crianças” e fizeram adaptações, quando necessárias, para adequar os conteúdos e estratégias aos interesses e características dos estudantes. A avaliação dessa aplicação do projeto foi feita através de entrevistas com os professores e de testes respondidos pelos alunos.

ABSTRACT

The teaching of physics starts in the initial series of elementary school, as a part of science content. By the introduction of the first physics conceptions will depend a big part of the teaching of subsequent physics. But a lot of teachers of initial series of elementary school don't have the appropriate knowledge to promote this first contact of the students with the physics. Then was developed a qualification program to focus on instruments to the teachers to perform more adequately this beginning of education in physics. The course is structured in four modules that including several instruments and pedagogic strategies. Each module starts with laboratories class followed by interaction in the class with texts specially produced for the project. These texts approach science history, quotidian physics and discussion of concepts. At the end each module uses multimedia resources which had been produced by various authors to improve the teaching of physics, which are available in the *internet*. The program occurred with a course of extension at UFRGS and was then ministered by a group of twelve teachers of São Bento School, in Criciúma, SC, and by a minicourse ministered at the II State Meeting of Teaching of Physics in the Physics Institute of UFRGS. The teachers of São Bento School applied the content of physics to the children by workshops entitles "Physics to Children" and made adaptation, when necessary, to adequate the content and strategies to the interests and characteristics of students. The assessment of project application was analyzed by interview with the teachers and by tests applied with students.

ÍNDICE

I – Introdução	9
II – Fundamentação Teórica	15
II.1 Ausubel e o conhecimento prévio	15
II.2 Mudança conceitual de Posner <i>et al</i>	18
II.3 Evolução conceitual de Toulmin	19
II.4 A teoria de aprendizagem de Bruner	20
II.5 O humanismo de Rogers e Freire	23
II.6 O construtivismo de Piaget	28
II.7 O referencial teórico e o programa de qualificação	30
III – Revisão Bibliográfica	32
III.1 Trabalhos de pesquisa em ensino de Física.....	32
III.2 Relato de experiência sobre ensino de Física no Ensino Fundamental	39
III.3 Propostas didáticas para o ensino de Física	44
III.4 Os trabalhos relatados e o desenvolvimento do programa de qualificação --	46
IV – Programa de qualificação para professores	48
IV.1 Os módulos	48
IV.1.i Aulas de laboratório	49
IV.1.ii Formalização conceitual	50
IV.1.iii Aulas em ambiente virtual	50
IV.2 Partes dos Módulos	51
IV.2.i Aulas de Laboratório (descrição das experiências)	51
IV.2.ii Formação conceitual com auxílio de textos.....	63
IV.2.iii Aula em ambiente virtual	66
V – Aplicação do programa de qualificação	69
V.1 Curso de extensão para as professoras	69
V.1.i Primeiro encontro	70
V.1.ii Segundo encontro	71
V.1.iii Terceiro encontro	72
V.1.iv Quarto encontro	72
V.1.v Quinto encontro	73
V.2 Oficina “Física para Crianças”	73

V.2.i Primeiro encontro	74
V.2.ii Segundo encontro	74
V.2.iii Terceiro encontro	75
VI – Análise dos resultados	76
VI.1 Avaliação dos resultados com as professoras	76
VI.2 Avaliação dos resultados com as crianças	83
VI.2.i Primeiro encontro	84
VI.2.ii Segundo encontro	89
VI.2.iii Terceiro encontro	93
VII – Considerações finais e conclusões	96
VII.1 Objetivos do projeto	96
VII.2 Aperfeiçoamento do projeto	97
VII.3 Divulgação do material	98
VII.4 Extrapolação do projeto	99
VII.5 Últimas considerações	100
Referências Bibliográficas	101
Anexo I – <i>Textos de apoio ao professor de Física: Material de apoio didático para o primeiro contato formal com Física: Fluidos</i>	105
Anexo II - <i>Textos de apoio ao professor de Física: Material de apoio didático para o primeiro contato formal com Física: Eletromagnetismo</i>	179

CAPÍTULO I

Introdução

A escola desde sempre admitiu uma missão tão desafiadora quanto assustadora: ensinar. A melhor forma de contemplar este objetivo tem sido alvo de pesquisa de inúmeros educadores há muito tempo. Mesmo que não se tenha chegado a um consenso, muitos avanços foram feitos desde então.

O ensino de ciências, em especial o de Física, tem sido um desafio ainda maior. Seja pelo papel negativo da mídia, que veicula imagens estereotipadas de “cientistas excêntricos”, seja pela exigência precoce de formalismo durante a abordagem de conteúdos, ou ainda, alguma outra questão a ser investigada. O fato é que os alunos não têm, em geral, nenhum interesse em aprender Física, ou, o que é pior, têm uma pré-disposição a não aprendê-la.

Hoje, o início do ensino de Física se dá, na maioria das escolas, no final do Ensino Fundamental, com alunos de 14 anos em média. O conteúdo é quase sempre mecânica onde, muitas vezes, o único assunto abordado é cinemática, com uma linguagem puramente formal. Este fato desestimula ainda mais o aluno para o estudo de ciências naturais.

Os estudantes têm contato com os primeiros conceitos de Física já nas séries iniciais. Toda a aprendizagem de Física que estes estudantes terão nos seguintes anos depende desta introdução realizada no começo do Ensino Fundamental. (OSTERMANN, 1999).

A apresentação inicial da Física nas séries iniciais não inclui explicitamente o nome *Física*, uma vez que todos os conceitos introduzidos estão englobados na disciplina denominada *Ciências*. Esta disciplina, além das demais, é lecionada por um único professor que, em geral, acaba não sendo especialista em nenhuma das áreas que leciona.

Ao contrário do que se poderia imaginar, este contato inicial com os conceitos de Física não só se torna improdutivo, como também se transforma em um obstáculo adicional ao ensino de ciências naturais. Principal motivo: a má formação dos professores.

A formação de professores das séries iniciais não vê com a atenção necessária a capacitação para o ensino de ciências naturais. Como consequência – com exceção de raros casos – os professores carregam informações equivocadas ou mesmo completamente erradas. Estas informações serão repassadas aos estudantes, causando um ensino

conceitualmente equivocado de Física nas séries iniciais.

Assim, uma forma de melhor introduzir Física nas séries iniciais passa pela melhor capacitação dos professores destas séries que, conseqüentemente, irão melhor introduzi-la aos estudantes permitindo, assim, que no futuro o ensino de Física seja mais produtivo e significativo a eles.

A função do ensino de ciências naturais nas séries iniciais é destacada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (1ª a 4ª séries) em seu volume 4, que trata de ciências naturais. Neste texto o ensino de ciências naturais é justificado da seguinte forma:

Numa sociedade em que se convive com a supervalorização do conhecimento científico e com a crescente intervenção da tecnologia no dia-a-dia, não é possível pensar na formação de um cidadão crítico à margem do saber científico.

Mostrar a Ciência como um conhecimento que colabora para a compreensão do mundo e suas transformações, para reconhecer o homem como parte do universo e como indivíduo, é a meta que se propõe para o ensino da área na escola fundamental. (PCN – 1ª a 4ª série, 1997, p.23).

Assim, como a meta das séries iniciais – no que diz respeito a ciências naturais – é mostrá-la como uma forma de compreender o mundo, fica evidente que isto não está sendo atingido pelo ensino da forma como é feito hoje em dia.

Em seu brilhante livro *O mundo assombrado pelos demônios* (SAGAN, 1996), o cientista-escritor Carl Sagan lembra como foi o seu primeiro contato com a ciência na escola (e isto se deu na primeira metade do século passado nos Estados Unidos da América):

Gostaria de poder lhes contar sobre professores de ciência inspiradores nos meus tempos de escola primária e secundária. Mas, quando penso, não encontro nenhum. Lembro-me da memorização automática da tabela periódica dos elementos, das alavancas e dos planos inclinados, da fotossíntese das plantas verdes, e da diferença entre antracito e carvão betuminoso. Não me lembro de nenhum sentimento sublime de deslumbramento,

de nenhum indício de uma perspectiva evolutiva, nem de coisa alguma sobre idéias errôneas em que outrora todos acreditavam. (SAGAN, 1996, p.13).

Se não fosse pelo distanciamento histórico e geográfico, poder-se-ia acreditar que o trecho acima se trata do atual ensino de ciências naturais nas séries iniciais em nosso país. E o mais trágico: talvez o ensino de qualquer tipo de ciências, em qualquer fase da escola básica.

Mas intrigante mesmo é que faz parte da natureza humana querer saber. As crianças são curiosas, elas querem aprender ciências. Elas despertam um sentimento de admiração e perplexidade quando conseguem entender o mundo em que vivem, mas são desmotivadas pelo ensino que lhes é apresentado. Pode ser tratado como milagre o fato de que a escola não consiga desestimular todos os estudantes a quererem aprender ciências, ou que ainda exista público para livros e revistas de divulgação científica e até mesmo que muitos escolham a carreira científica. O erro no ensino de ciência é notório, consegue transformar estudantes motivados e interessados em aprender ciência em expectadores passivos e entediados nas aulas de ciências naturais. E o erro deste ensino de ciência ocorre desde quando ele começa, como já foi discutido, nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

Despertar este interesse não necessita aparatos complicados ou mesmo fórmulas mágicas. A ciência pode ter seu fascínio despertado em coisas muito simples, mas que gerem perguntas e possibilitem o desejo por saber suas respostas. Uma história interessante é contada em *Einstein e a educação* (MEDEIROS, 2006), que relata como Einstein começou a buscar as respostas para os fenômenos da natureza, obtendo resultados fantásticos ao longo de sua vida. No texto, o autor transcreve as palavras de Einstein contando como obteve seu interesse aguçado em saber ciência:

Aos quatro ou cinco anos, experimentei esse sentimento quando meu pai mostrou-me uma bússola. O fato de a agulha comportar-se de uma forma que não se encaixava entre os tipos de ocorrência que podiam ser colocados no mundo inconsciente dos conceitos (eficácia produzida pelo 'toque' direto). Lembro-me ainda – que essa experiência causou-me uma impressão profunda e duradoura. Deveria haver algo escondido nas profundezas das coisas. Aquilo que o homem conhece desde a

infância não provoca este tipo de reação; ele não se surpreende com o vento e a chuva, com a lua, nem com o fato de essa mesma lua não cair do céu ou com as diferenças entre matéria viva e sem vida. (MEDEIROS, 2006, p.3).

Se uma bússola teve papel despertador para ciência em um dos maiores cientistas de todos os tempos, imaginem o que pode ser feito hoje para desempenhar este papel. Quem sabe um novo grande cientista seja despertado com uma fibra óptica, grudando canetas na parede ou tentando inutilmente empurrar bolinhas de papel em garrafas de plástico cheias de ar. Mas, mesmo que não se produza um grande cientista – nem se pode esperar isto do Ensino Fundamental – o simples fato de se produzir admiradores de ciências, com suas explicações para o mundo em que vivemos, já terá sido contemplado o papel deste ensino nas séries iniciais.

Quando uma pessoa conhece mais sobre o mundo em que vive ela se torna mais crítica e questionadora. Desta forma, ajudando a formar cidadãos mais críticos, o ensino de ciências contribui para a formação do aluno como indivíduo, inserido em nossa sociedade.

Carl Sagan descreve assim o vislumbamento que a ciência provoca quando é compreendida, quando os estudantes são estimulados a perguntar e quando estas perguntas são respondidas:

Quando as descobertas e o método científico da ciência se tornam claros para nós, quando compreendemos e empregamos esse conhecimento, sentimos uma profunda satisfação. Isso vale para todo mundo, mas sobretudo para as crianças – nascidas com vontade de conhecer, cientes de que devem viver em um futuro moldado pela ciência, mas frequentemente convencidas em sua adolescência de que ciência não é para elas. (SAGAN, 1996, p.43).

Um outro grande cientista, Richard Feymann, em sua obra *Física em seis lições* (2001), reflete no prefácio como se daria melhor o ensino de Física. Assim como Feymann também acreditamos que deve haver uma melhor formação de estudantes para que estes se tornem interessados em conhecer mais o mundo em que vivem - através das ciências naturais. As palavras de Feymann:

O melhor ensino só pode ser praticado quando há uma relação individual direta entre um estudante e um bom professor – uma situação em que o estudante discute idéias, pensa sobre as coisas e fala sobre elas. É impossível aprender muito apenas sentado em uma palestra ou mesmo resolvendo problemas. (FEYMANN, 2001, p.34).

Nosso projeto está totalmente de acordo com Feymann quando ele diz que é impossível aprender apenas ouvindo, passivo. Por isto, uma melhor introdução para as ciências naturais teria que contemplar não somente uma exposição, mas também uma interação em laboratório, bem como a utilização de recursos multimídia.

A contribuição que se pretende dar nesta dissertação, visando um melhor ensino de ciências, é promover uma introdução aos conceitos físicos durante as séries iniciais de forma que esta introdução não só deixe de ser um obstáculo adicional ao ensino subsequente, mas que, principalmente, contribua para que o interesse em ciência não seja perdido pelas crianças. Com sorte, motivá-las a querer aprender mais e mais ciências.

A melhor maneira de prestar uma contribuição neste sentido é qualificando os professores que farão esta introdução. Se eles tiverem domínio conceitual firme e correto, as chances de as crianças aprenderem a ciência de maneira correta, sem dúvida, crescem de maneira considerável.

A proposta desta dissertação é o desenvolvimento de um programa de qualificação de professores das séries iniciais do Ensino Fundamental. O programa desenvolvido foi aplicado pelo autor desta dissertação em um curso de extensão da UFRGS oferecido aos professores dessas séries. Porém, o programa, assim como todo o material produzido para ele, poderá ser aplicado por qualquer pessoa com formação em Física. No programa estão incluídos tanto recursos didáticos tradicionais, como aulas expositivas e de laboratório, assim como recursos multimídia modernos. Estes recursos são um adendo importante do programa, sendo fundamental a interação com os alunos.

Após o curso de extensão, os professores das séries iniciais aplicaram em suas classes os conhecimentos adquiridos no programa de qualificação, bem como utilizaram o material do curso com as crianças das séries iniciais, fazendo adaptações – quando necessárias. O crescimento das crianças no campo conceitual da ciência natural e seu entusiasmo em aprendê-lo foram avaliados qualitativamente. A opinião dos professores foi analisada através de entrevistas.

Antes da apresentação do programa, se faz necessária uma discussão do referencial teórico sob o qual se constrói esta proposta, o que será apresentada no Capítulo II. A revisão bibliográfica sobre o tema tratado nesta dissertação constitui o Capítulo III. O programa, que se estrutura em módulos que abordam conteúdos diferentes, é apresentado no Capítulo IV. O Capítulo V descreve o curso com os professores e a aplicação aos alunos, de parte do conteúdo discutido no curso de extensão. A análise das impressões dos alunos e dos professores é feita no Capítulo VI.

As considerações finais e as conclusões fazem parte do Capítulo VII.

CAPÍTULO II

Fundamentação Teórica

Existem muitas maneiras diferentes de ver o processo ensino-aprendizagem, assim como existe uma grande gama de sugestões de como ele deve ser desenvolvido para atingir seus fins, sendo que os próprios fins são alvos de discussão entre teóricos da educação.

Para qualquer educador se faz necessário conhecer as diversas vertentes que existem na literatura, e cabe a cada um escolher o que melhor se encaixa em sua prática docente.

Uma visão pragmática que adota apenas um teórico e que segue fielmente suas bases e orientações não é o melhor caminho a se adotar. Considerando que existe uma vasta discussão, uma enorme variedade de conhecimento produzido sobre o assunto, não faz sentido se apegar a apenas uma teoria.

Este capítulo apresenta e discute alguns pontos relevantes encontrados em diversos teóricos da educação, os quais contribuíram para o desenvolvimento deste projeto.

II.1 Ausubel e o conhecimento prévio

Durante muito tempo – e ainda hoje – os professores tentam ensinar considerando a teoria da *tábula rasa*. Neste enfoque o conhecimento do aluno é considerado como uma folha de papel em branco que deve ser preenchida. Este preenchimento ocorre de acordo com o que o professor ensina e, portanto, todos aprenderão da mesma forma, uma vez que terão a mesma aula.

Felizmente, esta abordagem no ensino é considerada ultrapassada pela maioria dos educadores, já que cada aluno interpreta de forma diferente a mesma aula dada pelo mesmo professor. Por que isto ocorre? A teoria cognitivista de David Ausubel nos ajuda a entender melhor esta questão.

A teoria de Ausubel considera que os conceitos se acumulam na estrutura dos alunos, organizando-se nela. A esta estrutura chamamos de *estrutura cognitiva*. A aprendizagem seria a organização e interação dos conceitos na estrutura cognitiva do aluno. Esta estrutura é o resultado do processo de aquisição e utilização do conhecimento pelo aluno.

Mas, o importante para o processo ensino aprendizagem, é que esta estrutura

cognitiva já existe em cada aluno, e cada um tem a sua diferente. Assim, as interações feitas por ele – entre a sua estrutura cognitiva e o novo conhecimento – serão diferentes; então, o conhecimento prévio dos alunos é um fator extremamente importante a ser considerado por qualquer educador. Nas palavras de Moreira (1999b, p.152) pode-se afirmar que segundo Ausubel:

O fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (cabe ao professor identificar isso e ensinar de acordo).

Deve-se levar em conta que quando o aluno aprende novos conceitos estes também podem modificar a sua estrutura cognitiva; esta não é, portanto, de nenhum modo estática. Se o processo ensino aprendizagem for bem sucedido, a estrutura cognitiva do aluno estará em constante processo de evolução, através da sua modificação pelos novos conceitos aprendidos.

A estrutura cognitiva do aluno funcionará como ancoradouro para os novos conceitos. Se a aprendizagem for bem sucedida, estes novos conceitos irão modificar a estrutura dos alunos. Esta aprendizagem, que estamos chamando de bem sucedida, é conhecida como **aprendizagem significativa**.

A aprendizagem significativa é um conceito chave para Ausubel. Por ela entende-se a aprendizagem onde os novos conceitos não são simplesmente absorvidos pelos alunos, mas sim irão interagir com os que já existem, inclusive modificando-os. Assim, a estrutura cognitiva do aluno é modificada após o processo ensino aprendizagem. Estes conceitos já existentes, nos quais os novos irão se ancorar para interagir e modificar a estrutura cognitiva do aluno são conhecidos como **subsunçores**. Após esta ancoragem os subsunçores irão se modificar, através de um crescimento do significado do conceito.

Um outro conceito chave de Ausubel é conhecido como **aprendizagem mecânica**. Esta aprendizagem ocorre quando há pouca – ou mesma nenhuma – interação entre os subsunçores e os novos conceitos. Este tipo de aprendizagem tem sido muito recorrente em nossas escolas no ensino de ciências naturais, onde a famosa *decoreba* de fórmulas é o exemplo mais gritante.

Porém, se faz necessário observar que as aprendizagem mecânica e significativa não formam uma dicotomia, mas sim um contínuo. A aprendizagem mecânica é necessária! Quando o aluno está entrando em uma área de conhecimento totalmente nova –

mecânica quântica, por exemplo, os conceitos que fazem parte do início desta nova área para o estudante terão de ser aprendidos de forma mecânica e poderão servir de subsunçores para os conceitos subsequentes. À medida que a aprendizagem torna-se significativa, estes conceitos iniciais aprendidos de forma mecânica se tornam mais sofisticados, capazes de ancorar mais informações.

As condições necessárias para ocorrer a aprendizagem significativa são:

- *O material deve ser potencialmente significativo*; por este entende-se que os conceitos que se deseja ensinar devam ter relação com os subsunçores do aluno, que devem fazer parte da sua estrutura cognitiva.
- *Disposição para aprender*; mesmo que a matéria seja potencialmente significativa, se o aluno não quiser relacioná-la com sua estrutura cognitiva, a aprendizagem será mecânica. A recíproca também é verdadeira.

Vamos chamar estes conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva dos alunos de **concepções espontâneas**. Estas concepções podem estar em desacordo com as concepções cientificamente aceitas, assim, quando isto ocorrer, iremos chamá-las de **concepções alternativas**.

Concepções alternativas são as idéias prévias. Estas idéias possuem modelos e teorias, entre outros. Através destas, o próprio aluno explica como funciona o mundo em que vive.

As concepções alternativas são identificadas em todas as ciências naturais. Na Biologia já foram identificadas concepções alternativas em respiração, reprodução e outros. Em Química também foram identificadas várias concepções alternativas. Em Física existe uma vasta literatura que mapeou as concepções alternativas em várias de suas áreas.

Na mecânica, elas contam muito sobre como os conceitos vêm evoluindo na história da ciência. Vejamos algumas concepções alternativas em mecânica:

- Força é a causa dos corpos se encontrarem em movimento;
- Sempre que um corpo estiver em movimento, sobre ele está agindo uma força;
- Quando um corpo age por contato sobre outro corpo, a força que ele exerce perdura durante algum tempo após cessar o contato;
- Se sobre um corpo é exercida uma força, a orientação desta força é a orientação do movimento (velocidade) do corpo;

- A intensidade da força sobre um corpo é proporcional à sua velocidade;
- Quando não é exercida força sobre um corpo, este se encontra em repouso.

II.2 Mudança conceitual de Posner *et al*

Um dos maiores desafios no ensino de ciências é: como fazer com que os alunos troquem as concepções alternativas pelas cientificamente aceitas? Esta troca é chamada de **mudança conceitual**.

Uma proposta baseada na epistemologia de Thomas Kuhn e Imre Lakatos foi o modelo publicado por Posner *et al* (1982). Este modelo foi amplamente aceito e usado durante a década de oitenta e início da década de noventa.

Em tal modelo, existiriam quatro condições necessárias para que haja a mudança conceitual. Estas condições são as mesmas que Kuhn propôs para que houvesse uma mudança de paradigma, resultando em uma revolução científica. Estas condições são:

1. *Deve existir uma insatisfação com as concepções existentes. (Insatisfação)*
2. *Um novo conceito deve ser entendível. (Inteligibilidade)*
3. *Os novos conceitos devem resolver as anomalias geradas por seus antecessores. (Plausibilidade)*
4. *Os novos conceitos devem abrir a possibilidade de novas explicações que seus antecessores não podiam prever. (Potencialidade)*

O modelo serviu de estratégia para um grande número de pesquisadores durante a década seguinte à publicação do artigo. O grande problema foi que a mudança conceitual não foi verificada por quem usou o modelo em suas pesquisas; as concepções alternativas persistiam mesmo após os estudantes serem submetidos a uma tentativa de mudança conceitual usando o modelo de Posner *et al*.

A grande dúvida gerada pelo modelo foi: é de fato possível substituir a concepção alternativa pela cientificamente aceita? Hoje é quase consenso que não. A falha no modelo está no fato de que se supõe que o aluno irá fazer uma troca simples entre a concepção alternativa pela cientificamente aceita. Porém, as concepções alternativas são altamente significativas e não podem ser simplesmente apagadas e substituídas pelas cientificamente aceitas.

II.3 Evolução conceitual de Toulmin

Uma visão mais próxima de como ocorre a mudança conceitual é aquela vista à luz da epistemologia de Stephen Toulmin.

Esta epistemologia é extremamente crítica à concepção positivista sobre a natureza da ciência. Para Toulmin, o desenvolvimento do espírito científico se dá de maneira evolucionária, ou seja, os conceitos vão evoluindo, o que está em total desacordo com a visão de Kuhn, onde o desenvolvimento se dá de maneira revolucionária. O modelo evolucionista dos conceitos de Toulmin é análogo ao de Darwin para as espécies, se dá de maneira não linear e descartando aos poucos aqueles que não se adaptam às novidades.

Segundo Ariza (2002), Toulmin concebe mudança conceitual através de uma perspectiva gradualista, ou seja, evolucionária. Aqui se estabelece um antagonismo com o modelo proposto por Posner *et al.*

O modelo de Toulmin é mais adequado que o de Posner pelo fato de o conhecimento cotidiano – um caso particular são as concepções alternativas – ser resistente e protegido. A mudança deve ocorrer através de micro-revoluções, de forma gradual, sendo então uma **evolução conceitual**.

Um fato que corrobora a visão de evolução conceitual repousa no fato de que é possível identificar concepções mistas em alunos iniciados nas concepções cientificamente aceitas. Estes estudantes mantêm muitos aspectos das concepções alternativas e incorporam aspectos das concepções cientificamente aceitas.

Sob a luz da evolução conceitual, o início do ensino de Física deve ser feito o quanto antes, mas de maneira a não reforçar as concepções alternativas. O que se quer dizer é: iniciar o ensino de Física o quanto antes para promover a evolução conceitual, e iniciar com qualidade. Esta premissa só pode ser alcançada com a qualificação dos profissionais da educação que trabalham com as séries iniciais, visto que sua formação – na ampla maioria dos casos – foi inadequada do ponto de vista das ciências naturais. Contemplar este objetivo – início do estudo das ciências naturais com qualidade – é o alvo desta dissertação.

II.4 A teoria de aprendizagem de Bruner

Jerome Bruner, assim como Ausubel e Piaget, pode ser classificado como cognitivista. O ato de aprendizagem para Bruner é o que nos diferencia das demais espécies da natureza, em suas palavras:

A principal característica isolada do ser humano é o fato de ele aprender. A aprendizagem está tão integrada no homem que é quase involuntária, e estudiosos do comportamento humano chegaram a avançar que a nossa especialidade, como espécie, pode resumir-se na aprendizagem. Realmente, no que concerne aos mecanismos de reflexos, comparados com organismos inferiores, no reino animal, somos pobremente equipados. (BRUNER, 1975, p.113).

Uma preocupação inicial de Bruner é o que seria ensinar. Para ele, ensinar tem um papel de auxiliador ou moldador do desenvolvimento intelectual do aluno, ensinar deve buscar uma maneira de auxiliar o desenvolvimento e crescimento.

Sobre a natureza do desenvolvimento intelectual se faz necessário considerar os seguintes pontos, segundo Bruner (1975, p.16):

- *O desenvolvimento intelectual caracteriza-se por independência crescente da resposta em relação à natureza imediata do estímulo. É possível prever o comportamento de uma criança sabendo a que estímulos ela está sendo submetida, ou seja, as suas respostas serão as mesmas para os mesmos estímulos. Parte do desenvolvimento consiste em ter a capacidade de modificar as respostas em um ambiente estimulador constante;*
- *O desenvolvimento intelectual baseia-se em absorver eventos, em um sistema de armazenamento que corresponde ao meio ambiente. A criança deve ir além das informações encontradas em uma única ocasião, deve fazer previsões e extrapolações, partindo do seu modelo construído de universo.*
- *O desenvolvimento intelectual entende uma capacidade crescente de afirmar, a si mesmo e a outros, por palavras ou símbolos, o que alguém faz ou fará. Leva*

a mudança de um comportamento ordenado para um lógico, levando os seres humanos além da adaptação empírica.

- *O desenvolvimento intelectual baseia-se numa interação sistemática e contingente entre professor e um aluno. O professor, usando técnicas anteriormente inventadas, ensina a criança.*
- *O ensino é altamente facilitado por meio da linguagem que acaba sendo não apenas o meio de comunicação, mas o instrumento que o estudante pode usar para ordenar o meio ambiente. Levar em consideração a linguagem é a premissa de qualquer teoria do desenvolvimento cognitivo.*
- *O desenvolvimento intelectual é caracterizado por crescente capacidade para lidar com alternativas, simultaneidade, atender a várias seqüências, ao mesmo tempo, e distribuir tempo e atenção, de maneira apropriada, a todas essas demandas múltiplas. Refere-se à aptidão de enfrentar um mundo complexo.*

A teoria de aprendizagem para Bruner deve ser: *Prescritiva*, pois estabelece regras de como chegar à melhor maneira de obter conhecimento ou técnicas. Também é *normativa*, pois fornece condições para atendê-los.

A teoria de aprendizagem, segundo Bruner, tem quatro características principais:

- *Aponta as experiências mais efetivas para implantar em um indivíduo a predisposição de aprender. Enfatiza a relação professor-aluno, destacando que a relação entre quem ensina e quem aprende tem grande influência na aprendizagem.*
- *Especificar de como deve ser estruturado um conjunto de conhecimentos, para melhor ser aprendido pelo estudante. Deve levar em consideração o grau de adiantamento do conhecimento particular do aluno. Bruner destaca que “dependendo o mérito de uma estrutura do seu poder de simplificar informações, de criar novas proposições e de aumentar a manuseabilidade de um conjunto de conhecimento, deve ser sempre relativo ao adiantamento e às aptidões do estudante”.*
- *Deve citar qual seqüência é mais eficiente para aprender as matérias a serem estudadas. A seqüência que um aluno recebe o conteúdo abordado influencia na compreensão dele. Não há uma seqüência única para todos os alunos, depende*

do seu estágio de desenvolvimento, da natureza da matéria e das diferenças individuais.

- *Deter-se na natureza e na aplicação dos prêmios e punições, no processo ensino aprendizagem.* Percebe-se neste ponto uma veia comportamentalista.

O papel de instigar a curiosidade também é destacado por Bruner. Nossa atenção é despertada e mantida quando algo se apresenta duvidoso. Não terminado ou obscuro, iremos nos manter concentrados até solucionar este mistério. Sentiremo-nos satisfeitos na obtenção da certeza ou apenas na tentativa de buscá-la.

O papel do professor, segundo Bruner, é o de ensinar de acordo com o grau de desenvolvimento do aluno. Desta premissa vem a contribuição mais famosa de Bruner, quando ele afirma que sempre há sempre uma versão a ser ensinada, a qualquer aluno.

A intenção final desta dissertação é ensinar Física para crianças das séries iniciais, para isto acredita-se aqui que pode ser útil desenvolver e aplicar um programa para ajudar os professores destas séries a fazê-lo. A idéia de ensinar Física para crianças das séries iniciais poderia beirar o absurdo para alguns educadores, porém de acordo com tudo que Bruner nos ensina, existe uma forma simples de ensinar Física às crianças das séries iniciais. O que foi desenvolvido nesta dissertação é uma tentativa de como fazer isto melhor, qualificando seus professores – os das séries iniciais – para através deles implementar o objetivo de introduzir conceitos físicos já nas séries iniciais.

Uma outra contribuição famosa de Bruner diz respeito ao currículo em espiral. Nesta proposta de currículo o aluno tem a oportunidade de ver o mesmo conteúdo por diversas vezes. Cada vez que o currículo é apresentado ele deverá levar em conta o grau de desenvolvimento do aluno. Admitindo que este grau seja cada vez maior, a abordagem do conteúdo em espiral será cada vez mais complexa e sofisticada.

A forma como será abordada a Física nesta dissertação nem de longe tem a intenção de esgotar o assunto. Ele irá apenas começar a evolução conceitual, sendo que cada assunto abordado será retomado mais tarde, em um nível de abstração cada vez maior. O que iremos fazer é apresentar os conceitos de Física, sempre tendo a expectativa de que eles serão retomados mais tarde de maneira mais profunda e abstrata – como são apresentados hoje no ensino de física tradicional. Mas quando os alunos chegarem lá, espera-se que o seu desenvolvimento intelectual, iniciado no começo do Ensino Fundamental através da proposta desta dissertação, ajude-os a compreender melhor os conceitos abordados de maneira mais complexa, como são estudados no ensino de Física tradicional.

II.5 O humanismo de Rogers e Freire

Entende-se aqui, por humanismo, a postura filosófica que tem como seus mais conhecidos autores Carl Rogers e Paulo Freire. Nesta postura filosófica, o enfoque é em quem aprende: o aluno. O que importa é o crescimento do aluno, sua **auto-realização**. O papel do ensino é de facilitar esta auto-realização, além do crescimento pessoal. O aluno não é visto apenas como uma estrutura cognitiva em desenvolvimento, mas como um todo – sentimentos, pensamentos e ações.

No humanismo a aprendizagem não é vista apenas como acúmulo de conhecimento. Os sentimentos do aluno e o domínio afetivo são considerados juntos com a cognição e comportamento.

O mais conhecido autor humanista é Carl Rogers. Foi Rogers quem iniciou o que ficaria conhecido como *estudo centrado no aluno*. Hoje, esta idéia de ensino tem grande influência na maioria dos discursos pedagógicos.

Rogers não vê sua proposta como uma teoria de aprendizagem, mas sim como uma proposta regida por uma série de princípios.

A base da proposta rogeriana é a psicologia. Mais precisamente a psicologia centrada no “cliente”. O termo cliente é justificado pelo fato de mostrar uma igualdade entre terapeuta e indivíduo, ao passo que paciente levaria a uma impressão de que a pessoa está doente.

Na psicologia centrada no cliente, ele próprio é capaz de identificar o que lhe torna infeliz, e tem capacidade de promover mudanças que alterem a situação. O papel do terapeuta é ajudar a compreensão do ser rumo ao crescimento pessoal. Para Rogers, o indivíduo tem a tendência de buscar a auto-realização.

A abordagem rogeriana para a aprendizagem vê o papel da educação como um *facilitador*. O próprio professor, neste contexto, deve ser chamado de *facilitador de aprendizagem*. Mas a definição de aprendizagem de Rogers é particular. Para ele aprendizagem:

Não é um amontoado de coisas sem vida, estéreis, fúteis, logo esquecidas com que se abarrotam a cabeça do pobre e desamparado educando, atada à cadeira pelos vínculos blindados do conformismo! Refiro-me à aprendizagem – à insaciável curiosidade que leva um adolescente a absorver tudo

que pode ver, ouvir ou ler sobre motores a gasolina a fim de aumentar a eficiência e a velocidade do seu “calhambeque”.
(ROGERS, 1969, p.3).

Como na proposta de Bruner, vê-se claro aqui, na abordagem rogeriana, a necessidade de estimular a curiosidade dos estudantes, a fim de promover a aprendizagem.

Rogers vê que a educação deve buscar a **aprendizagem significativa**, porém, não é o mesmo que a aprendizagem significativa de Ausubel, a qual diz respeito à modificação dos conceitos que já existiam na estrutura cognitiva do aluno. A aprendizagem significativa vai além da mudança da estrutura cognitiva do aluno, diz respeito à mudança de comportamento do aluno e/ou na sua personalidade.

A proposta de Rogers é uma visão alternativa e totalmente contrária à escola de hoje que é centrada no professor e no conteúdo. É autoritária e ameaçadora.

Como vimos, Rogers não vê sua proposta como uma teoria de aprendizagem. Mas propõe que ela obedeça a uma série de princípios. Estes princípios são descritos por ele desta maneira (ROGERS, 1969, p.159):

- *Seres humanos têm uma potencialidade natural para aprender. Cabe ao sistema educacional não neutralizar isto.*
- *A aprendizagem significativa ocorre quando a matéria é percebida pelo aluno como relevante para seus próprios objetivos. O aluno só aprende o que acredita que o leve à auto-realização.*
- *A aprendizagem que envolve mudança na organização do eu – na percepção de si mesmo – é ameaçadora e tende a suscitar resistência. A resistência é explicada pelo fato de que se a pessoa aceita valores externos, estes irão ameaçar aqueles que a pessoa já tem.*
- *As aprendizagens que ameaçam o eu são mais facilmente percebidas e assimiladas quando ameaças externas se reduzem a um mínimo. As ameaças, a ridicularização e a avaliação são ameaças externas, ao passo que em um ambiente de compreensão, a falta de notas (auto-avaliação) reduzem estas ameaças ao mínimo, facilitando o crescimento pessoal.*
- *Quando é pequena a ameaça ao eu, pode-se perceber a experiência de maneira diferenciada e a aprendizagem pode prosseguir. Este princípio é uma*

extensão do anterior. Para uma aprendizagem efetiva o aluno deve se sentir seguro e não ameaçado.

- *Grande parte da aprendizagem significativa é adquirida através de atos.* A confrontação com problemas práticos de uma forma experimental promove uma melhor maneira à aprendizagem.
- *A aprendizagem é facilitada quando o aluno participa responsabilmente do processo de aprendizagem.* Quando o aluno direciona o caminho do processo, a aprendizagem significativa é facilitada ao máximo.
- *A aprendizagem auto-iniciada que envolve a pessoa do aprendiz como um todo – sentimentos e intelecto – é mais duradoura e abrangente.* A aprendizagem que envolve não só a estrutura cognitiva do aluno, mas também processos afetivos, é mais significativa.
- *A independência, a criatividade e a autoconfiança são todas facilitadas, quando a autocrítica e a auto-avaliação são básicas e as avaliações feitas por outros é de importância secundária.* A pressão e o julgamento externo são obstáculos à aprendizagem significativa. O aluno deve ser estimulado a fazer seus próprios julgamentos, julgar seus erros e acertos e as conseqüências de suas escolhas. Uma atmosfera de liberdade facilita este processo.
- *A aprendizagem socialmente mais útil, no mundo moderno, é a do próprio processo de aprender, uma contínua abertura à experiência e à incorporação, dentro de si, do processo de mudança.* A principal herança da educação seria desenvolver no aluno o processo de aprender, visto que o que se aprende na escola – hoje muito mais que quando Rogers propôs este princípio – pode tornar-se obsoleto rapidamente e novas coisas a serem aprendidas aparecem o tempo todo.

Uma síntese do que é o ensino numa abordagem rogeriana é feita por Moreira (1999b, p.145):

O único homem educado é o que aprendeu a aprender; o homem que aprendeu a adaptar-se e mudar; que percebeu que nenhum conhecimento é seguro e que só o processo de busca do conhecimento dá uma base segura.

Mas qual seria o papel do professor na proposta de Rogers? Nesta abordagem o papel fica totalmente em desacordo com o que foi dito em propostas anteriores. Para Rogers ensinar é uma atividade relativamente sem importância e enormemente supervalorizada. Para ele mais eficiente seria pegar um livro ou ver um vídeo. Mas em nenhum momento o papel do professor é dito por ele como sem importância; neste contexto rogeriano, o papel do professor é que muda, não a sua importância. O professor seria um facilitador do processo de aprendizagem e mudanças. Esta seria a finalidade da educação.

A facilitação de aprendizagem ocorre com certas qualidades de comportamento entre o facilitador (professor) e o aluno. Rogers (1969, p.112) faz uma descrição de quais seriam estas qualidades:

- *Autenticidade do facilitador de aprendizagem.* A maior probabilidade de a facilitação de aprendizagem ocorrer é quando o facilitador se comporta de maneira real no contato com os alunos, sem fachadas.
- *Apreço, aceitação, confiança.* Apreço no que toca as opiniões e sentimentos do aluno. Aceitação que os valores da outra pessoa (aluno) são um direito seu. Confiança que a outra pessoa é merecedora de crédito.
- *Compreensão empática.* É a capacidade de compreender as reações íntimas do aluno, de como o aluno vê o processo de aprendizagem.

Carl Rogers faz parte dos autores da postura filosófica conhecida por humanismo. Além dele, existia um outro autor humanista de grande influência nesta dissertação, o brasileiro Paulo Freire.

Para Freire, formar não é treinar o educando no desempenho de destrezas. Ele faz uma crítica à educação, a que chama de fatalista neoliberal, onde o aluno é treinado para aceitar a realidade. A educação fatalista é vista como um treinamento indispensável – por seus defensores – para a sobrevivência do educando na sociedade.

Um dos saberes que Freire julga mais indispensáveis na prática educativa é a consciência de que educar não é transferir conhecimento ao aluno, mas criar a possibilidade de produção deste e de sua construção.

O educando, mesmo durante a sua aprendizagem, é um sujeito produtor do saber e o professor aprende enquanto ensina. Esta discência durante a docência é muito relevante

na óptica de Freire, pois para ele “quem forma se forma e re-forma e quem é formado forma-se e forma ao ser formado” (FREIRE, 1996, p.23).

Freire chama de “curiosidade epistemológica” o processo de alcançar o conhecimento. Ao analisar a relação professor–aluno na escola, em qualquer nível, chama esta de fundamentalmente narradora, dissertadora, onde os estudantes são objetos pacientes, ouvintes. Esta relação é analisada por ele da seguinte forma:

Nela, o educador aparece como seu indiscutível agente, como o seu real sujeito, cuja tarefa indeclinável é “encher” os educandos dos conteúdos de sua narração. Conteúdos que são retalhos da realidade desconectados da totalidade em que se engendram e em cuja visão ganhariam significação. (FREIRE, 1983, p.65).

Esta relação professor–aluno, segundo Freire, conduz os alunos à aprendizagem mecânica do conteúdo narrado: “a narração os transforma em “vasilhas”, em recipientes a serem “enchidos” pelo educador” (FREIRE, 1983, p.66). Quanto mais vão se enchendo os recipientes com seus “depósitos”, tanto melhor educador será. Quanto mais se deixam docilmente “encher”, tanto melhor os educandos serão.

Então, para Freire esta concepção de educação passa a ser um ato de depositar, onde o professor deposita e os alunos são os depositários. Freire esclarece o que chama de concepção **bancária** da educação da seguinte maneira:

Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem, memorizam e repetem ... a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem depósitos, guardá-los e arquivá-los. (FREIRE, 1983, p. 66).

Não é necessário dizer que esta visão de educação é considerada como equivocada por Freire, justificando que nela não há criatividade, transformação, saber. A alternativa seria a educação **libertadora** em razão da sua conciliação, onde o educador e educando coexistem simultaneamente em um só. Esta alternativa também deve ser **problematizadora**, através da problematização do homem em suas relações com o mundo.

Freire fala sobre a diferença entre a educação bancária e a libertadora/problematizadora desta forma:

O antagonismo entre as duas concepções, uma, a bancária, que serve à dominação; outra, a problematizadora, que serve à libertação, toma corpo aí. Enquanto a primeira, necessariamente, mantém a contradição educador-educando, a segunda realiza a superação. (FREIRE, 1983, p.78).

Para Freire ensinar é uma especificidade humana, onde o educador deve ter clara a necessidade de respeito às liberdades do educando.

A educação proposta pela filosofia humanista é uma grande inspiração nesta dissertação. Ela se baseia no fato de que o papel do professor não é o de transferir conhecimento, mas sim de proporcionar condições para que os alunos queiram conhecer, o professor não ensina o conteúdo, ele facilita a aprendizagem no sentido de criar condições para que ela aconteça.

Outra grande inspiração humanista facilmente notada nesta dissertação é a tentativa de desvincular a escola de uma postura opressora. Na proposta desta dissertação, foi objetivo constante a satisfação pessoal dos alunos e professores, sem necessidade de avaliação externa sobre a aprendizagem.

Por fim, uma tentativa de inspirar os estudantes a quererem saber mais sobre ciências norteou esta dissertação, visto que os conceitos físicos apresentados eram contextualizados e deixavam margens a perguntas que não eram respondidas na forma de esgotar o assunto. De tal sorte que os alunos poderiam querer aprender por conta própria sobre a explicação da natureza a respeito de fenômenos que julgassem passíveis de interesse.

II.6 O construtivismo de Piaget

Jean Piaget propõe uma teoria construtivista para o desenvolvimento da estrutura cognitiva do homem. Sua abordagem não é a única construtivista, mas certamente é a mais conhecida e influente.

Para Piaget, o desenvolvimento cognitivo passa por quatro estágios. São descritos por Moreira (1999b, p.96):

- *Sensório-motor*. Estende-se do nascimento à cerca de dois anos de idade. Logo após o nascimento a criança se considera o centro de tudo, e tudo existe em função dela. A criança evolui cognitivamente até atingir o período sensório-motor, onde começa a descentralizar as ações e considerar-se um objeto dentre os demais.
- *Pré-operacional*. Vai dos dois anos aos seis ou sete. Acontece com o uso de linguagem, símbolos e imagens mentais.
- *Operacional-concreto*. Sucede o pré-operacional e se estende até onze ou doze anos. Suas operações são incidentes diretamente sobre objetos reais (manipuláveis ou suscetíveis de serem intuídos). A criança sempre recorre a objetos e acontecimentos presentes, o ausente tem que ser tratado a partir do concreto.
- *Operacional-formal*. Sucede o operacional-concreto e se estende até a vida adulta. A pessoa consegue raciocinar com hipóteses verbais, não apenas com objetos concretos.

O desenvolvimento cognitivo se dá pelo que Piaget chamou de **assimilação** e **acomodação**. A primeira designa que o sujeito constrói esquemas de assimilação para entender a realidade. Quando um esquema de assimilação não consegue incorporar a realidade, a estrutura cognitiva se modifica, acontecendo o que Piaget chamou de acomodação – que leva à construção de novos esquemas de assimilação.

A construção de novos esquemas de assimilação – acomodação – é o que possibilita para Piaget o desenvolvimento cognitivo. Para tanto, o sujeito deve presenciar situações em que seus esquemas de assimilação não dêem conta da realidade, necessitando que se reorganizem.

Se não existirem problemas a serem resolvidos, dificuldades a serem superadas, a estrutura cognitiva apenas absorverá a realidade, com os esquemas de assimilação. Ao passo que, diante de dificuldades, eles terão que se reorganizar com conseqüente desenvolvimento.

É chamado de **adaptação** o equilíbrio entre a assimilação e a acomodação. Novas experiências não acomodadas levarão à construção de novos esquemas – acomodação – e a novos equilíbrios – adaptação. Este processo é dito **equilibração**.

Para Piaget só existe aprendizagem quando o esquema de assimilação sofre acomodação. Ensinar nada mais é que provocar o desequilíbrio.

Importantes aspectos da teoria de Piaget contribuem para esta dissertação. Como iremos trabalhar com crianças de oito a doze anos, é importante saber em que período do desenvolvimento mental elas estão. Como estão no operacional-concreto, elas têm que interagir com o concreto, nunca deverão trabalhar no formal, com equações matemáticas incluídas. A prioridade será para as experiências de laboratório e de multimídia.

Como para desenvolver a estrutura cognitiva das crianças é necessário provocar o desequilíbrio, a problematização da realidade deverá ser explorada. As experiências contra-intuitivas serão uma ferramenta muito útil neste sentido.

II.7 O referencial teórico e o programa de qualificação

Durante o desenvolvimento do programa de qualificação que trata esta dissertação, teve-se por base os autores apresentados neste capítulo.

Sempre esteve claro que os alunos já têm idéias prévias sobre a explicação dos fenômenos que serão abordados, as conhecidas concepções alternativas. Nunca foi a intenção, a de implementar a mudança conceitual rápida das concepções alternativas pelas cientificamente aceitas. O que se quer dar início, através do programa para professores que introduzirão os conceitos para seus alunos, é a evolução conceitual. Acredita-se que após o primeiro contato com Física pelos alunos nas séries iniciais, eles irão rever os mesmos conceitos em séries posteriores, que poderão então promover a incorporação na estrutura cognitiva dos alunos das concepções cientificamente aceitas em detrimento das alternativas.

Para que os primeiros conceitos de Física sejam introduzidos já nas séries iniciais deve-se encontrar uma versão deles que seja adequada a esta faixa etária. Nunca se duvidou durante o desenvolvimento deste programa que tal versão existisse, pois de acordo com o que Bruner nos ensina tal versão deve existir. Ainda, não se teve como meta esgotar os assuntos abordados, pois se acredita que eles devam ser retomados mais tarde, em um currículo em espiral, que poderá promover a evolução conceitual dos alunos. No programa, o que foi implementado foi uma sugestão de como os professores podem dar o primeiro passo do currículo em espiral.

Em todo o programa houve uma tentativa de deslocar o papel principal do processo ensino-aprendizagem, tradicionalmente reservado ao professor, para o aluno, na tentativa de alcançar o que Rogers chamou de ensino centrado no aluno. Procurou-se também evitar o que Freire chamou de concepção bancária da educação, tentando-se promover o que ele chamou de educação libertadora.

O programa inicia, e é em grande parte baseado, na realização de experiências contra-intuitivas. Esta opção foi feita para que se alcançasse o que Piaget chamou de desequilíbrio, para que a partir dele se consiga o crescimento cognitivo do aluno.

CAPÍTULO III

Revisão Bibliográfica

A revisão que será apresentada tem por objetivo identificar trabalhos com duas abordagens. A primeira diz respeito à formação de professores de ciências para as séries iniciais, sempre restringindo este estudo de ciências à Física. A segunda diz respeito às tentativas de introduzir Física nas séries iniciais, procurando identificar nestes trabalhos quais conteúdos seriam mais relevantes e significativos a estudantes desta idade. Esta revisão procurou identificar os trabalhos em periódicos, livros e dissertações. Os periódicos consultados foram: Revista Brasileira de Ensino de Física; Física na Escola; Caderno Brasileiro de Ensino de Física (antigo Caderno Catarinense de Ensino de Física), Investigações em Ensino de Ciências, Ciência & Educação e Ciência e Cultura. A consulta a estes periódicos se restringiu aos últimos dez anos.

Os trabalhos identificados formam três grupos: pesquisa em ensino de Física, relatos de experiências de ensino de Física no Ensino Fundamental e propostas didáticas para o ensino de Física.

III.1 Trabalhos de pesquisa em ensino de Física

Uma retrospectiva sobre o ensino de Física foi feita por Moreira (2000). Nela foi analisado o papel do material didático desenvolvido para o ensino de Física. Esta análise dos materiais didáticos concluiu que já foram e ainda são produzidos materiais de qualidade no Brasil e também em traduções existentes, mas é destacado que somente textos de qualidade não garantem que o ensino de Física seja bem sucedido. A diferenciação entre ensino e aprendizagem é feita da seguinte forma pelo autor “Ensino e aprendizagem são interdependentes: por melhor que sejam os materiais instrucionais, do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural”.

As competências e habilidades a serem desenvolvidas em Física, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais, é outro aspecto abordado pelo autor quando comenta sobre as perspectivas do ensino de Física. Deles, concluiu que se deve “ensinar Física como construção, modelagem de significados. Física para a cidadania. Física significativa”.

Moreira destacou ainda que não se devem tratar estudantes de educação básica como futuros cientistas. O ensino de Física deve promover a compreensão do mundo e não iniciar a formação de um cientista. Este enfoque equivocado do ensino de Física adotado em projetos como PSSC, é visto pelo autor como a possível causa de seu fracasso. Enfim, a perspectiva do ensino de Física no Brasil, no início deste século, é que este deixe de ser um treinamento para o vestibular e passe a ajudar o estudante a compreender melhor o mundo em que vive.

Freitas *et al* (2002) focalizou a formação de professores de ciências. Foi dado destaque ao fato de que o enfoque atual neste processo de formação dá grande importância à formação inicial e considera a formação continuada como uma maneira de corrigir falhas da formação inicial.

Algumas características da formação continuada de professores foram apontadas:

- *As resistências dos professores*; os professores já entram nos cursos de capacitação com suas próprias concepções, crenças e atitudes, tanto sobre o conteúdo do curso como do processo ensino-aprendizagem. Segundo os autores, a formatação dos cursos de capacitação atuais tem reforçado esta tendência de resistência por parte dos professores, pois não os ajuda a analisar e modificar suas concepções e seu desempenho, para adaptar-se às mudanças sociais vigentes.
- *Uma nova relação professor-especialista*; os cursos atuais tratam os professores como consumidores de conhecimento produzido através da pesquisa em ensino. Logo, estes cursos são pensados como programa de treinamento para a aplicação de conhecimentos produzidos por indivíduos mais experientes. Existe uma desconexão entre o que é apresentado pelo condutor do curso e o que é “desejado” pelos professores. Instala-se assim uma insatisfação logo de início no curso.
- *Professor reflexivo*; segundo as novas tendências sobre a capacitação de professores, o processo de conhecimento profissional está na ação. O saber pedagógico do professor está sendo elaborado pela reflexão durante e depois da ação. Este conhecimento adquirido na ação difere em parte do conhecimento teórico produzido pela pesquisa em ensino. Quando surgem novas situações em que este conhecimento produzido pela ação falha, ele é levado a uma reflexão-na-ação.
- *Metacognição*; o processo de docência deve ser visto como um compartilhamento entre a comunidade educacional (professores e alunos), no qual todos aprendem. Para que isto ocorra, o ensino deve conter ações desafiadoras, para promover a

reflexão rumo à realização pessoal. Assim, os cursos de capacitação devem se transformar em um desafio sistemático, para estimular o interesse dos professores.

- *A emergência da subjetividade e a mudança radical*; é proposto um refinamento no conceito de mudança conceitual, denominada de “mudança radical”, incorporando a dimensão subjetiva, com foco entre a pessoa e o saber. A competência do professor está na habilidade de promover a modificação da relação com seus alunos, na direção de sua autonomia intelectual, fazendo com que ele se responsabilize por seu conhecimento alcançado.

A Física na formação de professores das séries iniciais do Ensino Fundamental é o assunto abordado por Ostermann *et al* (1999). Esta obra destaca que muitos esforços têm sido dirigidos à formação de professores de ciências para as quatro primeiras séries do ensino fundamental, pois, conforme enfatizam os autores, “aí que se inicia o ensino formal de ciências”.

A importância da formação de ciências dos professores das séries iniciais do Ensino Fundamental é justificada pelo fato de que são nestas séries que os alunos têm contato, pela primeira vez, com conceitos de Física de maneira formal. Todo o ensino de Física subsequente depende deste primeiro contato, de acordo com os autores.

Foi lembrado neste trabalho que a Física não aparece de maneira isolada nestas séries, ela está inserida em uma disciplina mais abrangente denominada *Ciências*. Esta disciplina engloba além de Física, a Química e a Biologia. Então, formar um professor de maneira adequada para as séries iniciais no que diz respeito a ciências, deve abranger uma formação nestas três áreas. Mas os autores se restringem à Física, acreditando que sua proposta possa ser extrapolada para as demais áreas.

Os dados e conclusões relatados pelos autores se referem a um estudo realizado em uma escola-caso, em Porto Alegre, na década de noventa. Alguns aspectos, no entanto, são comuns a professores em formação nas demais escolas e universidades. Um destes relatos, que talvez possa ser generalizado, é a crença de que a Física é uma disciplina à margem da formação destes professores, sem especial importância na sua futura docência. Isto fica bem claro em uma transposição feita pelos autores, a respeito de uma crença de uma professora em formação: “Por que ensinar Física se não há Física nas séries iniciais?”. Esta crença de uma área de conhecimento à margem da formação está em total desacordo com o que é notado na realidade, visto que depende destes professores toda a formação subsequente em Física, assim como a maneira como eles farão esta apresentação inicial de

ciências influenciará toda uma formação científica dos alunos no Ensino Médio e para a vida.

Um dos autores fez entrevistas com professores das séries iniciais para ter uma idéia mais clara sobre sua docência. Uma análise destas entrevistas destaca que os seguintes pares de conceitos físicos são usados de maneira equivocada: força e pressão, peso e massa, calor e temperatura, força e energia; além de as estações do ano e as mudanças de estado físico serem abordados de maneira errada do ponto de vista científico.

O calor é visto como um fluido que se opõe ao conceito de frio. Temperatura é confundida com calor e as mudanças de estado físico não são explicadas corretamente usando os conceitos de calor e temperatura. O fato de a temperatura ser constante durante a mudança de estado é ignorado pelos professores. Outro erro comum é relacionar as estações do ano com a distância Terra-Sol, apenas uma professora relacionou as estações do ano com o eixo de inclinação de rotação da Terra. Força e pressão são usadas como sinônimos.

A conclusão que os autores chegaram, ao analisar os dados obtidos pelas entrevistas feitas com professores atuantes nas séries iniciais, foi que esta formação é inadequada e insuficiente para contemplar um início de formação científica nos estudantes. Segundo os autores, esta formação “é fraca tanto em termos de embasamento teórico quanto experimental”.

Os autores propuseram o que chamaram de *nova estratégia instrucional* para ensinar Física na formação de professores das séries iniciais. A estratégia é baseada na argumentação. É apresentada uma argumentação experimental complementada com uma argumentação teórica. Os experimentos usados foram selecionados levando em conta os que têm a possibilidade de gerar contradições entre o pensamento do aluno e o pensamento científico. Os conceitos abordados nesta estratégia foram escolhidos de acordo com os dados levantados nas entrevistas. Estes conceitos foram ensinados em três unidades: Força e Movimento, Pressão, Calor e Temperatura.

A opinião dos autores sobre os resultados de sua estratégia foi positiva. De acordo com eles, o interesse dos alunos (futuros professores das séries iniciais do Ensino Fundamental) cresceu e as aulas “foram muito mais motivadoras para os alunos pelas discussões, pelas experiências que puderam ser realizadas e pela responsabilidade que elas tiveram de assumir em relação à sua própria aprendizagem. As experiências pareciam ajudar muito nesta mudança”.

Antes das três unidades foram realizados pré-testes e após, testes de retenção. A diferença entre os resultados dos pré-testes e dos testes de retenção foi estatisticamente significativa. Os resultados apontam que a mudança ocorreu rumo às concepções cientificamente aceitas.

De acordo com estes aspectos, os autores concluíram que sua nova estratégia instrucional teve efeito positivo sobre o grupo de professores em formação.

Monteiro *et al* (2004a) chamou a atenção para o fato de professores das séries iniciais necessitarem de mecanismos de apoio para superar suas dúvidas e inseguranças. Os autores desenvolveram um estudo visando estabelecer uma relação entre a experiência de cada professor com o ensino de Física e de que forma a identidade de cada professor influencia a maneira como eles conduzem as atividades de conhecimento físico em sala de aula. O estudo foi feito através de um curso para professores das séries iniciais ministrado por um dos autores. Este curso foi intitulado “A física nas séries iniciais do ensino fundamental”. A análise foi realizada comparando o comportamento de três professoras durante as atividades propostas ao longo do curso. Estas professoras traziam – infelizmente não só elas – uma experiência negativa com o ensino de Física, que lhes foi apresentado na forma tradicional, com suas características conhecidas: processo centrado no professor, visão de transmissão de conhecimento e recepção pelo aluno. Dentre as três professoras, duas delas, mesmo condenando a forma pedagógica descrita anteriormente, o reproduziam em suas práticas. Mesmo a professora menos tradicional não aboliu totalmente esta maneira de dar aulas.

O fato das duas primeiras professoras não dominarem totalmente o conteúdo de Física e seus mecanismos de ensino, fez com que, segundo os autores, elas se refugiassem em práticas pedagógicas tradicionais, onde se sentiam seguras. Logo, pode existir uma relação entre o ensino mecânico-tecnista de Física com a falta de embasamento de seus docentes.

Então, para os autores é necessário, em relação ao professor, “Dar-lhe oportunidade para que possa tomar consciência que sua identidade profissional é fundamental na busca por vencer os condicionantes que dominam a ação docente e impedem-no de utilizar a inovação, superando práticas questionadas atualmente pelas pesquisas educacionais”.

Para atingir este objetivo, a sugestão feita pelos autores é a de provocar a reflexão sobre os motivos pelos quais os professores agem seguindo a prática pedagógica tradicional. Existe a necessidade de fazê-los acreditar que se pode adotar uma outra postura pedagógica.

Existe, porém, o limite da falta de conhecimento científico por parte da maioria dos professores para que se contemple tal objetivo. Neste ponto, os autores ratificam a importância de existirem cursos de formação continuada para professores.

Em Monteiro *et al* (2004b) foi feita uma análise de aulas ministradas por três professoras diferentes em uma mesma escola de Ensino Fundamental do interior paulista. Os resultados desta análise enfatizam a “grande dificuldade enfrentada pelas três professoras ao adotarem a inovação em suas aulas”. Muita insegurança foi gerada pelo obstáculo da identidade docente de cada professor.

Duas professoras seguiram roteiros mentais construídos por elas. Com esta abordagem, elas dificultaram a interação dos alunos na aula. Já a terceira professora, mais espontânea e segura, construiu um ambiente propício para a interação dos alunos com a aula. Neste último caso foi reforçada a observação da capacidade das crianças de construir argumentos sobre suas observações. Porém, esta capacidade está relacionada com a postura do professor, quanto mais segura e espontânea, maior será a capacidade de argumentação dos alunos.

Segundo os autores, para o professor propiciar um ambiente de aprendizagem de ciências ele deve:

saber preparar as atividades, tendo em mente o que vai ensinar, como vai ensinar e porque vai ensinar, são atitudes de que o professor não pode se eximir. Estimular a observação, dar contornos mais precisos a idéias que começam a ser construídas pelos alunos, sugerir uma melhor organização das atividades em sala de aula, estimular a participação de todos, garantir a livre manifestação de pensamentos evitando polarizações de opiniões, são algumas das muitas atitudes do professor que devem estar asseguradas para que os alunos possam construir argumentos segundo as características sociais da cultura científica. (MONTEIRO 2004b).

Em Carvalho *et al* (1998) foi desenvolvido um trabalho sobre ensino e aprendizagem do conhecimento físico nas séries iniciais do Ensino Fundamental. A tentativa é de compreender melhor como ensinar ciências para crianças de sete a dez anos, possibilitando que elas tenham aprendizagem neste campo.

Mais uma vez foi destacada a importância do ensino de Física nestas séries, pelo fato de que são nelas onde os alunos tomam contato - de maneira formal - pela primeira

vez com o conhecimento físico. Foi destacado que todo ensino e aprendizagem subsequente em ciências dependem deste primeiro contato nas séries iniciais, aumentando a sua importância.

Para os autores, tanto melhor “se este primeiro contato for agradável, se fizer sentido para as crianças”, mas “se esse ensino exigir memorização de conceitos além da adequada à esta faixa etária e for descompromissado com a realidade do aluno, será muito mais difícil eliminar a aversão que eles terão pelas ciências”.

O papel da alegria e do prazer neste primeiro contato é fundamental para os autores. De acordo com eles “Sem prazer e alegria não há ensino e muito menos aprendizagem”. Um ponto importante levantado é que neste primeiro contato com os conceitos de Física os alunos devam - antes de tudo - aprender a gostar de Física. Se este objetivo for contemplado ele terá feito seu papel.

Deve-se trabalhar com significados físicos que a criança possa discutir e propor soluções. Não são todos os problemas físicos que a criança consegue explicar, deve-se escolher aqueles ao alcance de seu estágio cognitivo.

A importância dos conhecimentos prévios é levantada, pois é a partir deles que os alunos entendem o que se apresenta em classe.

No ensino de ciências nas séries iniciais é importante propor aos alunos situações problemáticas interessantes, para que eles tentem resolvê-las, se envolvendo intelectualmente com a Física real e ao seu alcance. Para os autores “Quando levamos nossos alunos a refletir sobre os problemas experimentais que são capazes de resolver, ensinamos-lhes, mais que os conceitos pontuais, a pensar cientificamente o mundo, a construir uma visão de mundo”. As atividades desenvolvidas pelos autores partem de situações problemáticas experimentais. Estas situações problemáticas dão oportunidade para os alunos formularem as suas próprias hipóteses para a explicação do problema. Estas hipóteses são testadas então, e a discussão sobre o fenômeno é orientada pelo professor.

O papel do professor foi considerado como essencial pelos autores, pois depende dele criar condições para que os alunos construam o conhecimento físico. A postura do professor nesta proposta deve ser diferente da tradicional. Eis alguns pontos levantados pelos autores de como deve ser a atitude deste professor que cria as condições para a construção do conhecimento:

- *A autonomia do aluno*; o professor deve ensinar o aluno **aprender a aprender**. Para tanto é necessário que o professor estabeleça regras claras, que não devem ser impostas, mas explicadas e discutidas com os alunos.
- *A cooperação entre os alunos*; no ensino tradicional a interação entre os alunos é indesejável e vista como indisciplina. Porém, na sala de aula deve haver tempo para a comunicação, reflexão e argumentação entre os próprios alunos.
- *O papel do erro na construção do conhecimento*; o erro de um aluno expressa como é a sua estrutura cognitiva, que para ele é bastante coerente. Deve-se através do erro entender esta estrutura e levá-lo a conflitos cognitivos, oferecendo-lhe, então, melhores explicações, criando condições para que ele supere o erro.
- *A avaliação*; no ensino tradicional o papel da avaliação é classificar os alunos. Porém a avaliação deve ser contínua e diária, de forma a fazer os alunos superarem as suas dificuldades.
- *Interação professor-aluno*; o professor deve abrir espaço em sua aula para que surjam situações de aprendizagem necessárias para que ocorra a construção do conhecimento pelos alunos.

Nas séries iniciais de escolas públicas paulistanas foram testadas atividades que iniciavam com um experimento gerando um problema, o qual devia ser discutido pelos alunos. Estas atividades foram divididas em seis grupos: ar, água, luz e sombras, equilíbrio, movimento e conservação de energia. As reações dos alunos aos problemas são transcritas através de desenhos e pequenos textos feitos por eles.

III.2 Relato de experiência sobre ensino de Física no Ensino Fundamental

Em Barbosa Lima *et al* (1997) houve uma tentativa de melhor apresentar conceitos de Física a alunos das séries iniciais do Ensino Fundamental. Uma maneira que os autores consideraram agradável é aquela que apresenta o conhecimento científico através de histórias. Estas teriam o papel de estimular a curiosidade das crianças e facilitar o processo ensino-aprendizagem.

Um aspecto destacado pelos autores é que apesar das histórias terem por objetivo iniciar de maneira agradável o ensino-aprendizagem de Física, seu rigor e precisão não podem ser deixados em segundo plano.

Os autores chamaram a atenção para o fato de que a construção destas histórias não é suficiente para garantir que os objetivos sejam alcançados; faz-se necessário testar sua aplicabilidade. Para promover a interação direta com os alunos, os professores foram motivados a usá-las através de um curso. Este visava instrumentalizar os professores para o melhor aproveitamento dos textos. No primeiro momento do curso foi diagnosticado “pouca intimidade” dos professores com o campo conceitual da Física. Para superar esta dificuldade foram discutidos temas com estes professores: o universo e a localização da Terra, a Terra, os movimentos, luz e a visão, calor e temperatura. O objetivo da discussão destes temas era fazer com que os professores os levassem até seus alunos em suas escolas através dos textos em forma de histórias. Estes textos foram em grande parte escritos por um dos autores.

Em seguida foi descrito como se deu a experiência destes professores ao introduzirem os textos aos seus alunos. Esta apresentação foi feita de duas maneiras: através de leitura – pelo professor e/ou pelos alunos diretamente, ou no caso dos alunos menores, o próprio professor contava a história. Atividades complementares foram realizadas, respeitando as particularidades de cada sala. Estas atividades consistiam basicamente em interpretação de textos, desenhos e construção de maquetes. São transcritos, logo após, relatos de alunos e reproduzidas fotos de maquetes construídas por eles, após a interação com os textos em forma de história.

A validação do método de introduzir Física através de texto com histórias foi feita pelos autores tomando os relatos dos professores. Estes perceberam que a motivação das crianças foi maior quando da interação com os textos. Um outro aspecto que valida a proposta, segundo os autores, foi que estes professores se sentiam mais seguros para ensinar Física nas séries iniciais.

Schroeder (2004) desenvolveu um currículo para o ensino de Física nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Este currículo está organizado por idade e não por série. Esta opção foi justificada pelo autor de duas maneiras: não há correlação entre as séries brasileiras e a de outros países; há possibilidade da adoção do projeto tanto em escolas que adotam a seqüência seriada como as que adotam a forma de ciclos.

A divisão do conteúdo foi feita após a experimentação de diferentes tipos de atividades. Estas atividades são divididas em etapas, cuja duração não deveriam ser superiores a dez minutos pois, segundo o autor, após este tempo as crianças perdem o interesse na experiência. As atividades seguem um roteiro definido: explanação oral do professor sobre os procedimentos; alunos providenciam materiais e realizam as

experiências; alunos discutem resultados em grupo ou em classe; relatórios são elaborados, seja na forma de desenho ou na forma escrita.

Nas atividades para crianças de sete e oito anos, o autor esperava alcançar como resultado a familiarização das crianças com o trabalho experimental e com a discussão de resultados. As atividades propostas para estas idades são divididas em quatro unidades. São elas: (i) calor e temperatura, (ii) luz, cores e sombras, (iii) imãs, (iv) água e ar. Todos os experimentos utilizados na construção destas unidades têm a potencialidade de criar um desequilíbrio no esquema das crianças.

Para as crianças de nove e dez anos, o autor esperava que elas explorassem melhor os fenômenos e fizessem propostas de explicação mais fundamentadas, de acordo com suas observações. As atividades para estas idades foram divididas em seis unidades. São elas: (i) eletricidade, (ii) estados da matéria, (iii) pressão e empuxo, (iv) mudanças físicas e químicas, (v) forças e máquinas simples, (vi) unidades e instrumentos de medida. Estas unidades também contam com experimentos que podem provocar um desequilíbrio nos esquemas das crianças. Porém, as experiências não são tão simples de realizar, constituindo-se em um arranjo experimental mais sofisticado do que o das unidades anteriores. Esta sofisticação dos experimentos pode levar dificuldade aos professores em reproduzi-los e, aos alunos, na visualização dos fenômenos.

Os resultados obtidos pelo autor, quando da aplicação das atividades das dez unidades foram: crianças de sete a dez anos não demonstram desconforto com contradições; foi observado uma evolução feita pelas crianças após a aplicação das atividades; os alunos passaram a ter mais curiosidades, demonstrando esta curiosidade de tal forma que pode ser notada mesmo eles estando freqüentando as séries finais do Ensino Fundamental.

Andrade (2005) desenvolveu atividades para a oitava série do Ensino Fundamental sobre luz e cores. A abordagem feita é puramente conceitual. A autora prevê a possibilidade de adaptação das atividades propostas para outros níveis de ensino, tais como as séries iniciais do Ensino Fundamental. Uma preocupação muito presente na construção destas atividades se remete à sua aplicabilidade. Para tanto, os materiais procuraram ser viáveis e de baixo custo para que todas as experiências fossem acessíveis a qualquer escola, sem no entanto deixarem de promover resultados experimentais significativos.

As atividades começavam com a exposição de um filme sobre óptica, intitulado “De olho aberto: fenômenos da óptica geométrica”, produzido pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo. O programa continuava com a definição de onda como uma

perturbação. Para tanto, utilizou-se uma bandeja acrílica transparente contendo água e sendo apoiada sobre um retroprojektor.

Para retomar a definição de luz como uma onda, para a atividade posterior foi utilizada uma transparência que se refere ao espectro eletromagnético, explorando principalmente a estreita faixa do espectro que corresponde à luz visível. Seguindo a discussão, foram abordadas as cores dos corpos. Nesta fez-se um arranjo experimental com retroprojektor, transparência com uma figura de flores e folhas sobrepostas a filtros, na forma de transparências azul, verde, vermelha, amarela, ciano e magenta.

Seguindo, foram desenvolvidas atividades para explorar o Princípio da Propagação Retilínea da Luz. A atividade experimental consistia de três cartões colocados na posição vertical, cada um com um orifício no centro, sendo estes colocados paralelos e alinhados. Outro experimento utilizava uma fonte de luz, um espelho plano e um pente. Este tinha como objetivo observar os caminhos dos raios luminosos que o atravessavam e incidiam no espelho. Outro aspecto que pôde ser explorado com esta experiência foram as leis da reflexão. Um terceiro experimento, particularmente interessante por ser simples e atrativo, faz uso de uma caneta laser e pó de giz, o qual permite a observação da trajetória do raio de luz. As atividades seguintes tentaram diferenciar as cores devido à luz e devido a pigmentos de tinta utilizados por artistas.

Para realizar experiências com câmara escura de orifício e sua relação com a formação de imagem no olho foram desenvolvidas as atividades subseqüentes. As câmaras escuras de orifício foram construídas em casa com latas de folha de *flanders*, com as quais os alunos fizeram fotografias caseiras.

Para avaliar o desenvolvimento das atividades foi proposto um questionário aos alunos da oitava série do Ensino Fundamental, que delas participaram. Os resultados foram colocados na proporção de alunos que se declaravam insatisfeitos com as atividades, satisfeitos e muito satisfeitos. A grande parte dos alunos se declararam satisfeitos, uma boa parte se declarou muito satisfeita, e apenas uma pequena parte se manifestou como insatisfeita com as atividades desenvolvidas, com índice inferior a 10 %.

Em Reis *et al* (2006) foi desenvolvido o uso de atividades do tipo *hand-on* para motivar alunos do Ensino Fundamental, com a intenção de propiciar conhecimentos sobre aeronáutica, através do estudo do princípio da ação e reação. Os autores defendem que a educação espacial – por propiciar uma compreensão integrada de fatos e fenômenos da ciência e tecnologia – pode contribuir para a alfabetização científica de estudantes no Ensino Fundamental.

As atividades, que consistiam em um experimento em educação espacial com a finalidade de aplicar e explicar o princípio da ação e reação e sua relação com a vida de um astronauta no espaço, foram desenvolvidas em uma turma de quinta série do Ensino Fundamental. O experimento consistia de duas etapas: na primeira foi utilizada uma cadeira giratória e duas massas – de dois quilogramas cada – para uso manual. O objetivo era fazer com que os alunos percebam qual movimento pendular adequado permitia o movimento circular. A segunda etapa, cujo objetivo era consolidar os conhecimentos trabalhados na atividade anterior, foi realizada com o auxílio de balões. Os alunos eram orientados a soltar os balões após tê-los enchidos para observar a trajetória descrita por eles. A intenção era de fazer os alunos perceberem que o ar empurra o balão e este empurra o ar. Estas atividades foram seguidas por uma explanação e um debate sobre astronáutica, com a apresentação de fotos, inclusive.

Para avaliar o experimento, cada aluno apresentou por escrito as respostas a um instrumento de coleta de dados, além de uma entrevista clínica com a professora da turma que participou do experimento.

Através da análise dos dados coletados, os autores perceberam que os alunos não estavam acostumados com a temática espacial. A satisfação que os alunos tiveram durante a realização das atividades pôde ser diagnosticada nas respostas que estes apresentaram. Cerca de metade dos alunos forneceram uma explicação adequada às perguntas feitas, fazendo uso do princípio da ação e reação. Uma porcentagem de 75% considera as atividades viáveis e de fácil realização e a mesma porcentagem acredita que as atividades facilitaram a compreensão da terceira lei de Newton.

Samagaia *et al* (2004) trouxe uma maneira interessante de tratar Física Moderna no Ensino Fundamental, no contexto histórico do projeto *Manhattan*. Foram discutidos conceitos referentes à fissão nuclear, radiação, pesquisa e uso de armas químicas e biológicas e geração de energia através de uma situação problema.

Este intuito foi alcançado através da elaboração de um módulo de ensino que foi testado e analisado. Este módulo de ensino procurou ensinar Física Moderna através de um importante evento histórico: o desenvolvimento e utilização de bombas nucleares. O módulo foi estruturado para aulas de ciências da oitava série do Ensino Fundamental em uma escola pública da capital catarinense.

As atividades foram estruturadas em um total de 16 aulas, que utilizavam metade das quatro aulas semanais de ciências, permanecendo as outras com o currículo normal.

O módulo iniciou com uma exposição sobre usinas nucleares que, neste primeiro momento, visava a uma familiarização entre a professora-pesquisadora e os alunos da turma. O módulo era estruturado através de uma história contextualizada, supostamente fictícia, mas que visava reproduzir as condições que levaram ao projeto *Manhattan*. A questão central era a decisão quanto a investir ou não para o desenvolvimento do projeto *Arbetritz*, que visava a construção de uma superbomba para acelerar o término de um grande conflito.

Os alunos foram separados em dois grupos principais, os cientistas favoráveis e os contrários, onde estes grupos precisavam ter subsídios para defender suas idéias.

As aulas que faziam parte do módulo eram: introdução e apresentação do jogo, definição quanto ao tipo de bomba que poderia vir a ser construída, discussão sobre energia nuclear, defesa das posições contrárias e a favor do projeto, debate e julgamento pela comissão formada por alunos responsáveis pela decisão sobre a aprovação ou não do projeto.

A busca de informações fora da sala de aula foi orientada pela professora-pesquisadora através da disponibilização de diversos títulos sobre os assuntos abordados e indicação para busca na rede mundial de computadores a todos os alunos envolvidos.

Na avaliação dos autores o nível de interesse dos alunos aumentou durante a aplicação do módulo. Para que os grupos fizessem a defesa de suas posições eles promoveram uma extensa busca bibliográfica.

Uma importante consequência da aplicação do módulo foi a confecção de um grande volume de material. Os materiais produzidos foram elaborados pelos diversos grupos de alunos envolvidos no jogo.

Foram feitas entrevistas com parte do alunos envolvidos para a avaliação do módulo. A análise destas entrevistas detectou a questão do interesse e pesquisa fora de classe por parte dos alunos. Outro grupo de alunos levou as discussões do jogo a parentes e amigos fora do colégio. Existiram também avaliações negativas por parte dos estudantes, pois segundo eles faltaram fórmulas, tarefas convencionais, lista de problemas e provas.

III.3 Propostas didáticas para o ensino de Física

Saad (2005) relata uma série de experimentos com materiais simples e de baixo custo. Estas experiências foram pensadas para despertar a curiosidade científica em jovens

estudantes. Nas palavras do autor elas “poderão despertar seus interesses (dos alunos) para melhor compreenderem o “porque” das coisas, abrir seus horizontes, levá-las a observar, questionar e entender como as coisas funcionam. Fazendo experiências simples e manipulando materiais de fácil obtenção o jovem passa a se interessar pelos fenômenos científicos e agir para melhor compreendê-los”.

Vários experimentos se destacam e se candidatam a desequilibrar os esquemas dos alunos. Dentre eles podemos citar alguns: explorar a percepção visual apenas com um pedaço de papel, a flutuação e sua dependência da densidade utilizando azeitonas e refrigerante e outra utilizando massinha de modelar e água, fenômenos da eletrostática utilizando balões e água, cromatografia utilizando caneta hidrográfica e água, pressão e temperatura em gases utilizando garrafa PET e água, pressão atmosférica utilizando garrafa PET e água.

Valadares (2000) descreveu como materiais recicláveis e de baixo custo podem se transformar em experimentos atrativos e – em sua maioria – fáceis de reproduzir. O objetivo do autor é fazer o aluno “por a mão na massa e descobrir o fascínio da Física”.

O autor mencionou como, para ele, se dá a aprendizagem em Física – e sua opinião é também compartilhada nesta dissertação. Segundo ele, “um requisito básico é a vontade de se divertir e uma boa dose de criatividade, que todos têm de sobra”.

As experiências são separadas em cinco grupos: (i) mecânica, onde podemos destacar uma aplicação da 1ª lei de Newton utilizando um ovo cru e outro cozido; (ii) óptica, com destaque para um arranjo de câmara escura de orifício utilizando cartolina e papel vegetal; (iii) física térmica, onde se destaca um experimento para mostrar que o calor específico da água é grande comparado com a maioria dos materiais, podendo ser montado utilizando balões de festa e uma vela acesa; (iv) acústica, onde encontra-se uma experiência particularmente interessante de como o violão funciona utilizando uma caixa de papel e um atilho; (v) eletromagnetismo, onde é descrito, por exemplo, como isolar acusticamente um rádio ligado com uma caixa de leite.

Zanchetta (2005) mostrou uma maneira de tratar temas de ciências através de textos atrativos e escritos com humor. Trata-se de divulgar temas científicos na forma de tirinhas de jornal, como os produzidos por João Garcia, no interior paulista.

Esta abordagem intitulada “Os Cientistas” traz de maneira periódica – sem perder o rigor – temas que vão desde descobertas atuais da ciências até dúvidas manifestadas de crianças a idosos.

Esta série de quadrinhos, que trata ciência de maneira acessível e com humor, teve grande repercussão, sendo publicada diariamente, em um total de quase três mil tiras.

Para aproximar ainda mais a ciência do público – aqueles que não tem acesso a jornal – a série de quadrinhos foi publicada no metrô paulistano. De acordo com o autor da série a repercussão do público foi gratificante, mostrando que quando tratado de maneira acessível, a ciência desperta o interesse seja de adultos trabalhadores como de crianças das séries iniciais. Nas palavras do autor das tiras “Foi supreendente o interesse do público”.

Para aproveitar ainda mais o interesse que este tipo de trabalho desperta e para que ganhe espaço em escolas, uma coletânea parcial das tiras será editada e reproduzida em livro. O alvo deste livro serão as crianças e adolescentes, e a intenção é distribuí-lo em escolas públicas.

III.4 Os trabalhos relatados e o desenvolvimento do programa de qualificação

Existem outros trabalhos que não foram relatados, mas o objetivo aqui não é esgotar a bibliografia pertinente ao assunto.

A escolha pelos trabalhos aqui comentados foi feita por aqueles que se mostraram relevantes para o desenvolvimento do programa que trata esta dissertação, segundo seu autor.

É importante destacar algumas abordagens feitas nos trabalhos relatados que tiveram influência durante o desenvolvimento, aplicação e avaliação do *Programa para Qualificação de Professores para Ensino de Física em Séries Iniciais do Ensino Fundamental*, tais como:

- A maneira de tratar os alunos relatada por Moreira (2000), onde não se deve ensinar aos alunos como futuros cientistas, mas como cidadãos que podem entender melhor o mundo em que vivem;
- As características de cursos para professores já formados, relatada por Freitas *et al* (2002), foram levadas em consideração para que não se repetissem os erros em cursos similares ministrados anteriormente ao curso desenvolvido pelo programa desta dissertação, e para que os seus acertos fossem reproduzidos;

- Em todas as etapas do programa sempre teve-se em mente o fato, relatado por Ostermann *et al* (1999), que todo o ensino de Física é influenciado pelo primeiro contato com ciências já nas séries iniciais do Ensino Fundamental;
- A reação de professores, quando ensinam conceitos que não foram suficientemente abordados em sua formação, relatado por Monteiro *et al* (2004a e 2004b), foram estudados para que estes professores pudessem superar a insegurança relatada através da proposta do autor de mecanismos de apoio;
- A possibilidade e a opção de aulas de Física serem agradáveis aos alunos, para que estes aprendam a gostar de Física, sugerida por Carvalho *et al* (1998), foi adotada durante as etapas do programa, além do papel importante das experiências lúdicas descritas neste trabalho;
- Os erros e acertos de experiências durante o ensino de Física no Ensino Fundamental, relatados por Barbosa Lima *et al* (1997), Schroeder (2004), Andrade (2005), Reis *et al* (2006) e Samagaia *et al* (2004), foram considerados de forma a minimizar os erros durante a aplicação do programa e maximizar seus méritos;
- As propostas didáticas que foram, em parte, incorporadas ao programa são: a possibilidade da abordagem lúdica de ensinar Física relatada por Zanchetta (2005), a realização de experiências interessantes propostas por Saad (2005) e Valadares (2000) e o ensino de Física através de histórias relatado por Barbosa Lima *et al* (1997).

No capítulo seguinte será tratado do *Programa para Qualificação de Professores para Ensino de Física em Séries Iniciais do Ensino Fundamental*.

CAPÍTULO IV

Programa de qualificação para professores

Esta dissertação tem por objetivo desenvolver um programa de qualificação de professores das séries iniciais do Ensino Fundamental para o ensino de Física. Tal programa conta com aulas de laboratório, textos de apoio e aulas em ambiente virtual.

O programa consiste em dois módulos independentes que abordam os conteúdos de Física de fluidos e eletromagnetismo. Para cada módulo foi desenvolvido um material de apoio pedagógico para ser utilizado por professores que adotarem o programa. Tais materiais serão publicados em volumes da série *Textos de apoio ao professor de Física*, editada pelo Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e constam nos anexos dessa dissertação.

Os módulos que fazem parte do programa têm por intenção dar instrumentos aos professores que iniciarão o ensino de Física nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Para implementar este programa foi realizado um curso de extensão desta universidade para professores, seguido de aplicação de parte dos conteúdos em sala de aula, pelos próprios professores, aos alunos de séries iniciais. Como, nesta dissertação, o impacto sob a óptica das crianças é de indiscutível relevância, fazem parte da avaliação do programa os resultados obtidos na aplicação desta instrumentalização com os alunos das séries iniciais.

A avaliação do curso de extensão e o seu impacto nos alunos serão discutidos nos próximos capítulos. Neste capítulo será feita a descrição do programa que foi preparado e apresentado aos professores no curso de extensão. Tais professores não têm formação adequada em ciências naturais, como de fato é quase uma regra geral aos professores em exercício nas séries iniciais.

IV.1 O módulos

Cada módulo que compõe o programa é estruturado em três partes:

- (i) aulas de laboratórios;

- (ii) aulas com formalização teórica em sala de aula com o uso de textos produzidos especialmente para este programa, os quais contêm história da ciência e apresentação de conceitos físicos;
- (iii) aulas em ambiente virtual.

Os módulos, centrados em temas que abrangem diferentes áreas da Física, abordam conceitos relevantes em cada área e procuram promover uma contextualização do tema com o cotidiano do aluno. A Tabela 1 apresenta, resumidamente, os módulos.

Tabela 1 – Descrição dos módulos

Módulos	Conceitos Abordados	Contextualização
Módulo 1 Fluidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Densidade; • Pressão; • Força de empuxo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Como o navio flutua? • Como o submarino sobe e desce? • O ar ocupa lugar no espaço? • O que é pressão atmosférica?
Módulo 2 Eletromagnetismo.	<ul style="list-style-type: none"> • Carga elétrica; • Força elétrica e magnética; • Campos elétrico e magnético; • Corrente elétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Como se formam os raios? • Por que a TV puxa os pêlos dos braços? • Como funciona o forno de microondas? • Como acontece a transmissão de TV, rádio e celular?

A seguir será apresentado uma breve descrição dos objetivos e estratégias de ensino adotados em cada parte dos módulos. Na seção IV.2, cada parte será apresentada detalhadamente.

IV.1.i Aulas de laboratório

A intenção, ao selecionar as experiências que fazem parte do programa, era usar experiências potencialmente capazes de causar um desequilíbrio nos alunos das séries iniciais; desequilíbrio no sentido piagetiano discutido no Capítulo II.

Para contemplar este objetivo, a opção foi por experiências contra-intuitivas, também por estas promoverem a curiosidade, tão importante para facilitar a aprendizagem significativa, como a teoria rogeriana nos mostra.

Quanto à seleção das experiências, outros aspectos foram levados em consideração. O mais importante foi a possibilidade de as próprias crianças fazerem

as experiências – a intenção era de que elas participassem ativamente do processo, e não apenas assistissem a sua realização.

O tipo de material também foi uma preocupação. Sempre procurou-se incluir experiências que utilizassem materiais de baixo custo e de fácil acesso, para que pudessem ser reproduzidas em qualquer cidade, independentemente do seu tamanho e das condições financeiras da escola. Sendo assim, as experiências poderão ser reproduzidas por alunos e professores, tanto em escolas públicas como particulares, não importando sua localização, se em cidades grandes ou pequenas.

O tempo de execução das experiências também foi outro fator levado em consideração. Sempre foi dada prioridade aos experimentos de fácil execução, em um tempo mais curto possível.

IV.1.ii Formalização conceitual

O segundo estágio foi a formalização dos conceitos em sala de aula, que remetem às experiências descritas acima. Para esta formalização foram produzidos textos com linguagem informal que abordam, de maneira mais rigorosa possível, os conceitos físicos que estão presentes nos módulos.

Os textos foram inicialmente pensados para uso dos professores. Porém, se estes considerarem que os textos estão em linguagem e nível adequado a seus alunos, nada impede que os usem diretamente com eles. Caso contrário, os professores poderão fazer adaptações aos textos para que se enquadrem ao nível de abstração de seus alunos.

Técnicas de exploração dos textos também fazem parte do programa e estão descritas na seção IV.2.ii.

IV.1.iii Aulas em ambiente virtual

A terceira parte do programa é a instrumentalização dos professores para utilização de recursos de informática para o ensino de Física, visto que tem sido produzido uma grande quantidade de material para este fim.

Esta parte do programa também pode ser reproduzida em diversas escolas, independentemente se forem públicas ou privadas e de sua localização. Em escolas particulares a informatização já é uma realidade e, em escolas públicas, é um processo em andamento.

As aulas em ambiente virtual utilizarão *softwares* e animações produzidas por diversos autores e disponíveis na *internet*. Somente recursos com acesso livre foram incluídos no programa. Os *softwares* são do tipo *Java applett*, *flash* e *gif* animados. Com o auxílio de um *software* denominado *HOT POTATOES*, também de acesso livre na *internet*, os alunos podem criar jogos e trivias, usando os assuntos abordados em cada módulo.

IV.2 PARTES DOS MÓDULOS

IV.2.i Aulas de laboratório (Descrição das experiências)

Para apresentar os módulos, vamos inicialmente descrever as experiências selecionadas para cada módulo. Em cada experiência, serão listados os materiais necessários e os procedimentos para realizá-la, além de uma breve discussão dos conceitos envolvidos na mesma.

Os roteiros fornecidos aos professores estão reproduzidos no material instrucional apresentado nos anexos.

Módulo 1 - Fluidos

Experiência 1 → O ar ocupa lugar no espaço (VALADARES, 2000).

Material necessário

- Uma garrafa plástica vazia;
- Um pedaço de papel.

Procedimentos

- Abrir a garrafa e colocá-la na posição horizontal;
- Colocar um pedaço de papel na forma de bolinha um pouco menor que a boca da garrafa;
- Colocar a bolinha na boca da garrafa;
- Pedir aos alunos que, soprando a bolinha, tentem colocá-la dentro da garrafa.

Discussão

- Quando a garrafa está na horizontal, não é possível empurrar a bolinha para dentro da garrafa apenas soprando-a. Para que a bolinha entre, é necessário que o ar, que já estava dentro, saia; mas como a única abertura está na boca da garrafa, e esta está obstruída, a bolinha não entra porque o ar não sai.

Experiência 2 → Pressão atmosférica que empurra - vencendo a gravidade com a ajuda da pressão atmosférica (SAAD, 2005).

Material necessário

- Uma garrafa plástica vazia;
- Estilete ou tesoura;
- Água suficiente para preencher o volume da garrafa.

Procedimentos

- Fazer um pequeno furo na parte de baixo da garrafa ou na lateral, próximo à base;
- Encher a garrafa com água, mantendo um dedo sobre o furo feito na garrafa;
- Ainda com o dedo no furo, fechar a garrafa com sua tampa;
- Destampar a garrafa, retirar o dedo do furo e perceber que escorre a água pelo furo;
- Encher novamente a garrafa com o dedo sobre o furo;
- Fechar a garrafa com a tampa, tirar o dedo do furo e notar que a água não escorre mais.

Discussão

- Quando a garrafa está destampada a pressão atmosférica consegue empurrar a água para baixo, e esta consegue escorrer pelo furo. Quando tampamos a garrafa a pressão atmosférica não consegue mais empurrar a água, pois a pressão dentro da garrafa fica menor que a atmosférica; logo, esta tentará empurrar a água para dentro através do furo. Assim, a água não consegue sair porque a pressão atmosférica é maior que a exercida pela força peso.

Experiência 3 → A água não cai - vencendo a gravidade com a ajuda da pressão atmosférica (UENO, 2005).

Material necessário

- Um copo de vidro;
- Uma folha de papel do tipo A4;
- Água para preencher o volume do copo.

Procedimentos

- Colocar água no copo até quase transbordar;
- Colocar a folha de papel sobre o copo completamente cheio de água, pressionando-a com a palma da mão levemente contra a borda;
- Girar o copo com o cuidado até que ele fique com a boca para baixo, mantendo sempre a folha de papel pressionada com a palma da mão contra a borda do copo;
- Retire lentamente a mão, sem que a folha se mova, e observar que devido à presença da folha de papel a água não cairá.

Discussão

- Quando o copo está destampado a água cai devido ao seu peso. Quando tampamos o copo com a folha de papel e o viramos, a pressão do ar remanescente dentro do copo é menor que a atmosférica; logo, esta tentará empurrar a água para dentro. Assim, a água não consegue sair porque a pressão atmosférica é maior que a exercida pela força peso.

Experiência 4 → Garrafa com dois furos - a pressão é maior onde? (SCHROEDER, 2005).

Material necessário

- Garrafa plástica;
- Estilete ou tesoura;
- Água para preencher o volume da garrafa.

Procedimentos

- Com o estilete ou a tesoura fazer dois pequenos furos iguais nas laterais da garrafa em alturas diferentes;
- Mantendo os furos tampados, encher o volume da garrafa com água;
- Destampar os furos simultaneamente e perceber os jatos de água que saem;
- Quanto mais próximo da base da garrafa, mais longe espirra a água;
- Logo, a pressão é maior quanto maior a coluna de água acima do ponto.

Discussão

- A pressão exercida sobre um ponto qualquer devido a um fluido é diretamente proporcional à sua densidade, à gravidade local e à coluna de fluido acima do ponto. Na experiência pode-se perceber que, de fato, a pressão está relacionada com a coluna de fluido acima do ponto, pois quanto maior a coluna do fluido acima do furo, mais longe a água espirra.

Experiência 5 → A forma decide quem flutua (SAAD, 2005).

Material necessário

- Recipiente transparente semelhante a um aquário (de vidro ou plástico);
- Massinha de modelar.

Procedimentos

- Encher o recipiente transparente com água;
- Moldar uma porção de massinha de modelar de forma aproximadamente esférica e colocá-la na água;

- Moldar a mesma massinha (ou outra com aproximadamente a mesma massa) na forma de canoa, colocando-a também na água;
- Observar que no primeiro caso a massinha afunda;
- No segundo caso a massinha flutua, mesmo que ambas tenham a mesma massa.

Discussão

- Esta experiência mostra que o que decide se um corpo flutua ou não, não diz respeito à quantidade de massa do corpo. O que decide é a sua densidade em relação ao fluido no qual se coloca o corpo. Por isto, um navio, mesmo sendo feito de chapas de metal, consegue flutuar na água. Pode-se dizer que a densidade média do navio não é a densidade das chapas de metal e sim a da casca de metal mais o ar que a preenche, resultando uma densidade média menor que a da água devido à sua forma.

Experiência 6 → É *light* ou normal? (MATEUS, 2001).

Material necessário

- Recipiente transparente semelhante a um aquário (de vidro ou plástico);
- Uma lata de refrigerante normal;
- Uma lata de refrigerante *light* da mesma marca que o normal.

Procedimentos

- Encher o recipiente transparente com água;
- Colocar a lata de refrigerante normal no fundo do recipiente;
- Colocar a lata de refrigerante *light* no fundo do recipiente;
- Observar que no primeiro caso a lata permanece no fundo;
- No segundo caso a lata flutuará, mesmo tendo o mesmo volume que a do refrigerante normal.

Discussão

- Como já discutido, o que decide se um corpo flutua ou não é sua densidade em relação ao fluido. No caso do refrigerante normal, feito com açúcar, a

densidade é maior que a da água, portanto, afundando. No caso do refrigerante *light*, feito com adoçante, a sua densidade é menor que da água; sendo assim ele flutua.

Observação: Devido à diferença entre fabricantes de refrigerantes faz-se necessário testar as latas antes da realização da experiência.

Experiência 7 → Construindo um submarino (SOUZA, 2002).

Material necessário

- Garrafa de plástico de refrigerante vazia;
- Massinha de modelar;
- Tampa de caneta sem furo na ponta (ou usar massinha para tampar o furo);
- Copo de vidro ou plástico.

Procedimentos

- Encher o copo com água;
- Com tentativas, colocar certa quantidade de massinha na ponta da alça da caneta;
- Colocar a tampa com a massinha na posição vertical no copo, alterando a quantidade de massinha até que tampa com a massinha flutue no copo;
- Reserve a tampa com massinha que flutuou;
- Encher o máximo possível a garrafa plástica com água;
- Colocar dentro da garrafa a tampa de caneta com massinha que flutuou anteriormente, também na posição vertical;
- Observar que a tampa com massinha também flutua na garrafa com água;
- Tampar a garrafa, apertá-la e verificar que a tampa da caneta com massinha agora afunda, enquanto a garrafa é mantida pressionada;
- Quando não houver mais pressão sobre a garrafa, a tampa com a massinha sobe.

Discussão

- Esta experiência reproduz o funcionamento de um submarino. O submarino tem tanques que se enchem de ar para que ele flutue (a densidade do

submarino tem que ser menor que da água); quando o submarino desce, aumenta-se sua densidade, enchendo seus tanques com água.

Na experiência, quando a garrafa não está pressionada, a tampa de caneta está quase completamente cheia de ar; assim sua densidade é menor e ela flutua. Quando pressionada a garrafa, parte do interior da tampa se enche de água, aumentando a sua densidade, e ela afunda.

Experiência 8 → Movimento devido à diferença de pressão – usando seringa (AXT *et al*, 1990).

Material necessário

- Seringa de plástico de 20 ml, sem agulha.

Procedimentos

- Puxar o êmbolo da seringa com a ponta desobstruída;
- Retornar o êmbolo para a posição original;
- Puxar o êmbolo da seringa colocando o dedo na ponta;
- Observar que no primeiro caso, soltando-se o êmbolo, este fica parado;
- Observar que no segundo caso, ao soltar o êmbolo, o mesmo volta para posição original.

Discussão

- Esta experiência exemplifica o movimento de matéria devido à diferença de pressão. A matéria sempre irá se mover da maior pressão para a menor, para tentar manter o equilíbrio. Como no segundo caso a pressão atmosférica é maior que a do ar dentro da seringa, a pressão atmosférica irá empurrar o êmbolo até que as pressões do ar dentro e fora se tornem iguais.

Experiência 9 → Papéis e o movimento surpreendente (UENO, 2005).

Material necessário

- Duas folhas de papel A4.

Procedimentos

- Segure as duas folhas na posição vertical, paralelas e na parte de cima, com uma distância de aproximadamente 15 cm;
- Sopre entre elas à meia altura;
- Observar que, ao invés de elas se afastarem, se aproximam.

Discussão

- Quando sopramos entre as folhas, a pressão do ar entre elas diminui. Assim, a pressão atmosférica, que é maior no entorno das folhas, as empurra para dentro.

Módulo 2 - Eletromagnetismo

Experiência 1 → “Colando” caneta na parede (GASPAR, 2000).

Material necessário

- Uma caneta do tipo *BIC*;
- Uma parede áspera.

Procedimentos

- Com firmeza esfregar a caneta em uma só direção contra a parede;
- Observar que ela fica grudada na parede.

Discussão

- Esta simples experiência mostra dois aspectos fundamentais da eletrostática: primeiro, mostra como eletrizar corpos com atrito; segundo, mostra que cargas de sinais diferentes se atraem, pois, na eletrização por atrito, os corpos adquirem cargas opostas; logo, a caneta e a parede passarão a se atrair, grudando a caneta.

Experiência 2 → “Grudando” folha na parede (AXT *et al*, 1990).

Material necessário

- Uma folha de transparência (do tipo usada em retro-projetor);
- Uma caneta de plástico do tipo *BIC*;
- Uma parede áspera.

Procedimentos

- Com uma das mãos, manter a transparência pressionada contra a parede;
- Esfregar a lateral da caneta por toda a transparência, mantendo a transparência fixa na parede com a outra mão;
- Parar de esfregar soltando a transparência com cuidado e notar que a transparência ficará grudada na parede.

Discussão

- Esta simples experiência também mostra a eletrização por atrito e a atração de cargas de sinais opostos.

Experiência 3 → Colando balão na parede (VALADARES, 2000).

Material necessário

- Balão de festa cheio e amarrado;
- Parede qualquer ou quadro de giz.

Procedimentos

- Atritar o balão contra a superfície cuidando para não pressioná-lo demais;
- Observar que, após soltar o balão com cuidado, ele fica parado na parede.

Discussão

- Esta experiência simples ilustra a eletrização por atrito e a atração de cargas de sinais opostos.

Experiência 4 → Papeizinhos voadores (SAAD, 2005).

Material necessário

- Balão de festa cheio e amarrado;
- Papel cortado em pequeninos pedaços.

Procedimentos

- Eletrizar o balão atritando-o contra o quadro ou parede;
- Aproximar o balão eletrizado dos pedacinhos de papel;
- Observar que alguns voam e outros grudam no balão.

Discussão

- Primeiro, quando o balão é atritado contra a parede, ele fica eletrizado; depois, ao aproximar o balão dos papeizinhos, ele os atrai – mesmo sem tocá-los – pois os eletriza por indução. Isso ocorre mesmo sem troca de carga, apenas polarizando o corpo que, como um todo, permanece neutro.

Experiência 5 → Pêndulo eletrostático, atraindo corpos neutros (GASPAR, 2000).

Material necessário

- Pêndulo eletrostático (construído com bolinha de isopor toda coberta com papel alumínio e amarrada a um barbante);
- Balão de festa cheio e amarrado.

Procedimentos

- Eletrizar o balão atritando-o contra o quadro ou parede;
- Segurar o barbante com uma das mãos;
- Com a outra mão, aproximar o balão eletrizado do pêndulo eletrostático, sem tocá-los;
- Observar que mesmo sem tocar o pêndulo, o balão eletrizado o atrai.

Discussão

- Esta experiência simples demonstra que é possível atrair corpos neutros, apenas polarizando-os através da eletrização por indução.

Experiência 6 → Mexendo no curso da água (SAAD, 2005).

Material necessário

- Torneira capaz de deixar escorrer um fino filete de água;
- Balão de festa cheio e amarrado.

Procedimentos

- Eletrizar o balão atritando-o contra o quadro ou parede;
- Aproximar o balão eletrizado do filete de água, sem tocá-los;
- Observar que o balão eletrizado irá atrair o filete de água, desviando-o de sua trajetória normal.

Discussão

- Esta experiência também demonstra que é possível atrair corpos neutros, apenas polarizando-o através da eletrização por indução.

Experiência 7 → Gaiola de Faraday (MÁXIMO *et al*, 2000).

Material necessário

- Cesta de fruta de metal ou peneira com aro metálico;
- Papel cortado em pequeninos pedaços;
- Balão de festa cheio e amarrado.

Procedimentos

- Eletrizar o balão atritando-o contra o quadro ou parede;
- Posicionar a peneira com a boca para baixo e os papeizinhos dentro dela;
- Aproximar o balão eletrizado da cesta metálica;
- Observar que neste caso não há atração dos papeizinhos.

Discussão

- A gaiola de Faraday tem utilidades diárias que podem ser exploradas, tais como se proteger de uma tempestade dentro de um carro, ou bloqueio de celulares em presídios.

Experiência 8 → Bússola e seu movimento “sozinho” (AXT *et al*, 1993).

Material necessário

- Uma bússola;
- Duas pilhas grandes e um fio de cobre.

Procedimentos

- Observar para onde aponta a agulha da bússola, quando ela está afastada do fio;
- Colocar o fio sobre a bússola, paralelamente à direção de sua agulha.
- Fechar um circuito com as pilhas e o fio de cobre, colocando cada ponta do fio em um dos pólos das pilhas;
- Observar que, neste instante, a agulha da bússola sofre uma deflexão.

Discussão

- Sempre que circula uma corrente elétrica em um circuito, esta produz um campo magnético. A bússola, por ser um ímã, é sensível a este campo magnético e, por isto, sua agulha se move.

Experiência 9 → Fabricando um ímã (MÁXIMO *et al*, 2000).

Material necessário

- Duas pilhas grandes;
- Prego grande de ferro;
- Fio de cobre (capeado ou esmaltado);
- Clipes de metal;
- Papel cortado em pequeninos pedaços.

Procedimentos

- Enrolar o fio em torno do prego com cerca de 50 voltas;
- Deixar nas extremidades duas porções de fio;
- Descascar as duas extremidades do fio;
- Ligar as extremidades do fio aos pólos das pilhas;
- Aproximar do prego enrolado com o fio ligado às pilhas, os cliques de metal e os pedaços de papel;
- Observar que no primeiro caso eles são atraídos pelo prego e no segundo não.

Discussão

- Quando se liga o fio aos pólos das pilhas, cria-se um eletroímã que atrai apenas materiais magnetizáveis como o metal dos cliques, não atraindo, portanto, os papezinhos.

IV.2.ii Formalização conceitual com o auxílio de textos

A segunda parte de cada módulo é a formulação conceitual dos conceitos físicos envolvidos nos experimentos e contará com o auxílio de três textos, por módulos, preparados especialmente para o programa de qualificação de professores. Estes três textos enfocam aspectos diferentes:

- (i) história da ciência (*Heróis da Física*);
- (ii) relação com o cotidiano (*Desvendando os mistérios do dia-a-dia*);
- (iii) introdução formal dos conceitos (*Física para Iniciantes*).

As três séries de textos encontram-se nos volumes da série de *Textos de apoio ao professor de Física* e estão reproduzidos nos anexos.

Para estimular a leitura e a interação entre os alunos utilizaram-se, para as duas primeiras séries de textos, dinâmicas de grupo apresentadas por Antunes (2004), com pequenas adaptações. No caso dos textos da série *Heróis da Física* a dinâmica utilizada é conhecida como ***Autódromo***. Já para os textos da série *Desvendando os mistérios do dia-a-dia*, a dinâmica proposta é chamada de ***Bingo***.

No caso da introdução formal de conceitos, uma das melhores formas de explorá-los é com a resolução de exercícios.

A dinâmica conhecida como Autódromo consiste em dividir os estudantes em grupos. Em uma sala típica de 28 alunos divide-se, por exemplo, os alunos em quatro grupos de sete componentes; cada componente é identificado, neste exemplo típico, por uma letra de A a G. Cada aluno recebe o texto e determina-se um tempo de leitura individual. Nesta fase o facilitador orienta-os para que circulem as palavras que não conheçam e sentenças que não tenham entendido. No primeiro caso devem estar disponíveis, na sala, dicionários para consulta dos alunos; no segundo, deve haver uma discussão no grupo de cada dúvida apontada. Para dúvidas não solucionadas pelo grupo, o facilitador deve ser consultado.

O facilitador deve preparar antecipadamente quatro folhas por grupo com as seguintes opções: VV (Verdadeiro-Verdadeiro), VF (Verdadeiro-Falso), FV (Falso-Verdadeiro) e FF (Falso-Falso). Também, deve preparar previamente conjuntos de perguntas duplas, com o mesmo número de participantes por grupo; no nosso exemplo foram formuladas sete duplas.

Cada conjunto de duas questões deve ser identificado por uma letra, e os alunos correspondentes a esta letra, em cada grupo, devem ler em voz alta as duas perguntas para o seu grupo.

Exemplificando: vamos supor que comece o jogo com a dupla de questões A. O aluno A de cada grupo recebe a dupla de perguntas e as lê, em voz alta, ao seu grupo. Após a discussão, o grupo escolhe uma alternativa (VV, VF, FV, ou FF) e os alunos A, de todos os grupos, são chamados à frente para apresentar a resposta do seu grupo.

Após a verificação das respostas certas e erradas dos grupos, a dupla de questões tem as respostas corretas reveladas pelo professor, inclusive com a indicação de onde, no texto, poder-se-ia encontrar a resposta ou concluí-la. De maneira idêntica procede-se com as duplas de questões seguintes.

Enquanto ocorre a leitura no tempo combinado, o professor desenha no quadro uma tabela e atribui valores para cada dupla de questões respondidas corretamente. Por exemplo, cada dupla de questões com respostas certas vale 100 pontos.

Uma tabela típica para esta atividade pode ser como a apresentada a seguir.

	100 pontos	200 pontos	300 pontos	400 pontos	500 pontos	600 pontos	700 pontos
Grupo 1							
Grupo 2							
Grupo 3							
Grupo 4							

Tabela para a verificação da pontuação de cada grupo na dinâmica Autódromo da série de textos *Heróis da Física*

O material da dinâmica Autódromo para a série de textos *Heróis da Física* encontra-se nos volumes da série de *Textos de apoio ao professor de Física* e estão reproduzidos nos anexos.

A dinâmica intitulada Bingo, utilizada para explorar a série de textos *Desvendando os mistérios do dia-a-dia*, consiste em uma adaptação do conhecido jogo.

O facilitador deve preparar, com antecedência, uma série de perguntas simples numeradas sobre o texto (por exemplo, 20 perguntas) e preparar um número de cartelas igual ao número de alunos de cada turma. Estas cartelas devem conter apenas as respostas, nunca as perguntas.

Ao começar o jogo, o professor sorteia um número que corresponde a uma pergunta e a lê em voz alta. Os alunos devem verificar se a resposta está em sua cartela. Em caso positivo deve marcar com um grão de milho ou de feijão ou de qualquer substituto. Como no jogo de Bingo, ganha aquele aluno que primeiro preencher uma fila ou coluna. As respostas devem ser verificadas e discutidas com toda a turma. Caso haja discordâncias entre a marcação do aluno e as respostas corretas, o jogo deve continuar até que um aluno preencha de maneira correta uma linha ou coluna da cartela.

O material produzido para esta técnica de dinâmica de grupo encontra-se nos volumes da série de *Textos de apoio ao professor de Física* e também nos anexos.

Os exercícios propostos para explorar a série de textos com a introdução formal de conceitos físicos encontram-se nos volumes da série de *Textos de apoio ao professor de Física*, reproduzidos nos anexos.

IV.2.iii Aula em ambiente virtual (descrição dos softwares usados)

Devido à utilização de animações e *softwares* interativos ser cada vez mais incentivada para o ensino de Física, se justifica o tempo para que esta interação com o ambiente virtual se faça. Na *internet* há disponível uma quantidade de *softwares* do tipo *JAVA Appletts* e *Flash* com acesso gratuito. Nesta parte de cada módulo serão descritos alguns *softwares* selecionados na rede, bem como o endereço para seu acesso. Os elementos interativos em *JAVA Appletts* ou *Flash* não foram desenvolvidos para esta dissertação, tão pouco pelo autor dela. Estes elementos interativos foram desenvolvidos no Brasil e fora dele para qualificar o ensino de Física.

Para o programa de qualificação de professores foi feita uma busca na *internet* com o objetivo de selecionar animações e/ou simulações apropriadas aos propósitos deste trabalho de mestrado. O que se encontram nos volumes da série de *Textos de apoio ao professor de Física*, e que estão reproduzidos nos anexos, são roteiros que visam orientar a localização e utilização destas animações interativas e como melhor explorá-las.

Softwares selecionados

Aqui serão listadas as simulações interativas selecionadas para cada módulo, e sua procedência. A maneira de como acessá-las e como explorá-las está estruturada na forma de roteiros, que se encontram nos volumes da série de *Textos de apoio ao professor de Física* e nos anexos.

Módulo 1 - Fluidos

Para este módulo selecionaram-se dois elementos interativos desenvolvidos para o RIVED (Rede Internacional Virtual de Educação). O primeiro dá destaque ao funcionamento do submarino, inclusive com visualização dos tanques de ar enquanto se altera a densidade do submarino. O segundo é uma simulação

interativa que enfoca experimentos virtuais a respeito do teorema de Stevin, princípio de Pascal e empuxo. É intitulada “Experimentando a hidrostática”.

Outras duas atividades virtuais selecionadas fazem parte da Ludoteca do Instituto de Física da USP. A primeira, chamada EUREKA, tem como objetivo explorar a influência de variáveis diversas no empuxo sobre um corpo em um fluido. Os elementos interativos permitem variar a densidade do líquido e a do sólido, as dimensões do corpo e outras variáveis.

Na versão virtual do jogo “Afunda ou Flutua?”, disponível na Ludoteca, os alunos são perguntados com respeito a diversos objetos disponíveis: qual deles afunda ou flutua? Mais interessante é que o aluno deve explicar o motivo da sua opção. Depois é feita a verificação de quais objetos afundam ou flutuam e a comparação entre a previsão dos alunos com o que de fato acontece.

Módulo 2 - Eletromagnetismo

Neste módulo, a interação com o material virtual também consiste em quatro atividades; uma delas do RIVED, duas da coleção de *applets* de Fendt e a restante da coleção de *flash* da Universidade de Toronto.

A primeira, retirada do RIVED, inicia com um passeio histórico pelos tubos de raios catódicos, incluindo aí sua utilização, como em telas de computador. Após, existe uma interação para que o aluno conclua de que tipo de carga são feitas as partículas que formam os raios catódicos. Por fim, questões são levantadas sobre as conclusões feitas pelos alunos.

A segunda atividade, retirada da coleção de *applets* de Fendt, permite observar o campo magnético gerado por um fio no qual circula corrente elétrica. O estudante tem a opção de inverter o sentido da corrente elétrica e verificar o que ocorre com o sentido do campo magnético. Para auxiliar, uma bússola é colocada perto do fio.

Na terceira, também retirada da coleção de *applets* de Fendt, a estrutura de um átomo é explorada. É possível observar os níveis de energia e os alunos podem alterar as órbitas dos elétrons.

Na última atividade deste módulo, retirada da coleção de *flash* da Universidade de Toronto, pode-se visualizar a representação em três dimensões das linhas de campo elétrico.

Criação de jogos virtuais

Para promover a interação com os conceitos envolvidos nas experiências em laboratório e virtuais, se propõe a criação de jogos virtuais com a utilização de um *software* que serve para este fim. Trata-se do *software Hot Potatoes version 6*, que se encontra disponível para acesso gratuito na rede. O *software* é de fácil utilização, mas um pequeno tutorial encontra-se nos volumes da série de *Textos de apoio ao professor de Física* e nos anexos.

Com o auxílio deste *software* é possível construir jogos do tipo perguntas e respostas, inserindo comentários a cada resposta certa ou errada. Outra opção, muito atraente e divertida, é a criação de jogos do tipo cruzadinha, onde os próprios alunos criam as perguntas e formulam respostas para estas.

CAPÍTULO V

Aplicação do programa de qualificação

O programa de qualificação para professores, conforme descrição apresentada no capítulo anterior, estruturou-se em módulos que podem ser aplicados em cursos de formação continuada e/ou oficinas em congressos sobre ensino de Ciências e de Física. Cursos podem ser planejados de forma a explorar cada módulo independentemente ou selecionar aqueles que melhor atendam as demandas específicas da população alvo.

Para este projeto de mestrado foi feita a opção de oferecer um curso de extensão da UFRGS para professores do Colégio São Bento, em Criciúma, Santa Catarina – instituição de ensino à qual o autor desta dissertação está vinculado. É um colégio católico mantido pelas Irmãs Beneditinas da Divina Providência, fundado em 1945.

O grupo de professoras que participaram do curso elegeu a forma de oficinas para transpor parte do conhecimento discutido no curso para os alunos das séries iniciais em atividades extracurriculares. Tais oficinas foram batizadas como “Física para Crianças”.

Neste capítulo está relatado o desenvolvimento do curso de extensão com as professoras, bem como a aplicação, de parte deste, aos alunos das séries iniciais.

V.1 Curso de extensão para as professoras

Com a finalidade de instrumentalizar as professoras das séries iniciais do Ensino Fundamental para introduzir os primeiros conceitos físicos de maneira prazerosa aos alunos das séries iniciais, foi desenvolvido e realizado um curso de extensão para doze professoras de séries iniciais (com formação superior em pedagogia ou em magistério) e uma técnica de laboratório (estudante de Física da UFSC), todas do Colégio São Bento. Os ministrantes foram o autor do projeto e sua orientadora.

A realização do curso ocorreu durante o recesso escolar de julho de 2007, onde todos os alunos do colégio foram dispensados nas duas últimas semanas do mês. Foram cinco encontros que totalizaram 22 horas. Procurou-se respeitar o ritmo das professoras, pois a intenção era motivá-las a ensinar Física, mantendo o cuidado de não promover um excesso de conteúdo que causasse desestímulo.

A seguir será relatado o desenvolvimento do curso em cada encontro.

IV.1.i Primeiro encontro

O início do curso foi uma breve apresentação desse projeto de mestrado e das atividades que seriam desenvolvidas nos módulos de fluidos e eletromagnetismo. A seguir, as professoras apresentaram relatos de suas experiências com ensino de Ciências e suas expectativas. Após este momento inicial foi-lhes entregue o material de apoio didático e explicado como o mesmo seria explorado. Este material faz parte dos anexos desta dissertação.

Como cada módulo inicia-se com as aulas de laboratório, o grupo deslocou-se até o laboratório de ciências do colégio, onde foram realizadas todas as nove experiências propostas no roteiro de fluidos. Cabe ressaltar que todas as professoras participaram ativamente na realização das experiências, o que é uma condição necessária na estrutura de cada módulo. Como a participação das professoras foi surpreendente, a aula de laboratório teve sua duração estendida para quase metade do tempo total do primeiro encontro, pois o andamento do curso dependia do ritmo de assimilação das professoras.

Após a interação com os experimentos propostos o grupo retornou para a sala de aula, desta vez para iniciar a exploração dos textos das três séries.

O início se deu com a série *Heróis da Física*, com a leitura do texto sobre Arquimedes. A leitura era feita em voz alta pelas professoras, uma de cada vez, e os ministrantes do curso interrompiam quando achavam pertinente. Aqui também o envolvimento das professoras foi surpreendente, e a leitura teve que ser interrompida por diversas vezes para esclarecer dúvidas que inicialmente o texto não abordava, mas que despertaram a curiosidade das professoras. Um exemplo desta extrapolação do conteúdo do texto foi quando uma professora pediu para esclarecer sobre o modo como Eratóstenes tinha medido o raio da Terra na época de Arquimedes. O andamento do curso foi constantemente ajustado de forma a prestar todos os esclarecimentos que as professoras desejassem.

Este envolvimento com os conceitos físicos, demonstrado através da curiosidade a respeito deles, foi um objetivo que foi alcançado no desenvolvimento de todo material a ser apresentado no curso.

Com a leitura do texto sobre Arquimedes foi encerrado o primeiro encontro.

V.1.ii Segundo encontro

O segundo encontro começou com a exploração do texto sobre Arquimedes através da técnica conhecida como Autódromo. Inicialmente, explicou-se o mecanismo da técnica e também a maneira como ela poderia ser aplicada em outros contextos.

O envolvimento promovido pela técnica gerou grande discussão do texto à procura das repostas exigidas, alcançando-se assim o objetivo da dinâmica.

Após a técnica do primeiro texto ter sido completada, iniciou-se a leitura do segundo texto, que era o da série *Desvendando os mistérios do dia-a-dia*, no qual se abordava o funcionamento do navio e do submarino.

Tal qual o primeiro texto, a receptividade ao segundo foi gratificante, tendo também suscitado perguntas sobre assuntos que o texto não abordava. Isso novamente demonstra que o texto promovia a curiosidade dos leitores sobre o conhecimento científico envolvido na leitura do mesmo.

Para explorar o texto foi apresentada a técnica chamada de Bingo, e ressaltou-se que esta técnica pode ser adaptada a outros textos, sobre outros assuntos. Novamente, o envolvimento com a técnica foi gratificante e a interação com o texto à procura das respostas mostrou que o objetivo da técnica foi alcançado.

O encontro continuou com a leitura e discussão do texto da série *Física para Iniciantes*. Como nos outros dois, procedeu-se à leitura comentada dos textos. Novamente, a curiosidade foi despertada nas professoras, tendo assim também sido alcançado o objetivo deste texto.

Por fim, foi sugerida a resolução de exercícios sobre os assuntos abordados, individualmente, seguindo-se uma discussão em grupo. Para surpresa dos ministrantes do curso e alegria das participantes, algumas professoras gabaritaram os testes. Lembrando que se tratam de testes de vestibular e o fato de as professoras afirmarem não saber nada dos conceitos físicos envolvidos no módulo, mostra a potencialidade do material apresentado durante o curso.

V.1.iii Terceiro encontro

Este encontro seria dividido em duas partes, uma no laboratório de informática, complementando assim o módulo de fluidos, e outra no laboratório de ciências, dando início ao módulo de eletromagnetismo. Após a reunião do grupo na sala de aula, este foi deslocado para o laboratório de informática do colégio, para que a interação com o material em ambiente virtual fosse promovida.

No início, as professoras foram separadas em duplas por computador. A primeira etapa desta interação foi o desenvolvimento das atividades no roteiro entregue a elas. Foi surpreendente o envolvimento das professoras com o ambiente virtual, mesmo algumas delas tendo confessado certo desconforto com o manuseio de computadores. A palavra *divertida* foi usada por algumas professoras para qualificar a aula em ambiente virtual.

Na segunda etapa da aula no laboratório de informática foi-lhes apresentada uma maneira de como se podem criar jogos virtuais. Para tanto, foi solicitado às professoras que fizessem previamente perguntas sobre os três textos do módulo de fluidos, com quatro alternativas cada, sendo apenas uma verdadeira. A desenvoltura das professoras ao criarem os jogos foi gratificante, onde, mais uma vez, a palavra *divertida* foi usada para qualificar esta atividade.

Na segunda parte do encontro, o grupo deslocou-se ao laboratório de ciências, para que se desse início o segundo módulo, o de eletromagnetismo.

Os procedimentos realizados no primeiro módulo foram repetidos, ou seja, as professoras realizaram todas as nove experiências propostas no roteiro de eletromagnetismo.

V.1.iv Quarto encontro

No início deste encontro foi realizada a leitura do texto *Heróis da Física* do módulo sobre eletromagnetismo, que trata das vidas de Faraday e Maxwell. Como ocorrera na leitura dos textos anteriores, a curiosidade das professoras foi despertada durante a leitura do texto e, após esta, foi desenvolvida a técnica Autódromo.

Na parte final do encontro, procedeu-se a leitura do texto da série

Desvendando os mistérios do dia-a-dia, que trata do funcionamento do forno de microondas.

V.1.v Quinto encontro

No início deste encontro foi realizada a técnica Bingo do texto sobre o forno de microondas, sendo os resultados obtidos semelhantes aos descritos anteriormente. Após, deu-se início a leitura do texto da série *Física para Iniciantes*, seguida da resolução dos exercícios entregues às professoras no início do curso.

Mais uma vez o fato de algumas professoras terem gabaritado os exercícios que, em sua grande maioria, foram retirados de exames vestibulares, mostra a potencialidade do material pedagógico apresentado durante o curso.

V.2 Oficina “Física para Crianças”

Foi sugerido pelos ministrantes do curso que as professoras ensinassem parte dos conteúdos discutidos durante o curso aos seus alunos. Assim, por sugestão das professoras, foram realizadas oficinas extracurriculares aos alunos interessados e que pudessem se deslocar para o colégio fora do horário normal de aula.

As oficinas, intituladas “Física para Crianças”, foram realizadas em três encontros, às sextas-feiras pela manhã, sendo que o horário das séries iniciais do colégio é vespertino. Foram vinte e quatro crianças inscritas, provenientes de todas as séries iniciais do Ensino Fundamental. Os alunos formaram um único grupo, onde cada aluno deveria trabalhar em dupla com outro de série diferente. O grupo era formado por três alunos de seis anos, seis alunos com sete, oito e nove anos e os outros três alunos tinham dez anos.

A assiduidade foi quase total, sendo que o único aluno que faltou um encontro, foi prontamente justificado pelos pais.

A seguir são descritos os três encontros da oficina.

V.2.i Primeiro Encontro

As professoras optaram por tratar, neste encontro, sobre fluidos. Todas as atividades foram realizadas no laboratório de ciências do colégio. As próprias professoras ministraram a oficina, enquanto o autor desta dissertação participava apenas como observador. As experiências foram realizadas com a participação ativa e espontânea de todas as crianças no desenvolvimento das mesmas.

Após a realização de todas as experiências, as professoras apresentaram a história de Arquimedes, que está relatada no texto da série *Heróis da Física*. A opção feita pelas professoras foi de não apresentar o texto diretamente aos alunos, e sim organizar um teatro com figurino e cenário. O nível de atenção das crianças ao teatro mostrou que a opção das professoras foi acertada.

Após o teatro, as professoras levaram um barquinho para sala de aula visando à explicação de seu funcionamento. Mais uma vez elas optaram por não apresentar o texto diretamente aos alunos, por isso o contaram em forma de historinha, narrada por um das professoras.

O encontro encerrou-se com os alunos respondendo algumas questões sobre conceitos abordados durante o primeiro encontro.

V.2.ii Segundo encontro

Neste encontro as professoras optaram por apresentar, no laboratório de ciências, os conceitos envolvidos no módulo de eletromagnetismo.

O início do encontro se deu com a realização das experiências, visando promover a participação ativa dos alunos, o que de fato ocorreu.

Na seqüência, a apresentação da história de Faraday e Maxwell, relatada no texto da série *Heróis da Física*, foi feita através de uma encenação com cenário e figurino. Os resultados positivos do primeiro encontro foram novamente observados.

Para explicar o funcionamento do forno de microondas, as professoras contaram uma história em forma de fábula narrada por uma delas. O texto da série *Desvendando os mistérios do dia-a-dia* também não foi apresentado diretamente aos alunos.

O encontro se encerrou com os alunos respondendo às questões sobre os conceitos discutidos durante o encontro.

V.2.iii Terceiro encontro

Este encontro ocorreu no laboratório de informática do colégio. Tinham-se dois objetivos; o primeiro era fazer com que os alunos interagissem com o roteiro de aulas em ambiente virtual e o segundo de que respondessem aos jogos virtuais criados pelas professoras sobre as duas primeiras aulas.

A primeira parte da aula transcorreu sem problemas, pois em sua maioria os alunos estão habituados com o manuseio de computadores e *internet*.

Em relação à segunda parte da aula, o grande número de acertos nos jogos virtuais criados pelas professoras mostrou que as interações, tanto dos alunos com os conceitos físicos, como das professoras com o ambiente virtual, foram feitas de maneira que atendeu as expectativas de promover um ensino de Física mais prazeroso aos alunos e professores das séries iniciais do Ensino Fundamental.

A seguir, os alunos responderam questões sobre suas impressões das oficinas e, ao final do encontro, receberam um certificado de participação.

No encerramento houve uma festa com suco e bolo, contando com a presença de alguns pais e de todas as professoras e crianças participantes das oficinas.

CAPÍTULO VI

Análise dos resultados

Neste capítulo será feita a apresentação e discussão dos resultados obtidos da aplicação do programa de qualificação de professores para ensino de Física em séries iniciais do Ensino Fundamental através de um curso de extensão, seguido da oficina “Física para Crianças”.

A avaliação foi feita de duas maneiras:

- (i) com as professoras, ao final de todas as oficinas em forma de entrevista;
- (ii) com as crianças, as quais responderam a um questionário ao final de cada encontro da oficina.

VI.1 Avaliação dos resultados com as professoras

Esta avaliação foi feita através de entrevistas individuais. Por questão de sigilo, as professoras não serão nominadas, mas identificadas através da numeração P1, P2, ... P11. Esta numeração é totalmente arbitrária. Uma professora, a décima segunda, não compareceu à entrevista.

As entrevistas com as professoras serão descritas na íntegra, pois suas impressões são a melhor maneira de avaliar o programa em parte implementado no curso.

As professoras responderam as seguintes questões:

1- Antes do curso, você tinha consciência de que ensina conceitos de Física a seus alunos?

É possível notar nas entrevistas com as professoras que elas tinham uma idéia não muito clara que ensinavam Física a seus alunos. Algumas delas diziam que tinham apenas uma idéia superficial de que o faziam:

P1: apenas de uma forma muito superficial. O curso é que me proporcionou esta consciência.

A professora P2 foi no mesmo caminho: *tenho consciência que a Física está presente em nossa vida. Porém, não imaginava que pudesse ser tão explorada em sala de aula.*

Outras professoras disseram que já tinham consciência que ensinavam Física a seus alunos. Segundo P3: *sim, alguns conceitos já eram trabalhados como, por exemplo, pressão atmosférica.*

P6: *sim, eu já possuía consciência de que ensinava conceitos básicos de Física.*

P9 declarou que tinha consciência, mas não intitulava Física aos conceitos abordados: *sim, mas não mencionava aos alunos que estavam estudando Física.*

Um outro padrão de resposta mostra que as professoras não tinham consciência alguma. Assim P4, P7, P8 e P10 limitaram-se a responder que: *não*. P11 também não tinha consciência e declarou: *nenhuma*.

P5 também não tinha consciência e relatou isto da seguinte maneira: *não, algumas experiências que foram feitas no laboratório eu já havia aplicado com os alunos, mas não tinha consciência que estava ensinando Física.*

2- Após o curso, você tem esta consciência?

Em geral as professoras afirmaram que a partir do curso tomaram consciência em maior nível de que ensinam Física nas séries iniciais.

As palavras de P1 ilustram a opinião corrente do grupo: *o curso me fez pensar sobre o grau de fato que se estuda a Física e, ainda, até que ponto esta ciência está implícita nos conceitos das séries iniciais da Educação Básica.*

Outras opiniões corroboram esta impressão, como a de P2: *sim, percebi que a Física está bem presente no ambiente escolar.*

P3: *depois do curso, ficou mais claro ainda.*

P5: *sim, após o curso tenho consciência de que já havia ensinado Física.*

P6: *eu já tinha do ensinamento de Física, mas agora, aumentou minha consciência e facilitou alguns conceitos que antes julgava difíceis.*

P4, P7, P8, P9, P10 e P11 se limitaram a responder que: *sim*.

Logo, analisando as respostas das duas primeiras perguntas, foi possível identificar que um dos objetivos do curso, que era dar consciência às professoras que elas ensinavam os primeiros conceitos de Física nas séries iniciais foi alcançado ou, no mínimo, teve esta consciência aumentada.

3- *Você se sentia segura para ensinar Física a seus alunos antes do curso?*

A maior parte das professoras disse que não se sentia segura para ensinar Física nas séries iniciais.

P1: *não, de forma alguma, muito embora ensinasse os princípios da Física sem saber que de fato estava trabalhando esta ciência.*

P2: *não totalmente. Pois a parte teórica repassada no curso deu o embasamento que faltava.*

P5: *não, nem pensava em ensinar.*

P6: *não me sentia muito segura antes do curso para trabalhar com alguns assuntos mais profundos.*

P4, P7, P8, P9, P10 e P11 se limitaram a responder: *não.*

Em outra linha de resposta foi possível identificar que as professoras, mesmo antes do curso, tinham alguma segurança para ensinar os conceitos físicos. Um exemplo desta linha é P3: *eu procurava buscar informações estudando sobre os conceitos trabalhados.*

P9: *sim, dentro do que era proposto no conteúdo estudado.*

4- *Após o curso, você se sente?*

De maneira geral, as professoras responderam que se sentem mais seguras para ensinar Física nas séries iniciais.

P1: *após o curso, me sinto mais segura e fundamentada para trabalhar com as crianças.*

P2: *bem mais tranqüila para ensinar Física e mostrar às crianças que a Física está presente na nossa vida cotidiana muito mais que imaginamos.*

P3: *após o curso, eu consegui entender melhor muitos conceitos, assim estou mais preparada para passar o conteúdo aos alunos.*

P5: *totalmente segura não, mas se o conteúdo for acessível e o professor se preparar, ele poderá se sentir seguro sim.*

P6: *agora me sinto melhor preparada para ensinar, caso seja necessário trabalhar com os assuntos que aprendi no curso.*

P8: *sim, fiquei encantada com tudo que aprendi.*

P9: *o curso me deu mais embasamento e também outras formas (experiências) de abordar o que foi estudado.*

P10: *os conceitos básicos sim, os que aprendemos no curso.*

P4 e P7: *sim.*

P11 levantou a questão de que o tempo do curso deveria ser ampliado: *depois do curso aprendi alguns conceitos, mas para me sentir segura a ensinar Física com meus alunos o curso precisaria ser mais ampliado, tempo maior.*

O fato de após o curso as professoras, de maneira geral, terem mais segurança para introduzir os primeiros conceitos de Física, é um dos pontos que corroboram a validade da realização do curso com elas.

5- O que você achava sobre ensinar Física para crianças antes do curso?

Foi possível identificar nas respostas das professoras que, de maneira geral, elas não achavam viável ensinar Física nas séries iniciais.

P1: *achava algo muito complicado, difícil e inacessível ao entendimento das crianças.*

P2: *achava difícil e descontextualizada, que necessitava formação específica na área.*

P3: *achava difícil as crianças entenderem, pois faltava a parte prática: as experiências.*

P4: *não pensava sobre isto.*

P5: *achava complicado.*

P6: *não no segundo ano do Ensino Fundamental.*

P7: *chato.*

P8: *complicado.*

P9: *com as experiências nem pensar.*

P10: *achava que eles (alunos) não conseguiriam aprender.*

P11: *achava que seria muito complicado.*

6- E depois do curso, o que acha?

A validade de realizar o curso com os professores das séries iniciais pode ser mais uma vez corroborado, quando se analisa as respostas das professoras a este questionamento. Todas afirmam, após o curso, que é possível ensinar Física nas séries iniciais!

P1: *acho uma ciência interessantíssima e necessária, visto que exercita o pensar, a lógica e o raciocínio, fazendo com que as crianças desenvolvam, cada vez mais, o pensamento formal, tão necessário à aprendizagem.*

P2: *percebi que a Física pode ser trabalhada de forma interdisciplinar, conforme o que está sendo discutido, e nas situações que aparecem diariamente.*

P3: *ensinar Física para criança ficou muito mais fácil, pois usando material concreto, as crianças entenderam com mais facilidade. Era o que estava faltando.*

P4: *importante, pois a Física faz parte do dia-a-dia das crianças, e dá explicações concretas.*

P5: *agora, depois do curso, acho que se pode ensinar.*

P6: *o curso me ensinou a trabalhar com as experiências, que tornam o aprendizado dos alunos melhor e mais lúdico.*

P7: *muito legal e interessante.*

P8: *maravilhoso.*

P9: *penso que as aulas ficarão mais ricas com as novas experiências.*

P10: *da forma como foi repassado, penso que foi muito prazeroso.*

P11: *com o curso percebi que ensinar Física às crianças não seria tão difícil, pois durante o curso utilizamos experiências e com isso ficou mais claro e fácil conhecer alguns conceitos de Física.*

7- Você acha que ensinar Física pode ser agradável para professores das séries iniciais do Ensino Fundamental?

A crença das professoras de que o ensino de Física nas séries iniciais pode ser agradável para elas pode ser notada nas suas respostas a esta pergunta. A grande maioria mostrou que acredita que ensinar Física pode ser prazeroso. Tal análise mostra mais uma vez que os objetivos do curso foram alcançados.

P1: *sem dúvida. Prazeroso e encantador. Estimula a pesquisa e o surgimento de pequenos cientistas. É, também, um grande desafio para o professor que não teve isto em sua formação.*

P2: *sim, desde que as aulas contenham o embasamento teórico e prático, como tivemos no curso.*

P3: *se eles tiverem uma preparação anterior, acredito que tenham prazer em ensinar Física às séries iniciais.*

P4: *bastante agradável.*

P5: *sim, pois a experiência que tive fazendo o curso foi muito agradável. Os conteúdos foram passados de maneira simples, fácil de ser compreendida.*

P6: *utilizando as experiências aprendidas no curso, com certeza, seria muito melhor para ensinar aos educandos e também muito prazeroso ao professor.*

P7: *acho muito bom.*

P8 se limitou a dizer: *sim.*

P9: *sim, o problema é que grande parte dos professores não têm a consciência que ensina Física.*

P10: *do jeito que aprendemos no curso, sim, principalmente com as experiências.*

P11 declarou que para sentir prazer ao ensinar Física, o curso deveria ter mais aulas: *para um professor ensinar Física, ele precisa um aprofundamento maior do assunto, nós teríamos que dominar e conhecer a Física um pouco mais.*

8- E aos alunos, pode ser agradável?

Alguns pontos interessantes podem ser notados ao analisar as respostas desta pergunta. O maior, sem dúvida, foi que todas as professoras acreditam que o ensino de Física pode ser agradável aos alunos. Outro ponto que merece destaque é que as professoras citam muito as experiências como grande motivador aos alunos.

P1: *sim, muito agradável, pois são chamados ao desafio, ao experimento, ao pensar sobre... a elaborar hipóteses e encontrar soluções para os problemas.*

P2: *sem dúvida. Principalmente a parte de experiências realizadas.*

P3: *sim, pois através das experiências, eles aprendem os conceitos de Física sem perceber que o estão fazendo.*

P4: *bastante agradável.*

P5: *sim, se for trabalhado de maneira lúdica, simples e com experiências tenho certeza de que os alunos irão achar agradável.*

P6: *tenho certeza que os alunos que participaram do curso (oficina Física para Crianças) ficaram entusiasmados com o que viram e aprenderam no curso realizado.*

P7 e P10 se limitaram a dizer: *sim.*

P8: *com certeza.*

P9: *sim, principalmente da forma como nos foi apresentada.*

P11: *pude perceber no curso que as crianças participaram com muito interesse.*

9- *Você aprendeu novidades durante o curso? Se sim, quais foram as que mais te chamaram atenção?*

Todas as professoras confirmaram que aprenderam novidades com a realização do curso. Este resultado era esperado, pois, na formação destas professoras, em geral, não é dada a devida importância às ciências naturais; tal fato foi inclusive citado por algumas delas. Quanto à parte que mais lhes chamaram a atenção, todos os itens do curso foram citados, mas a maior ocorrência foram as experiências.

P1: *o curso na sua totalidade foi uma grande novidade, tudo chamava atenção, pois o professor das séries iniciais carece desse tipo de formação. Foi ótimo!*

P2: *sim, as experiências realizadas foram simples, mas bastante interessantes.*

P3: *sim, principalmente como funcionam o microondas, a pressão atmosférica, a história de Arquimedes...*

P4: *sim, todas.*

P5: *aprendi muitas novidades durante o curso, como sobre o cientista Arquimedes e suas experiências e descobertas, achei muito interessante a história de Faraday, pois um simples office-boy tornou-se um grande cientista que foi capaz de “ver” o invisível.*

P6: *adorei trabalhar as experiências do submarino, campo magnético, balão que fica preso na parede, por exemplo.*

P7: *sim, o que mais me chamou a atenção foram as experiências.*

P8: *sim, como funcionam o microondas e o submarino.*

P9: *sim, o que mais me chamou a atenção foi a experiência sobre o porquê o navio não afunda e a do submarino.*

P10: *sim, adorei todas as experiências, ou seja, a parte prática.*

P11: *aprendi muita coisa com esse curso, gostei de tudo. O que mais gostei foi saber como funciona o submarino.*

10- *Quanto à reação dos alunos, o que você poderia comentar sobre aqueles que participaram da oficina, e o que eles acharam de participar?*

Esta pergunta visou identificar se os alunos tiveram reações positivas ou negativas quanto à Física ensinada pelas professoras após a realização da oficina.

Para corroborar mais uma vez a validade do curso, todas as professoras disseram que os alunos tiveram seu interesse - por ciências - despertado durante a realização da oficina e tiveram prazer em frequentá-las. Este resultado foi o objetivo final de

todo o projeto, e o fato de ele ter sido alcançado mostrou que a sua realização foi dotada de sucesso.

P1: *os alunos mostraram-se muito interessados e participativos. Demonstraram prazer em solucionar os desafios que lhes eram colocados, além do fácil entendimento.*

P2: *gostaram muito. Ficaram bastante entusiasmados em mostrar aos outros o que tinham aprendido.*

P3: *fiquei muito feliz em ver o quanto os alunos aprenderam durante o curso, pois isso foi demonstrado no final.*

P4: *eles adoraram tudo que aprenderam.*

P5: *os meus alunos adoraram participar, aprenderam e até passaram para seus pais. Isso aconteceu porque foi ensinado de maneira simples e lúdica.*

P6: *os alunos que participaram do curso ficaram motivados a aprender mais sobre Física, e com certeza muito felizes em assistir aos teatros sobre os grandes físicos. Adoraram participar das experiências realizadas no laboratório.*

P7: *eles adoraram participar do curso (oficina). Durante as aulas eles ficaram muito concentrados e participaram muito de todas as aulas.*

P8: *eles adoraram; contaram em casa para os pais.*

P9: *as crianças que participaram da Oficina de Física gostaram muito, ou melhor, adoraram; se encantaram com as experiências realizadas e participaram ativamente de tudo que foi proposto.*

P10: *se mostraram muito interessados e empolgados, explicaram tudo o que aprenderam em casa e os pais comentaram muito orgulhosos.*

P11: *as participações das crianças foram fundamentais para percebermos que elas têm condições de aprender de uma forma mais lúdica e prática (experiências) conceitos importantes sobre Física.*

VI.2 Avaliação dos resultados com as crianças

Ao final de cada encontro das oficinas as crianças responderam a um questionário visando avaliar aquele encontro. A seguir será discutido e avaliado cada um dos encontros. Serão descritas algumas respostas que os alunos forneceram, tais respostas foram separadas pela idade das crianças.

IV.2.i Primeiro encontro

O questionário que as crianças responderam ao final do primeiro encontro era constituído das seguintes perguntas:

1- Por que a bolinha não entra na garrafa?

Dentre as respostas dos alunos de seis anos podemos encontrar: *porque tem ar dentro da garrafa; a bolinha não entrou porque o ar não deixou.*

Nesta mesma idade alguns alunos optaram por desenhar as suas respostas, um destes desenhos está reproduzido na Figura VI.1.

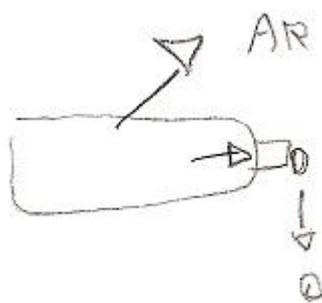


Figura VI.1

Alguns dos alunos de sete anos responderam assim: *porque o ar ocupa espaço; porque tem ar dentro da garrafa.*

Dentre as respostas dos alunos de oito anos encontramos: *porque tem ar dentro da garrafa; porque havia ar dentro e a bolinha não conseguia entrar.*

Um das respostas dos alunos de nove anos foram: *porque o ar ocupa o espaço dentro dela; porque tinha ar dentro da garrafa.*

Podemos encontrar nas respostas dos alunos de dez anos: *porque dentro da garrafa tinha ar.*

Outros alunos desta idade optaram por, além de escrever a resposta, ilustrá-la com desenhos. Um destes alunos escreveu: *porque havia ar dentro da garrafa.* Esquematizou sua resposta com o desenho representado na Figura VI.2.

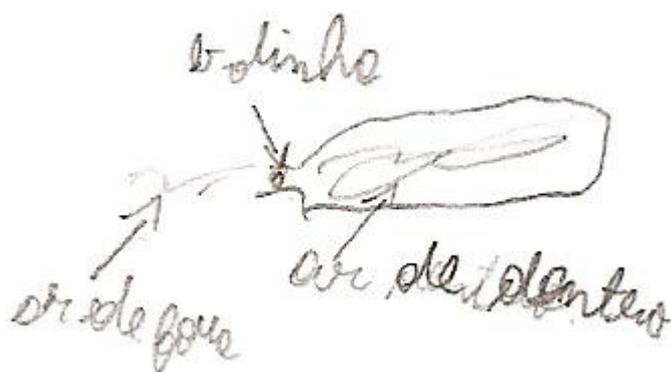


Figura VI.2

Outro aluno de dez anos: *porque existe ar dentro da garrafa*, e ilustrou a sua resposta com o desenho reproduzido na Figura VI.3.



Figura VI.3

Em todas as respostas e desenhos percebeu-se que o objetivo da experiência, que era mostrar que o ar ocupa lugar no espaço, foi alcançado.

2- *Por que o navio flutua?*

Dentre as respostas dos alunos de seis anos podemos encontrar: *porque tem ar dentro do navio; por causa da sua forma; porque tem ar e faz flutuar.*

Nesta mesma idade alguns alunos optaram por desenhar as suas respostas. Um destes desenhos está reproduzido na Figura VI.4.

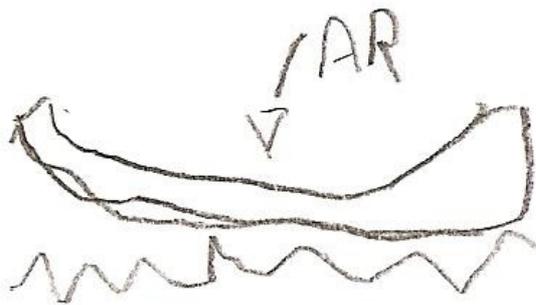


Figura VI.4

Alguns dos alunos de sete anos responderam: *porque em cima do navio tem ar; porque dentro do navio tem ar.*

Dentre as respostas dos alunos de oito anos encontramos: *porque tem ar dentro do navio; porque o ar de dentro faz o navio flutuar.*

Algumas das respostas dos alunos de nove anos foram: *porque tem ar dentro; porque tem ar dentro e não água; se entra água o navio afunda.*

Encontramos nas respostas dos alunos de dez anos: *porque dentro do navio tem ar que não deixa ele afundar.*

Houve alunos que optaram por, além de escrever a resposta, ilustrá-la com desenhos. Um destes alunos escreveu: *porque ele conserva o ar dentro dele,* esquematizando sua resposta com o desenho representado na Figura VI.5.



Figura VI.5

Outro aluno de dez anos escreveu: *porque existe ar dentro do metal,* e ilustrou a sua resposta com o desenho reproduzido na Figura VI.6.



Figura VI.6

Em todas as respostas e desenhos percebe-se que o objetivo da experiência e da discussão que a seguiu, que era mostrar que o navio flutua devido à sua forma, a qual permite que o ar dentro da estrutura metálica diminua sua densidade, foi alcançado.

3- Como o submarino pode flutuar e afundar?

Dentre as respostas dos alunos de seis anos podemos encontrar: *flutua porque tem ar dentro e afunda porque tem água dentro; quando tem ar flutua e quando a máquina faz entrar água ele afunda.*

Nesta mesma idade alguns alunos optaram por desenhar as suas respostas. Um destes desenhos está reproduzida na Figura VI.7.

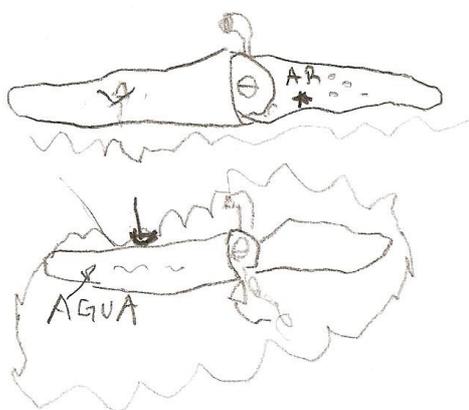


Figura VI.7

Alguns dos alunos de sete anos responderam: *porque tem um buraco que, se entra água, o submarino desce e, se entra ar, ele vai para a superfície; flutua quando entra ar e afunda quando entra água.*

Dentre as respostas dos alunos de oito anos encontramos: *afunda porque tem água dentro do submarino e flutua porque tem ar dentro do submarino; porque*

entra o ar quando ele quer subir para a superfície e quando ele quer afundar ele entra água.

Algumas das respostas dos alunos de nove anos: *porque, quando ele afunda, parte dele se enche de água e, quando quer subir, tira a água e bota ar; porque quando ele quer afundar entra água dentro e quando ele quer flutuar a água sai e o ar entra.*

Podemos encontrar nas respostas dos alunos de dez anos: *porque o submarino pode flutuar quando ar entra pelos furos que ele tem ar e pode também afundar porque, quando ele vai para baixo do mar, permite que entra água.*

Outros alunos desta idade optaram por, além de escrever a resposta, ilustrá-la com desenhos. Um destes alunos escreveu: *porque dentro dele pode ter ar ou água*, esquematizando sua resposta com o desenho representado na Figura VI.8.



Figura VI.8

Em todas as respostas e desenhos percebe-se que o objetivo da experiência e da discussão que a seguiu, que era mostrar que o submarino pode mudar a sua densidade permitindo que entre água em seus tanques ou ar oriundo de um tanque de ar comprimido, foi alcançado.

4- Quem foi Arquimedes?

Dentre as respostas dos alunos de seis anos podemos encontrar: *ele foi um homem muito inteligente e curioso; ele foi um homem que fez muitas descobertas.*

Alguns dos alunos de sete anos responderam: *um homem sabido e curioso, ele era um cientista; ele fazia um monte de experiências.*

Dentre as respostas dos alunos de oito anos encontramos: *ele era um homem que sabia muito; era um gênio.*

Algumas das respostas dos alunos de nove anos: *um homem inteligente que resolvia tudo; um grande gênio.*

Podemos encontrar nas respostas dos alunos de dez anos: *Arquimedes foi um menino muito estudioso e curioso; um gênio curioso de Siracusa.*

Nas respostas das crianças não foi possível identificar o que se esperava quando introduziu-se história da Ciência à elas. O objetivo era relacionar a vida com a obra do cientista e não tratá-lo como um mito, mas sim como uma pessoa que fez importantes contribuições à Ciência. Quando se analisa as respostas das crianças, percebe-se que elas ficaram impressionadas com a vida do cientista, sem no entanto, relacioná-la com sua obra.

IV.2.ii Segundo encontro

O questionário que as crianças responderam ao final do segundo encontro era constituído das seguintes perguntas:

1- Próton perto de próton, acontece o quê?

Dentre as respostas dos alunos de seis anos podemos encontrar: *saem de perto um do outro; não se juntam; não ficam perto um do outro.*

Alguns dos alunos de sete anos responderam assim: *um próton vai para a esquerda e outro para a direita; não ficam juntos; os dois se separarão.*

Dentre as respostas dos alunos de oito anos encontramos: *eles separam; se separam porque só os opostos se atraem.*

Uma das respostas dos alunos de nove anos foi: *os dois não se juntam.*

Podemos encontrar nas respostas dos alunos de dez anos: *os dois se afastam; ambos se separam.*

Nas respostas das crianças foi possível identificar aspectos positivos após a realização das experiências do segundo módulo. Um dos objetivos deste módulo era deixar claro que cargas de sinais iguais se repelem. A primeira e a segunda pergunta do questionário, respondido após o segundo encontro, tinham por objetivo identificar se isto foi alcançado. Na análise das respostas descritas anteriormente é possível identificar que as crianças aprenderam que cargas positivas se repelem. A

segunda pergunta, relatada a seguir, tinha por objetivo verificar se as crianças aprenderam que cargas de sinal negativo também se repelem.

2- *Elétron perto de elétron, acontece o quê?*

Dentre as respostas dos alunos de seis anos podemos encontrar: *saem de perto um do outro; não se juntam; não ficam perto um do outro.*

Alguns dos alunos de sete anos responderam: *uma se separa da outra; não ficam juntos; não ficam juntas.* Uma criança desta idade produziu uma resposta errada: *eles se unem.*

Dentre as respostas dos alunos de oito anos encontramos: *eles separam; se separam porque só os opostos se atraem.*

Uma das respostas dos alunos de nove anos foi: *os dois não se juntam.*

Dentre as respostas dos alunos de dez anos: *os dois se afastam; ambos se separam.*

Aqui também, na maioria das respostas, as crianças deixaram claro que tinham aprendido que duas cargas negativas se repelem. A única criança que produziu uma resposta errada para a pergunta, pode ter se enganado na hora de escrever ou mesmo acreditar que duas cargas negativas se atraem. Mas, como a maioria esmagadora acertou, não se pode atribuir esse fato a uma falha instrucional.

3- *Próton perto de elétron, acontece o quê?*

Dentre as respostas dos alunos de seis anos podemos encontrar: *eles se juntarão; juntarão; ficam juntos um do outro.*

Alguns dos alunos de sete anos responderam assim: *o elétron e o próton se juntam; eles ficam juntos.* A criança que respondeu a pergunta anterior de maneira equivocada, nesta acertou e respondeu assim: *eles conseguem ficar juntos.*

Dentre as respostas dos alunos de oito anos encontramos: *se juntarão; os dois se atraem; ficam juntos.*

Uma das respostas dos alunos de nove anos foram: *os dois se juntam.*

Podemos encontrar nas respostas dos alunos de dez anos: *os opostos se atraem; os dois se atraem.*

Nas respostas das crianças foi possível identificar aspectos desejados após a realização das experiências do segundo módulo com sua posterior discussão. Um dos objetivos deste módulo era deixar claro que cargas de sinais opostos se atraem.

A terceira questão deste questionário tinha por objetivo identificar se isto foi alcançado. Na análise das respostas descritas anteriormente é possível identificar que as crianças aprenderam que cargas de sinais opostos se atraem. Após a análise das respostas das três primeiras perguntas podemos concluir que os alunos aprenderam que cargas de mesmo sinal se repelem e de sinais opostos se atraem.

4- Por que o balão gruda na parede?

Dentre as respostas dos alunos de seis anos podemos encontrar: *o balão negativo e o quadro positivo; o balão é fedorento e a parede cheirosa.*

Alguns dos alunos de sete anos responderam assim: *pois os prótons e elétrons se misturam; porque eles são diferentes; um é negativo e outro é positivo.*

Dentre as respostas dos alunos de oito anos encontramos: *porque a energia estática faz o balão grudar; o balão é positivo e o quadro negativo.*

Algumas das respostas dos alunos de nove anos: *porque o balão tem energia positiva e o quadro energia negativa; porque a gente esfregou no quadro daí ele ficou grudado.*

Um destes alunos escreveu: *porque o balão é negativo e o quadro positivo* e esquematizou sua resposta com o desenho representado na Figura VI.9.

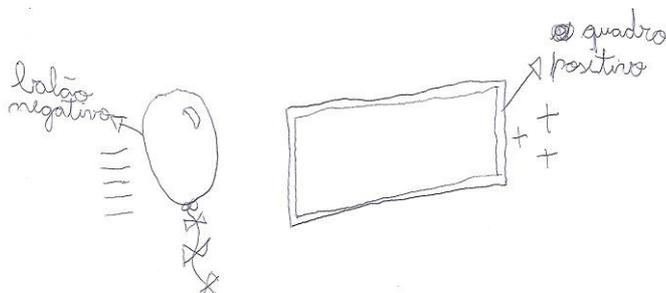


Figura VI.9

Podemos encontrar nas respostas dos alunos de dez anos: *porque a parede (quadro) é positivo já o balão é negativo; porque eles tem eletricidade diferentes.*

Esta questão tinha por objetivo identificar se os alunos tinham consciência de que o balão ficava grudado na parede, porque a parede e o balão tinham cargas de sinais opostos, e que isto ocorria através do processo de eletrização por atrito. Foi possível verificar que a maioria das crianças aprenderam que o balão e a parede tinham cargas de sinais opostos, e que este era o motivo para que o balão ficasse grudado. Porém, apenas uma criança citou o processo de eletrização por atrito. Tal

resultado mostra que os processos de eletrização não foram suficientemente discutidos na oficina. Uma outra questão importante verificada remete ao cuidado que temos de ter com as analogias, pois uma das professoras explicou o campo elétrico com uma analogia de cheiro bom (atração) e fedor (repulsão), e pela resposta, uma das crianças acreditou que isto de fato acontecia. Esta resposta serve de alerta para o uso de analogias.

5- Por que o balão puxa os papeizinhos?

Dentre as respostas dos alunos de seis anos podemos encontrar: *A eletricidade puxou os papeizinhos; balão negativo e papelzinho positivo.*

Alguns dos alunos de sete anos responderam: *os dois se misturam; a eletricidade atrai o papel.*

Dentre as respostas dos alunos de oito anos encontramos: *é a eletricidade; cargas opostas se atraem.*

Uma das respostas dos alunos de nove anos: *porque esfregamos no cabelo daí o balão puxou os papeizinhos.*

Podemos encontrar nas respostas dos alunos de dez anos: *porque as energias se atraem; porque o balão tem carga positiva e o papelzinho tem carga negativa.*

Esta questão tinha por objetivo identificar se os alunos tinham consciência de que corpos neutros podem também ser atraídos por corpos eletrizados, como no caso em que os papeizinhos (corpo neutro) são atraídos pelos balões atritados (corpo eletrizado) e, ainda, que esta atração ocorre após uma eletrização sem contato, que é chamada de eletrização por indução.

Não foi possível verificar nas respostas das crianças que elas tenham consciência de que, mesmo o papelzinho sendo neutro, é atraído por um corpo eletrizado. Inclusive, pode-se verificar que houveram repetidos erros nas respostas desta questão, quando as crianças disseram que os papeizinhos eram atraídos porque eles e o balão tinham cargas opostas. Tal análise mostra que a discussão sobre a eletrização por indução não foi suficiente para que os alunos tivessem entendido esse processo de eletrização.

IV.2.iii Terceiro encontro

O questionário que as crianças responderam ao final do terceiro encontro tinha por objetivo avaliar todas as oficinas e era constituído das seguintes perguntas:

1- Antes das aulas, o que você achava de Física?

Dentre as respostas dos alunos de seis anos podemos encontrar: *eu não sabia Física; não conhecia.*

Alguns dos alunos de sete anos responderam: *eu ouvia falar de Física mas nunca sobre o que era; eu não tinha estudado.*

Dentre as respostas dos alunos de oito anos encontramos: *achava chato; eu achava difícil; não conhecia.*

Uma das respostas dos alunos de nove anos: *antes das aulas Física parecia ser bem chato.*

Podemos encontrar nas respostas dos alunos de dez anos: *eu achava que era chato e difícil; uma disciplina chata.*

De acordo com a descrição de algumas das respostas dos alunos sobre qual era a idéia que tinham sobre Física antes da oficina, pode-se concluir que, em sua maioria, os alunos não sabiam o que era Física e, mesmo assim, alguns declaravam que a achavam chata ou difícil. Tais respostas corroboram que o início do ensino de Física deve ser prazeroso, contrariamente à pré-concepção, manifestada por algumas crianças, de uma disciplina chata e difícil.

2- Depois das aulas, o que você acha de Física?

Dentre as respostas dos alunos de seis anos podemos encontrar: *legal; que é legal; bem legal.*

Alguns dos alunos de sete anos responderam: *agora eu sei que Física é bem legal; bem legal.*

Dentre as respostas dos alunos de oito anos encontramos: *muito legal; eu achei ela muito legal; muito legal; eu achei muito divertida.*

Uma das respostas dos alunos de nove anos: *eu agora acho fácil.*

Podemos encontrar nas respostas dos alunos de dez anos: *eu acho que é legal e fácil; é uma disciplina legal.*

Podemos identificar nas respostas dos alunos que o objetivo de mostrar a Física como sendo uma área que pode ser prazerosa de aprender foi alcançado. Mesmo os que declararam que a achavam difícil e chata antes das oficinas, após declararam que a acham *legal*.

3- *Você quer estudar mais Física?*

Todas as crianças declararam que sim, que gostariam de estudar mais Física. Estas respostas motivam e gratificam, pois este era, de fato, o resultado que se esperava para o programa que foi cuidadosamente planejado, produzido e aplicado através desta dissertação.

4- *Você gostou das aulas?*

Todas as crianças declararam que gostaram das aulas de Física. Mais uma vez, tais respostas nos levam a acreditar que os objetivos do programa foram alcançados. Este resultado indica que, quando a Física é mostrada, mesmo para crianças de seis e dez anos, de maneira contextualizada, incluindo história da ciência, experiências contra-intuitivas e recursos de informática, ela deixa de ser considerada uma disciplina chata e difícil e passa a ser admirada por quem a estuda. Não se quer com isto formar, necessariamente, cientistas, mas se quer, sim, formar apreciadores de Ciência.

5- *O que você mais gostou das aulas?*

Dentre as respostas dos alunos de seis anos podemos encontrar: *das experiências com balão; das experiências que o balão puxava os papéis.*

Alguns dos alunos de sete anos responderam: *eu gostei da experiência do balão; as aulas no computador; eu gostei mais das historinhas.*

Dentre as respostas dos alunos de oito anos encontramos: *das historinhas; do dia que nós usamos os balões; aula no computador.*

Uma das respostas dos alunos de nove anos: *a parte de grudar o balão no quadro.*

Podemos encontrar nas respostas dos alunos de dez anos: *eu gostei das experiências do prego; o que eu mais gostei foi das experiências.*

O que se pode diagnosticar nas respostas das crianças é que não houve uma parte do programa que mais se destacou. Algumas crianças gostaram mais das

experiências, outras das histórias sobre os cientistas, e outras ainda das aulas de informática. Com base nestes dados, podemos concluir que o programa funcionou como um todo, com suas partes articuladas e complementares.

CAPÍTULO VII

Considerações finais e conclusões

Neste capítulo serão feitas algumas considerações finais sobre a proposta tratada nesta dissertação, como dar instrumentos para professores de séries iniciais do Ensino Fundamental visando a uma introdução dos primeiros conceitos de Física de maneira mais eficiente e prazerosa.

Neste capítulo são também discutidos aspectos que, durante a implementação deste projeto, foram percebidos como merecedores de alteração e, além disso, a extrapolação deste projeto para outras propostas.

VII.1 Objetivos do projeto

Quando o desafio de introduzir Física nas séries iniciais foi escolhido como tema deste trabalho tinham-se dois objetivos claros:

- (i) reparar uma lacuna deixada pelos cursos formadores de professores das séries iniciais do Ensino Fundamental, pois estes cursos geralmente não dão a atenção necessária aos temas científicos;
- (ii) promover uma introdução dos primeiros conceitos físicos aos alunos das séries iniciais que não reforcem a idéia de uma disciplina chata e difícil, que muitos têm mesmo sem nunca ter estudado Física, mas sim mostrar esta disciplina como interessante, contextualizada e acessível a todos estudantes.

Em relação a este segundo objetivo, não se tinha a intenção de esgotar os assuntos que seriam abordados, e sim iniciar um primeiro contato formal que estimulasse os alunos a aprender mais Física nas séries futuras.

Quanto ao primeiro objetivo pode-se notar, analisando as respostas das professoras nas entrevistas, que algumas já se sentem com alguma segurança para tratar de temas físicos com seus alunos; segurança esta que declaravam não ter antes de participarem do curso de qualificação.

Outras respostas das professoras deixam claro um fato inegável: não é possível corrigir uma formação deficitária com um curso de poucas horas. Para corrigir esta lacuna o curso poderia ser semestral ou até anual, substituindo o curso de 22 horas por um de 100 horas. Porém, mesmo este poderia não ser suficiente. Logo, segue em aberto uma melhor solução para a realização de tais cursos, pois outros fatores devem ser levados em consideração: a disponibilidade das escolas cederem seus professores por um tempo longo para que estes se qualifiquem e o interesse dos próprios professores em participar desses cursos.

Uma possível solução deste impasse talvez fosse a utilização do programa durante a formação de docentes nos cursos de graduação. Mas esta possibilidade está além dos objetivos deste trabalho de mestrado.

Em relação ao segundo objetivo, o questionário do terceiro encontro da oficina “Física para Crianças” nos dá informações relevantes que permitem tirar algumas conclusões se tal objetivo foi atendido. Claramente as respostas das crianças apontam para uma avaliação positiva, sinalizando que o objetivo foi alcançado, pois todas as crianças responderam, depois das oficinas, que Física pode ser *legal* (em suas palavras) de estudar. Ainda, no mesmo questionário, todas as crianças responderam que gostariam de estudar mais Física; uma vitória para os professores de Ensino Médio acostumados à indiferença de seus alunos em relação à disciplina que os professores querem ensinar.

VII.2 Aperfeiçoamento do projeto

Algumas questões levantadas durante a implementação do projeto apontam alguns pontos que podem ser aperfeiçoados. Tais pontos foram levantados durante a realização do curso de extensão com as professoras e nas entrevistas realizadas com elas após a realização da oficina “Física para Crianças”.

São eles:

- (i) o uso de história da ciência como ferramenta não se mostrou capaz de ligar a vida do cientista com sua obra, quando a opção é encenar um teatro sobre os assuntos abordados nos textos da série *Héros da Física*;
- (ii) os textos das três séries foram considerados, pelas professoras, como escritos em uma linguagem inacessível aos alunos das séries iniciais.

Porém, foi destacado por elas que para as séries finais do Ensino Fundamental, eles têm uma linguagem adequada.

Quanto ao primeiro ponto: dentro do material produzido para esta proposta, poderiam-se incluir roteiros de teatros para serem encenados pelos professores das séries iniciais quando forem introduzir história da ciência aos seus alunos. Tais roteiros devem incluir em seu texto os conceitos físicos envolvidos na vida dos cientistas. Por exemplo, quando se fala de Arquimedes, incluir nos diálogos conceitos como: empuxo, densidade, pressão e assim por diante.

Quanto ao segundo ponto: uma adaptação na linguagem dos textos deve ser feita para que estes possam ser entregues aos alunos das séries iniciais. As professoras produziram um texto que incluía os conceitos envolvidos nos três textos de cada módulo, em uma linguagem que elas julgavam acessível aos alunos das séries iniciais. Como o material desenvolvido neste projeto visa dar os instrumentos aos professores das séries iniciais, a iniciativa das professoras em produzir seus próprios textos mostrou que ele tem a potencialidade para o qual foi planejado.

VII. 3 Divulgação do material

O material produzido para este projeto foi pensado visando o acesso de professores de séries iniciais. Para que o material atinga este público três maneiras são vislumbradas:

1. Publicação de dois números da série *Textos de Apoio ao Professor de Física* do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, cujas primeiras versões encontram-se em anexo;
2. Realização de cursos como os relatados nesta dissertação, em outras instituições;
3. Manutenção de um *site* na *internet* que explique a proposta deste projeto, no qual se disponibilize todo o material necessário para realizá-lo.

As três maneiras são independentes mas podem ser complementares, por isto as três serão implementadas simultaneamente.

Com relação ao *site* na *internet* existe a possibilidade de construir hipermídias com os textos das três séries. Tal hipermídia utilizaria os recursos virtuais que fazem parte da terceira parte de cada módulo. Algumas destas hipermídias já foram desenvolvidas para ensino de Física em nível médio, como o trabalho de mestrado de Valmir Heckler (2004), onde foi implementado o uso de simuladores e imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica.

VII. 4 Extrapolação do projeto

O material produzido para este projeto, o qual será divulgado como mostrado em VII.3, pode ser usado de maneiras diferentes daquelas para o qual foi concebido.

Este material tem a potencialidade de promover um primeiro contato formal de Física para estudantes não só de séries iniciais, como foi o objetivo inicial, mas para qualquer aluno, de qualquer idade. Pode-se usar o material para introduzir Física:

- (i) nas séries finais do Ensino Fundamental;
- (ii) no primeiro ano do Ensino Médio;
- (iii) na Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Com este objetivo foi ministrado um minicurso pelo autor desta dissertação e sua orientadora, durante o II Encontro Estadual de Ensino de Física ocorrido em setembro de 2007, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tal minicurso, com duração de aproximadamente 5h, foi intitulado “Exploração de material de apoio didático para o primeiro contato formal com Física: Fluidos”, tinha por objetivo capacitar professores de Física a usarem o material produzido, durante o primeiro contato formal com Física.

Outra maneira de ampliar o projeto inicial é que outros professores com formação em Física possam ministrar o curso de extensão. Desta maneira, mais professores das séries iniciais poderão ser instrumentalizados para introduzir de maneira prazerosa os primeiros conceitos físicos aos seus alunos, em qualquer idade.

Outra possibilidade, já mencionada no item VII.1, é a de utilização do programa durante a formação dos docentes. Tal iniciativa poderia contribuir tanto na aprendizagem dos conceitos físicos por partes dos professores em formação, quanto na maneira de motivá-los a quererem aprender Física. Pode-se acreditar que, se estes professores tiverem

interesse por ciências naturais, eles terão mais possibilidade de serem bem sucedidos em ensinar Física.

VII.5 Últimas considerações

A proposta que foi apresentada nesta dissertação pode ser avaliada como ter colhido frutos positivos, tanto em relação aos professores de Ensino Fundamental, que tiveram as lacunas de sua formação parcialmente preenchidas, como em relação aos alunos das séries iniciais, que tiveram aulas as quais classificaram como *divertidas*, passando a ver a Física como uma disciplina *legal* e até *fácil*.

Considerando tudo que foi discutido aqui, fica a certeza de que valeu a pena ter aceitado o desafio de planejar, produzir e implementar uma proposta que visou um início do ensino de Física com mais qualidade e prazer, tanto para os professores como para os alunos.

Este desafio parece ter atingido seu objetivo, porém sempre há o que melhorar.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. T. J. *Luz e cores: uma proposta interdisciplinar no Ensino Fundamental* 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- ANTUNES, C. *Manual de técnicas de dinâmica de grupo de sensibilização de ludopedagogia*. Petrópolis: Editora Vozes, 2004.
- ARIZA, R. P.; HARRES, J. B. S. A epistemologia evolucionista de Stephen Toulmim e o ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.19, número especial, p. 70-83, jun. 2002.
- ARRUDA, S. M.; VILLANI, A. Mudança conceitual no ensino de ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 88-99, ago. 1994.
- Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- AXT, R.; BRÜCKMANN, M. E. *Um laboratório de física para o ensino médio*. Porto Alegre: Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993.
- AXT, R.; STEFANNI, M. H.; GUIMARÃES, V. H. *Um programa de atividades sobre tópicos de física para 8ª série do 1º grau*. Porto Alegre: Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990.
- BARBOSA LIMA, M. C.; ALVES, L. de A. Prá quem quer ensinar física nas séries iniciais. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 14, n. 2, p. 146-159, ago. 1997.
- BRUNER, J. S. *Uma nova teoria de aprendizagem*. Rio de Janeiro: Bloch, 1975.
- CAVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BANOS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C. *Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 1998.
- CHALMERS, A. F. *O que é ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1993.
- FERRAZ NETTO, L. *Feira de ciências*. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/>. Acesso em: 15 jul. 2007.
- FEYMANN, R. P. *Física em seis lições*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2001.
- FIGUEREDO, A. *Luz e cores*. São Paulo: FTD, 1997.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- FREITAS, D.; VILLANI, A. Formação de professores de ciências: um desafio sem limite. *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre, v. 7, n. 3, 2002.
- GASPAR, A. *Experiências de ciências para o ensino fundamental*. São Paulo: Editora Ática, 2005.
- GASPAR, A. *Física: eletromagnetismo e física moderna*. São Paulo: Editora Ática, 2000.
- HECKLER, V. *Uso de simuladores e imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica*. 2004. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- HOT Potatoes Home Page. Disponível em: <http://hotpot.uvic.ca/>. Acesso em: 07 abr. 2007.
- LUDOTECA do IFUSP. Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.ludoteca.if.usp.br/>. Acesso em: 07 abr. 2007.
- MATEUS, A. L. *Química na cabeça*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.
- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. *Curso de física*. São Paulo: Scipione, 2000.
- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. *Einstein e a educação*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.
- MEES, A. A.; ANDRADE, C. T. J.; STEFFANI, M. H. *Atividades de ciências para a 8ª série do ensino fundamental: Astronomia, luz e cores*. Porto Alegre: Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.
- MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. O ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental: um estudo das influências das experiências docentes em sua prática em sala de aula. *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre, v. 9, n. 1, mar. 2004a.
- MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. Uma análise das interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre, v. 9, n. 3, dez. 2004b.
- MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora UnB, 1999a.
- MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M. Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciência & Educação*. São Paulo, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.
- MOREIRA, M. A. Ensino de física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 22, n. 1, mar. 2000.
- MOREIRA, M. A. *La epistemología de Toulmin*. Notas de aula da disciplina História e Epistemologia da Física do currículo de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

- MOREIRA, M. A. *Teoria de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999b.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. *A física na formação de professores do ensino fundamental*. Porto Alegre: Ed. Universidade / Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. A física na formação de professores para as séries iniciais. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 14, n. 2, 1992.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. O ensino de física na formação de professores de 1ª a 4ª séries do 1º grau: entrevistas com docentes. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 7, n. 3, p. 171-182, dez. 1990.
- POSNER, G.; STRIKE, K.; HEWSON, P.; GERTZOG, W. Accommodation of scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, v. 66, n. 2, p. 211-227, abr. 1982.
- REDE Internacional de Educação Virtual. Secretaria de Educação à distância do Ministério da Educação. Disponível em: <http://rived.proinfo.mec.gov.br/>. Acesso em: 07 abr. 2007.
- REIS, N. T. O.; GARCIA, N. M. D. Educação espacial no ensino fundamental: uma proposta de trabalho com o princípio da ação e reação. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 3, p. 361-371, set. 2006.
- ROGERS, C. R. *Liberdade para aprender*. Belo Horizonte: Interlivros, 1969.
- SAAD, F. D. *Aonde está a Física?*. São Paulo: Evoluir, 2005.
- SAGAN, C. *O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- SAMAGAIA, R.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma experiência com o projeto Manhattan no ensino fundamental. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 2, p. 259-276, 2004.
- SCHROEDER, C. *Atividades experimentais de física para crianças de 07 a 10 anos*. 2005. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- SCHROEDER, C. *Um currículo de Física para as primeiras séries do ensino fundamental*. 2004. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- SOUZA, M. *Manual do cientista do Franjinha*. São Paulo: Globo, 2002.
- UENO, P. *Física*. São Paulo: Editora Ática, 2005.
- VALADARES, E. C. *Física mais que divertida: inventos eletrizantes baseados em materiais reciclados e de baixo custo*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

VALADARES, E. C. *Newton: A órbita da Terra em um copo d'água*. São Paulo: Odysseus Editora, 2003.

WALKER, J. *O grande circo da Física*. Lisboa: Gradiva, 1990.

WOLLARD, K. *Sabes porquê?* Lisboa: Gradiva Júnior, 1995.

ZANCHETTA, L. Série de quadrinhos trata ciência com humor. *Ciência e Cultura*, v. 57, n. 4, 2005.

ANEXO I

TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

Nº X

2007

**MATERIAL DE APOIO DIDÁTICO PARA O
PRIMEIRO CONTATO FORMAL COM FÍSICA:
FLUIDOS**

Felipe Damasio

Maria Helena Steffani

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Instituto de Física – UFRGS

ISSN XXXX-XXXX

Textos de Apoio ao Professor de Física, v.X, 2007.
Instituto de Física – UFRGS
Programa de Pós – Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

Editores: Marco Antonio Moreira
Eliane Angela Veit

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecária Carla Flores Torres CRB 10/1600)



Impressão: Waldomiro da Silva Olivo
Intercalação: João Batista C. da Silva

Sumário

1. Introdução	
2. Estrutura do material em módulos	
2.1 Aulas de laboratório	
2.2 Textos e técnicas de dinâmicas em grupo	
2.3 Aulas em ambiente virtual	
3. Módulo de Fluidos	
3.1 Roteiro para Laboratório	
3.2 Texto da série “Heróis da Física”.....	
3.2.1 Técnica de exploração intitulada “Autódromo”.....	
3.3 Texto da série “Desvendando os mistérios do cotidiano”.....	
3.3.1 Técnica de exploração intitulada “Bingo”.....	
3.4 Texto da série “Física para Iniciantes”.....	
3.4.1 Exercícios sobre o texto da série “Física para Iniciantes”	
3.5 Roteiro para <i>Internet</i>	
3.6 Roteiro para criação de jogos virtuais	
4. Conclusões	
Referências Bibliográficas	

1. Introdução

A escola desde sempre admitiu uma missão tão desafiadora quanto assustadora: ensinar. A melhor forma de contemplar este objetivo tem sido alvo de pesquisa de inúmeros educadores há muito tempo. Mesmo que não se tenha chegado a um consenso, muitos avanços foram feitos desde então.

O ensino de Ciências, em especial o de Física, tem sido um grande desafio. É preciso romper com o modelo pedagógico vigente na maioria das escolas, onde os conceitos físicos são apresentados de forma abstrata, sem contextualização e, por conseqüência, sem despertar o interesse dos alunos. Para tentar promover um ensino de Física mais prazeroso produziu-se um material sobre tópicos de Física, organizados em módulos independentes de Fluidos e Eletromagnetismo, para serem utilizados no primeiro contato formal com o ensino da Física e/ou Ciências. Este material baseia-se na interação entre história da ciência, relação com o cotidiano, aulas de laboratório e aulas em ambiente virtual.

Este primeiro contato formal com o ensino de Física pode se dar, tanto nas primeiras séries do Ensino Fundamental como em suas séries finais, ou ainda, no primeiro ano do Ensino Médio. Outra possibilidade de ocorrer este primeiro contato formal é na Educação de Jovens e Adultos.

O material pedagógico aqui apresentado pode ser parcialmente utilizado em qualquer desses níveis de ensino e foi pensado para ser usado pelo professor para preparar as aulas do primeiro contato com a Física de seus alunos. No entanto, nada impede que o professor possa o utilizar diretamente com os alunos se julgar adequado. Caso o professor acredite que o material se encontra em linguagem inacessível a alguma turma, fica a critério do professor fazer as modificações necessárias.

O presente número, da série de Textos de Apoio ao Professor de Física, trata do módulo de Fluidos, o outro módulo pode ser encontrado em outro número da mesma série.

2. Estrutura do material em módulos

O material aqui apresentado está estruturado em quatro módulos, que compreendem áreas distintas da Física. Estes módulos têm a intenção de dar instrumentos aos professores que farão a apresentação formal inicial de Física aos seus alunos.

Cada módulo que compõe o programa é estruturado em três partes:

- (i) aulas de laboratório;
- (ii) aulas com formalização teórica através de textos produzidos especialmente para este programa, os quais contêm história da ciência, fenômenos físicos no cotidiano e apresentação de conceitos físicos;
- (iii) aulas em ambiente virtual.

Os módulos, centrados em temas que abrangem diferentes áreas da Física, abordam conceitos relevantes em cada área e procuram promover uma contextualização do tema com o cotidiano do aluno. A Tabela 1 apresenta, resumidamente, os módulos.

Tabela 1 – Descrição dos módulos

Módulos	Conceitos Abordados	Contextualização
Módulo 1 Fluidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Densidade; • Pressão; • Força de empuxo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Como o navio flutua? • Como o submarino sobe e desce? • O ar ocupa lugar no espaço? • O que é pressão atmosférica?
Módulo 2 Eletromagnetismo.	<ul style="list-style-type: none"> • Carga elétrica; • Força elétrica e magnética; • Campos elétrico e magnético; • Corrente elétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Como se formam os raios? • Por que a TV puxa os pêlos dos braços? • Como funciona o forno de microondas? • Como acontece a transmissão de TV, rádio e celular?

2.1 Aulas de laboratório

Em relação às aulas de laboratório, selecionaram-se experiências potencialmente capazes de causar um desequilíbrio nos alunos; desequilíbrio no sentido piagetiano (Moreira, 1999). Para contemplar este objetivo optaram-se por experiências contra-intuitivas, também por estas promoverem a curiosidade, tão importante para facilitar a aprendizagem significativa, como nos mostra a teoria rogeriana (Rogers, 1969).

Outros aspectos também foram considerados na seleção das experiências. O mais importante foi a possibilidade de as próprias crianças fazerem as experiências – a intenção é fazê-las participar ativamente do processo, e não apenas assistirem a sua realização. Quanto ao tipo de material, procurou-se propor experiências que utilizassem materiais de baixo custo e de fácil acesso, para que os experimentos pudessem ser reproduzidos em qualquer cidade, independentemente do seu

tamanho e das condições financeiras da escola. O tempo de execução das experiências também foi outro fator levado em consideração. Foi dada sempre prioridade às experiências de fácil execução, em um tempo mais curto possível.

2.2 Textos e técnicas de dinâmicas de grupo

Textos foram produzidos para uma formalização dos conceitos envolvidos nas experiências. Esta apresentação conta com o auxílio de três textos por módulo, preparados especialmente para este fim. Estes três textos enfocam aspectos diferentes:

- (i) história da ciência (*Heróis da Física*);
- (ii) relação com o cotidiano (*Desvendando os mistérios do dia-a-dia*);
- (iii) introdução formal dos conceitos (*Física para Iniciantes*).

Para estimular a leitura e a interação entre os alunos utilizaram-se, para as duas primeiras séries de textos, dinâmicas de grupo apresentadas por Antunes (2004), com pequenas adaptações. No caso dos textos da série *Heróis da Física* a dinâmica utilizada é conhecida como **Autódromo**. Já para os textos da série *Desvendando os mistérios do dia-a-dia*, a dinâmica proposta é chamada de **Bingo**. No caso da introdução formal de conceitos, uma das melhores formas de explorá-los é com a resolução de exercícios.

A dinâmica conhecida como Autódromo consiste em dividir o número de estudantes em grupos. Em uma sala típica de 28 alunos divide-se, por exemplo, os alunos em quatro grupos de sete componentes; cada componente é identificado, neste exemplo típico, por uma letra de A a G. Cada aluno recebe o texto e determina-se um tempo para leitura individual. Nesta fase o professor orienta a que circulem palavras desconhecidas e sentenças que não tenham entendido. No primeiro caso devem estar disponíveis, na sala, dicionários para consulta dos alunos; no segundo, deve haver uma discussão no grupo de cada dúvida apontada. Para dúvidas não solucionadas pelo grupo, o professor deve ser consultado.

O professor deve preparar antecipadamente quatro folhas por grupo com as seguintes opções em separado: VV (Verdadeiro-Verdadeiro), VF (Verdadeiro-Falso), FV (Falso-Verdadeiro) e FF (Falso-Falso). Também deve preparar previamente conjuntos de questões duplas, em igual número ao de participantes por grupo; no nosso exemplo foram formuladas sete duplas.

Cada conjunto de duas questões deve ser identificado por uma letra, e os alunos correspondentes a esta letra, em cada grupo, devem ler em voz alta as duas questões para o seu grupo.

Exemplificando: vamos supor que comece o jogo com a dupla de questões A. O aluno A de cada grupo recebe a dupla de perguntas e as lê, em voz alta, para o seu grupo. Após a discussão, o grupo escolhe uma alternativa (VV, VF, FV, ou FF) e os alunos A, de todos os grupos, são chamados à frente para apresentar a resposta do seu grupo.

Após a verificação das respostas certas e erradas dos grupos, a dupla de questões tem as respostas corretas reveladas pelo professor, inclusive com a indicação de onde, no texto, poder-se-ia encontrar a resposta ou concluí-la. De maneira idêntica procede-se com as duplas de questões seguintes.

Enquanto ocorre a leitura no tempo combinado, o professor desenha no quadro uma tabela e atribui valores para cada dupla de questões respondidas corretamente. Por exemplo, cada dupla de questões com respostas certas vale 100 pontos.

Uma tabela típica para esta atividade pode ser como a apresentada a seguir.

	100 pontos	200 pontos	300 pontos	400 pontos	500 pontos	600 pontos	700 pontos
Grupo 1							
Grupo 2							
Grupo 3							
Grupo 4							

Tabela para a verificação da pontuação de cada grupo na dinâmica Autódromo da série de textos *Heróis da Física*

A dinâmica intitulada Bingo, utilizada para explorar a série de textos *Desvendando os mistérios do dia-a-dia*, consiste em uma adaptação do conhecido jogo com este nome.

O professor deve preparar, com antecedência, uma série de perguntas simples numeradas sobre o texto, por exemplo, 20; e preparar um número de cartelas igual ao número de alunos de cada turma. Estas cartelas devem conter apenas as respostas, nunca as perguntas.

Ao começar o jogo, o professor sorteia um número que corresponde a uma pergunta e a lê em voz alta. Os alunos devem verificar se a resposta está em sua cartela. Em caso positivo deve marcar com um grão de milho ou de feijão ou de qualquer substituto. Como no jogo de Bingo, ganha aquele aluno que primeiro preencher uma fila ou coluna. As respostas devem ser verificadas e discutidas com toda turma. Caso haja discordâncias entre a marcação do aluno e as respostas corretas, o jogo deve continuar até que um aluno preencha de maneira correta uma linha ou coluna da cartela.

Os exercícios propostos para explorar a série de textos *Física para Iniciantes*, onde se faz a introdução formal de conceitos devem ser resolvidos pelos alunos e, após esta resolução, discutidos com os demais alunos e o professor.

2.3 Aulas em ambiente virtual

Devido à utilização de animações e *softwares* interativos ser cada vez mais incentivada para o ensino de Física, justifica-se que se utilize um tempo para que ocorra esta interação com o ambiente virtual. Na *internet* tem-se disponível uma quantidade de *softwares* do tipo *JAVA Appletts* e *Flash* com acesso gratuito. Os elementos interativos em *JAVA Appletts* ou *Flash* selecionados para cada módulo não foram desenvolvidos para este material pedagógico, tão pouco pelos seus autores. Estes elementos interativos foram desenvolvidos no Brasil, e fora dele, para qualificar o ensino de Física. Fez-se uma busca na *internet* com o objetivo de selecionar animações e/ou simulações apropriadas aos propósitos deste material.

Estão disponíveis, em cada módulo, roteiros para encontrar as animações interativas selecionadas e sugestões de como melhor explorá-las, inclusive com tarefas a serem realizadas pelos alunos, com perguntas a serem respondidas em folhas de papel.

Para que os estudantes interajam cada vez mais com os conceitos envolvidos nas experiências em laboratório e virtuais, propõe-se que eles criem jogos virtuais com a utilização de um software que serve para este fim. Trata-se do software *Hot Potatoes version 6*, que se encontra disponível para acesso gratuito na rede mundial de computadores. Com o auxílio deste software é possível construir jogos do tipo perguntas e respostas, inserindo comentários a cada resposta certa ou errada. Outra opção, muito atraente e divertida, é a criação de jogos do tipo cruzadinha, onde os próprios alunos criam as perguntas e formulam as respostas.

3. Módulo de Fluidos

O material deste módulo, que está reproduzido neste capítulo, é apresentado na ordem que se aconselha de apresentação aos alunos, e é formado por:

- Um roteiro de laboratório, onde os próprios alunos devem realizar suas experiências;
- Um texto da série *Heróis da Física*, intitulado: *Arquimedes: um cientista e sua obra que sobrevive ao tempo*;
- O material para o desenvolvimento da técnica “Autódromo” que visa explorar o texto da série *Heróis da Física*;
- Um texto da Série *Desvendando os mistérios do dia-a-dia*, intitulado: *E o navio flutua... Mesmo sendo feito de metal*;
- O material para o desenvolvimento da técnica “Bingo” que visa explorar o texto da série *Desvendando os mistérios do dia-a-dia*;
- Um texto da Série *Física para Iniciantes*, intitulado: *Física para Iniciantes – Introdução à Hidrostática*;
- Uma lista de exercícios que visa explorar o texto da série *Física para Iniciantes*;
- Uma sugestão de atividade para aulas em ambiente virtual intitulada *Aprendendo Física na Internet*;
- Um roteiro para criação de jogos virtuais intitulado *Roteiro para Criação de Jogos Virtuais*.

Roteiro para Laboratório de Fluidos

Experiência 1 → O ar ocupa lugar no espaço.

Material necessário

- Uma garrafa plástica vazia;
- Um pedaço de papel.

Procedimentos

- Abrir a garrafa e colocá-la na posição horizontal;
- Colocar um pedaço de papel na forma de bolinha um pouco menor que a boca da garrafa;
- Colocar a bolinha na boca da garrafa;
- Pedir aos alunos que, soprando a bolinha, tentem colocá-la dentro da garrafa.

Discussão

- Quando a garrafa está na horizontal, não é possível empurrar a bolinha para dentro da garrafa apenas soprando-a. Para que a bolinha entre, é necessário que o ar, que já estava dentro, saia; mas como a única abertura está na boca da garrafa, e esta está obstruída, a bolinha não entra porque o ar não sai.

Experiência 2 → Pressão atmosférica que empurra - vencendo a gravidade com a ajuda da pressão atmosférica.

Material necessário

- Uma garrafa plástica vazia;
- Estilete ou tesoura;
- Água suficiente para preencher o volume da garrafa.

Procedimentos

- Fazer um pequeno furo na parte de baixo da garrafa ou na lateral, próximo à base;
- Encher a garrafa com água, mantendo um dedo sobre o furo feito na garrafa;
- Ainda com o dedo no furo, fechar a garrafa com sua tampa;
- Destampar a garrafa, retirar o dedo do furo e perceber que escorre a água pelo furo;
- Encher novamente a garrafa com o dedo sobre o furo;
- Fechar a garrafa com a tampa, tirar o dedo do furo e notar que a água não escorre mais.

Discussão

- Quando a garrafa está destampada a pressão atmosférica consegue empurrar a água para baixo, e esta consegue escorrer pelo furo. Quando tampamos a garrafa a pressão atmosférica não consegue mais empurrar a água, pois a pressão dentro da garrafa fica menor que a atmosférica; logo, esta tentará empurrar a água para dentro através do furo. Assim, a água não consegue sair porque a pressão atmosférica é maior que a exercida pela força peso.

Experiência 3 → A água não cai - vencendo a gravidade com a ajuda da pressão atmosférica.

Material necessário

- Um copo de vidro;
- Uma folha de papel do tipo A4;
- Água para preencher o volume do copo.

Procedimentos

- Colocar água no copo até quase transbordar;
- Colocar a folha de papel sobre o copo completamente cheio de água, pressionando-a com a palma da mão levemente contra a borda;
- Girar o copo com o cuidado até que ele fique com a boca para baixo, mantendo sempre a folha de papel pressionada com a palma da mão contra a borda do copo;
- Retire lentamente a mão, sem que a folha se mova, e observar que devido à presença da folha de papel a água não cairá.

Discussão

- Quando o copo está destampado a água cai devido ao seu peso. Quando tampamos o copo com a folha de papel e o viramos, a pressão do ar remanescente dentro do copo é menor que a atmosférica; logo, esta tentará empurrar a água para dentro. Assim, a água não consegue sair porque a pressão atmosférica é maior que a exercida pela força peso.

Experiência 4 → Garrafa com dois furos - a pressão é maior onde?

Material necessário

- Garrafa plástica;
- Estilete ou tesoura;
- Água para preencher o volume da garrafa.

Procedimentos

- Com o estilete ou a tesoura fazer dois pequenos furos iguais nas laterais da garrafa em alturas diferentes;
- Mantendo os furos tampados, encher o volume da garrafa com água;
- Destampar os furos simultaneamente e perceber os jatos de água que saem;
- Quanto mais próximo da base da garrafa, mais longe espirra a água;
- Logo, a pressão é maior quanto maior a coluna de água acima do ponto.

Discussão

- A pressão exercida sobre um ponto qualquer devido a um fluido é diretamente proporcional à sua densidade, à gravidade local e à coluna de fluido acima do ponto. Na experiência pode-se perceber que, de fato, a pressão está relacionada com a coluna de fluido acima do ponto, pois quanto maior a coluna do fluido acima do furo, mais longe a água espirra.

Experiência 5 → A forma decide quem flutua.

Material necessário

- Recipiente transparente semelhante a um aquário (de vidro ou plástico);
- Massinha de modelar.

Procedimentos

- Encher o recipiente transparente com água;
- Moldar uma porção de massinha de modelar de forma aproximadamente esférica e colocá-la na água;
- Moldar a mesma massinha (ou outra com aproximadamente a mesma massa) na forma de canoa, colocando-a também na água;
- Observar que no primeiro caso a massinha afunda;
- No segundo caso a massinha flutua, mesmo que ambas tenham a mesma massa.

Discussão

- Esta experiência mostra que o que decide se um corpo flutua ou não, não diz respeito à quantidade de massa do corpo. O que decide é a sua densidade em relação ao fluido no qual se coloca o corpo. Por isto, um navio, mesmo sendo feito de chapas de metal, consegue flutuar na água. Pode-se dizer que a densidade média do navio não é a densidade das chapas de metal e sim a da casca de metal mais o ar que a preenche, resultando uma densidade média menor que a da água devido à sua forma.

Experiência 6 → É *light* ou normal?Material necessário

- Recipiente transparente semelhante a um aquário (de vidro ou plástico);
- Uma lata de refrigerante normal;
- Uma lata de refrigerante *light* da mesma marca que o normal.

Procedimentos

- Encher o recipiente transparente com água;
- Colocar a lata de refrigerante normal no fundo do recipiente;
- Colocar a lata de refrigerante *light* no fundo do recipiente;
- Observar que no primeiro caso a lata permanece no fundo;
- No segundo caso a lata flutuará, mesmo tendo o mesmo volume que a do refrigerante normal.

Discussão

- Como já discutido, o que decide se um corpo flutua ou não é sua densidade em relação ao fluido. No caso do refrigerante normal, feito com açúcar, a densidade é maior que a da água, portanto, afundando. No caso do refrigerante *light*, feito com adoçante, a sua densidade é menor que da água; sendo assim ele flutua.
Observação: Devido à diferença entre fabricantes de refrigerantes faz-se necessário testar as latas antes da realização da experiência.

Experiência 7 → Construindo um submarino.Material necessário

- Garrafa de plástico de refrigerante vazia;
- Massinha de modelar;
- Tampa de caneta sem furo na ponta (ou usar massinha para tampar o furo);
- Copo de vidro ou plástico.

Procedimentos

- Encher o copo com água;
- Com tentativas, colocar certa quantidade de massinha na ponta da alça da caneta;
- Colocar a tampa com a massinha na posição vertical no copo, alterando a quantidade de massinha até que tampa com a massinha flutue no copo;
- Reserve a tampa com massinha que flutuou;
- Encher o máximo possível a garrafa plástica com água;
- Colocar dentro da garrafa a tampa de caneta com massinha que flutuou anteriormente, também na posição vertical;

- Observar que a tampa com massinha também flutua na garrafa com água;
- Tampar a garrafa, apertá-la e verificar que a tampa da caneta com massinha agora afunda, enquanto a garrafa é mantida pressionada;
- Quando não houver mais pressão sobre a garrafa, a tampa com a massinha sobe.

Discussão

- Esta experiência reproduz o funcionamento de um submarino. O submarino tem tanques que se enchem de ar para que ele flutue (a densidade do submarino tem que ser menor que da água); quando o submarino desce, aumenta-se sua densidade, enchendo seus tanques com água.

Na experiência, quando a garrafa não está pressionada, a tampa de caneta está quase completamente cheia de ar; assim sua densidade é menor e ela flutua. Quando pressionada a garrafa, parte do interior da tampa se enche de água, aumentando a sua densidade, e ela afunda.

Experiência 8 → Movimento devido à diferença de pressão – usando seringa.

Material necessário

- Seringa de plástico de 20 ml, sem agulha.

Procedimentos

- Puxar o êmbolo da seringa com a ponta desobstruída;
- Retornar o êmbolo para a posição original;
- Puxar o êmbolo da seringa colocando o dedo na ponta;
- Observar que no primeiro caso, soltando-se o êmbolo, este fica parado;
- Observar que no segundo caso, ao soltar o êmbolo, o mesmo volta para posição original.

Discussão

- Esta experiência exemplifica o movimento de matéria devido à diferença de pressão. A matéria sempre irá se mover da maior pressão para a menor, para tentar manter o equilíbrio. Como no segundo caso a pressão atmosférica é maior que a do ar dentro da seringa, a pressão atmosférica irá empurrar o êmbolo até que as pressões do ar dentro e fora se tornem iguais.

Experiência 9 → Papéis e o movimento surpreendente.

Material necessário

- Duas folhas de papel A4.

Procedimentos

- Segure as duas folhas na posição vertical, paralelas e na parte de cima, com uma distância de aproximadamente 15 cm;
- Sopre entre elas à meia altura;
- Observar que, ao invés de elas se afastarem, se aproximam.

Discussão

- Quando soprarmos entre as folhas, a pressão do ar entre elas diminui. Assim, a pressão atmosférica, que é maior no entorno das folhas, as empurra para dentro.

Arquimedes: um cientista e sua obra que sobrevive ao tempo

Felipe Damasio

profbolla@uol.com.br

1) Introdução

Poucas obras sobrevivem ao julgamento da história. Mesmo grandes teorias e seus autores padecem com o passar dos séculos. Não é o caso de nosso personagem que viveu antes mesmo de Jesus nascer.

Os fatos que vamos conhecer neste texto ocorreram em uma ilha do mar Mediterrâneo há mais de 2200 anos, e o como não terem sido esquecidos, dá uma mostra de quão interessantes estes fatos foram.

O personagem principal que será o nosso protagonista é nada mais nada menos que **Arquimedes de Siracusa**.

Para apresentá-lo poderíamos chamá-lo de “um dos maiores - se não o maior - matemáticos de todos os tempos”, ou ainda, quem sabe, de “fundador da mecânica”, ou talvez alguém prefira “quem deu início à hidrostática”. Mas Arquimedes foi tudo isto e muito mais. É impossível em uma frase definir a vida deste grande homem; mesmo um texto poderia não ser suficiente; talvez fossem necessários vários volumes.

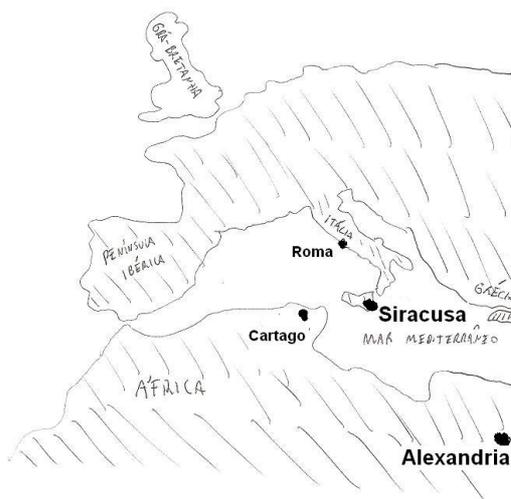
Mas, sem dúvida, vamos deixar dito que ele foi um dos primeiros e, até hoje, dos mais importantes contribuintes para que a ciência tenha se desenvolvido até a era dos submarinos e das prensas hidráulicas. Ou vamos dizer apenas que ele foi Arquimedes de Siracusa, isto basta!!!!

2) As cidades de Arquimedes

Arquimedes nasceu em uma colônia grega, às margens do mar Mediterrâneo, na ilha chamada Sicília, que hoje pertence à Itália. O local era uma cidade-estado chamada **Siracusa**.

Seu nascimento se deu em 287 a.C. Nesta época Siracusa – apesar de ser colônia grega – se encontrava geograficamente entre duas potências, de um lado **Cartago**, de outro **Roma**. Esta instável situação levou a conflitos em que Arquimedes se mostrou um hábil construtor de máquinas militares, a exemplo do que faria outro gênio da história cerca de 1500 anos depois, **Leonardo da Vinci**.

A única vez que Arquimedes deixou Siracusa foi quando estudou em Alexandria, que fica no atual Egito. Esta foi a maior cidade do mundo antigo, fundada por um aluno de **Aristóteles** – Alexandre, o Grande. A cidade foi herdada por um de seus generais – Ptolomeu – após a morte prematura, em condições suspeitas, de Alexandre na **Babilônia**.



Ptolomeu tinha rara consciência, mesmo para os dias atuais, da importância da ciência para uma civilização. Ele fez construir a maior biblioteca do mundo antigo - dizem que com mais de meio milhão de livros. Ninguém sabe muito sobre ela porque pouco sobrou depois de um gigantesco incêndio.

Como se não bastasse, Ptolomeu ainda fundou uma espécie de avó de nossas universidades, por volta de 300 A.C., que ficou conhecida na história como **MUSEU**. Nesta instituição o governo financiava pensadores e cientistas para que pudessem criar e ensinar, sem se preocupar com mais nada além de gerar e passar conhecimento. Foi para estudar no Museu que Arquimedes foi à Alexandria. Em torno do que se fez no Museu girou a cultura ocidental por mais de mil anos, e até hoje sentimos sua influência. Ficam aqui os nossos parabéns a Ptolomeu. De fato investir em ciência vale cada centavo gasto e por isto, até hoje, falamos nele.

Para se ter idéia de como era difícil viajar na época de Arquimedes, em uma viagem da Sicília até o Egito, que hoje leva poucas horas, Arquimedes levou vinte dias. Talvez por isto possamos entender porque ele saiu apenas uma vez de Siracusa durante toda a sua vida.

Sem dúvida, Arquimedes teve certeza de ter valido a viagem quando chegou à Alexandria. Esta era o que chamamos hoje de metrópole, com portos movimentados, gente de todos os cantos, falando idiomas diferentes, mercados abastecidos com produtos de todo o mundo conhecido à época - um sonho de cidade para um jovem estudante.

Muito provavelmente Arquimedes foi estudar na escola de matemática, fundada por outro gênio – **Euclides**. Tanto Euclides como Arquimedes têm suas obras estudadas por todos os estudantes no colégio, sejam nas aulas de física ou matemática.

Na escola de matemática tornou-se muito amigo de **Eratóstenes**, aquele que mediu o raio da Terra com incrível precisão - um erro de menos de 5 %. Sabe quais foram os instrumentos que Eratóstenes usou para medir o raio da Terra? Duas varetas! Mas isto é outra história.

3) A alavanca de Arquimedes

Hoje em dia a palavra *alavanca* é tão de uso comum que nem paramos para pensar sobre o que vem a ser isto. Mas o primeiro que parou, pensou e utilizou foi, adivinhem...BINGO!!!! Arquimedes.

Quando voltou à Siracusa, ficou muito amigo do rei **Hieron**. Os dois conversavam muito sobre vários assuntos, inclusive sobre as máquinas de Arquimedes, que pareciam malucas.

Certo dia, em uma conversa informal entre os dois, Arquimedes afirma que se tivesse um outro planeta onde apoiar uma alavanca conseguiria mover a Terra. Pode-se imaginar a gargalhada que o rei deva ter dado ao ouvir a pretensão de seu súdito-amigo. Mas para dar um voto de confiança o rei propôs um desafio, até que modesto, para quem pretendia mover o próprio planeta.

Eis o desafio do rei: em sua frota tinha um navio tão grande que mesmo em águas profundas era difícil de locomovê-lo. Mas como ele estava no porto da cidade, sua locomoção se tornava difícilíssima. Então o rei desafiou Arquimedes para que, sozinho, utilizando apenas suas máquinas, conseguisse mover o navio de seu local.

Lógico que Arquimedes aceitou o desafio, e pode-se pensar como a cidade ficou em polvorosa quando a notícia se espalhou. Será que Arquimedes conseguiria sozinho mover um enorme e pesadíssimo navio atracado no porto?

Então Arquimedes preparou sua manivela, enrolando cordas em torno de uma hélice. Iria usar apenas a força de uma de suas mãos na sua tentativa.

O rei marcou o dia! Para aumentar ainda mais o desafio, mandou que o navio fosse carregado com sua carga máxima além do número possível de tripulantes.

Será que Arquimedes conseguiu mover o enorme navio usando apenas uma das mãos e o princípio da alavanca?

TOBAN TOBAN TOBAN
TOBANNNN!!!

SIM!!! SIM!!! SIM!!! O navio se moveu para surpresa de toda a cidade, e de quem ouviu esta história mais de dois milênios depois. Foi uma das primeiras vitórias da ciência sobre a descrença!

O princípio por trás deste grande feito de Arquimedes é simples. Para entender pense em uma gangorra. Agora que você já pensou na gangorra, pode se perguntar: será possível uma pessoa de 100kg equilibrar a gangorra com uma outra de 50kg?

A resposta é sim, e a explicação é o princípio da alavanca. Para a pessoa de 100kg equilibrar a de 50kg na gangorra, basta a de 50kg estar o dobro da distância do ponto de apoio da gangorra que a de 100kg. A distância deve ser o dobro, exatamente porque sua massa é a metade, se sua massa fosse um terço, o corpo de menor massa teria que estar a uma distância três vezes maior.

Quando Arquimedes disse que poderia mover a Terra era nisso que ele pensava. Quanto maior a distância da força que ele fizesse para mover a Terra do ponto de apoio, menor esforço que ele teria. Para tanto a Terra teria que estar a uma distância pequena do ponto de apoio.

4) A coroa do rei: outro desafio a Arquimedes

Para satisfazer sua vaidade, o rei encomendou a um artesão, uma coroa de ouro, entregando-lhe para tanto uma certa quantidade de ouro maciço, vamos supor que 3 kg.

Quando recebeu a coroa o rei ficou muito satisfeito com sua beleza. Porém tinha uma desconfiança: ela não lhe parecia só de ouro. Mandou chamar o artesão, e este negou que tenha usado qualquer outro metal na coroa que não fosse o ouro entregue pelo rei. Mas o rei continuava desconfiado que o artesão tivesse misturado ao ouro outro metal.

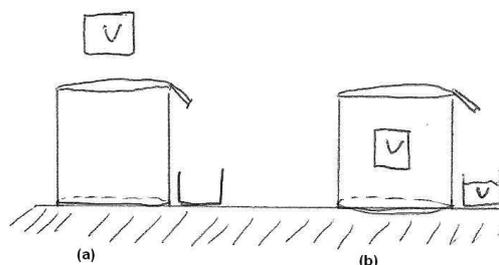
Mas como provar suas desconfianças, se a coroa tinha os mesmos três quilogramas que do ouro entregue ao artesão? Mais uma vez o rei apelou ao intelecto de Arquimedes para resolver este problema, um grande e delicado problema: comprovar a inocência ou a culpa do artesão.

Ao aceitar o desafio, Arquimedes não poderia imaginar que o que estaria por descobrir seria utilizado mais de 2200 anos depois para fabricar de submarinos a balões.

Quando Arquimedes se concentrava em um problema, ele o fazia pra valer. Muitas vezes se esquecia de comer e até de tomar banho – Que fedor!!!! Para resolver este mal cheiroso problema os escravos de Arquimedes o levavam ao banho público; tinham que despi-lo e encher sua banheira até a borda antes que ele entrasse.

Em uma destas ocasiões, enquanto Arquimedes pensava no desafio da coroa do rei, ele percebeu algo que mudou para sempre nossa história. O que ele viu foi simples. Quando ele mergulhava algum objeto em uma banheira completamente cheia de água, certa quantidade de água derramava. Com um pouco de perspicácia, notou que a quantidade de água que derramava era a mesma que o volume do corpo que entrava. Trocando em miúdos, se entra um volume igual a uma mão, a quantidade de água derramada é igual ao volume da mão; se entra um corpo humano inteiro, o volume derramado é maior, e igual ao volume do corpo humano inteiro.

Lembre-se que volume é a quantidade de espaço que um corpo ocupa.

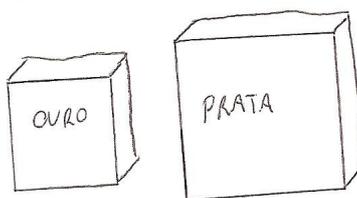


Em (a) recipiente completamente cheio de água. Quando se introduzir um volume sólido V dentro do líquido (b), o volume que transborda de líquido é exatamente o volume V do sólido que entrou.

Quando Arquimedes se deu conta disto, ele não se conteve de felicidade e saiu por Siracusa peladão mesmo gritando: EUREKA!!! EUREKA!!! que, em grego, quer dizer algo como “descobri”.

Agora para resolver o desafio da coroa do rei ficou simples – pelo menos para Arquimedes – pois, ele sabia que a concentração de massa do ouro é diferente da prata, com a qual ele desconfiava que o artesão tivesse misturado o ouro da coroa real. Funciona assim: uma certa massa de ouro ocupa um volume menor que a mesma massa de prata. Assim, se mergulharmos três quilos de ouro, o volume derramado será menor que quando mergulharmos três quilos de prata, isto porque a massa do ouro é mais concentrada – dá-se o nome de **densidade** a esta concentração de massa.

Dois sólidos de mesma massa, um de ouro outro de prata



O de ouro ocupa menor espaço (volume) porque tem mais massa concentrada (densidade), o de prata ocupa maior volume pois tem menor densidade.

Então para tirar a dúvida, era só mergulhar uma massa de ouro maciço de três quilogramas – que ele pegou emprestado do rei - e medir o volume da água derramada. A seguir, mergulhar a coroa na água e medir o volume derramado por esta. Se a coroa fosse de ouro maciço, ela derramaria a mesma quantidade de água da amostra de ouro; ao passo que se derramasse mais água significaria que a coroa entregue pelo artesão não era de ouro maciço.

O que será que aconteceu??? Façam suas apostas!!!!

A quantidade de água derramada era maior quando se mergulhava a coroa em comparação a quando se mergulhava o ouro puro!

Conclusão: a coroa não era feita de ouro puro, era uma mistura de ouro e prata e o artesão tentou trapacear o rei.

Aqui se fundou a hidrostática, uma das partes mais importantes da Física. Após as descobertas de Arquimedes, a hidrostática teve que esperar mais de 1800 anos para que outro cientista continuasse a descobrir coisas a seu respeito: trata-se do francês Blaise Pascal que descobriu o princípio que leva seu nome. Mas isto é outro papo, fica prá próxima.

5) Arquimedes e suas máquinas de guerra

Como você já sabe, Siracusa estava entre as duas grandes potências militares da época, Roma e Cartago. O rei sabia que era uma questão de tempo para que a cidade entrasse em guerra com uma das duas potências. Por isto Hieron encomendou a Arquimedes máquinas para defender a cidade de uma possível invasão, que parecia inevitável.

Mesmo relutante Arquimedes aceitou a encomenda do rei, e projetou diversas máquinas de guerra para defender sua cidade.

O rei Hieron não viveu para ver as máquinas de guerra serem usadas, porque morreu antes de elas serem utilizadas em uma guerra em que seu reinado se envolvesse.

A guerra que Hieron previra só ocorreu quando seu herdeiro foi assassinado por **Hipócrates**, que tomou o poder através de um golpe.

Roma ficou furiosa com o fato de Hipócrates ser aliado de Cartago. Para punir uma Siracusa abandonada por Cartago, Roma mandou uma legião de soldados comandados por um de seus grandes generais, **Marcellus**, para invadir e destruir Siracusa.

Apesar do grande poderio bélico romano, Siracusa conseguiu se defender devido às engenhocas projetadas por Arquimedes. Uma destas máquinas seria um espelho enorme que refletia o Sol, concentrando a luz que dele provinha em cima dos navios romanos, e estes pegavam fogo, da mesma forma que podemos queimar folha seca com uma lupa.

Como Marcellus não conseguia vencer as engenhocas de Arquimedes decidiu vencer Siracusa no cansaço. Cercou a cidade e esperou um vacilo das tropas que defendiam a cidade para poder invadir. A espera de Marcellus deu certo em 212 A.C., após três anos de cerco. Quando a guarnição de Siracusa estava desatenta, as legiões romanas conseguiram invadir Siracusa e destruí-la. A ordem era para que não poupassem nenhum homem adulto da cidade. O único que Marcellus queria poupar era exatamente Arquimedes, o que infelizmente não aconteceu.

Na invasão, um soldado romano desobedecendo à ordem de Marcellus matou Arquimedes encerrando de forma trágica uma das mais fantásticas histórias de todos os tempos, a história de Arquimedes de Siracusa.

6) Referências Bibliográficas

BENDICK, J. "Arquimedes – uma porta para a ciência". São Paulo: Odysseus Editora, 2002.

CHERMAN, A. "Sobre os ombros de gigantes: uma história da física". Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2004.

COX, M. "Leonardo da Vinci e seu supercérebro". São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

SIMMONS, J. "Os 100 maiores cientistas da história: uma classificação dos cientistas mais influentes do passado e do presente". Rio de Janeiro: DIFEL, 2002.

TINER, J. H. "100 cientistas que mudaram a história do mundo". Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

Duplas de questões para a técnica “Autódromo” para exploração do texto da série
***Heróis da Física* do módulo de Fluidos:**

Pergunta A

- 1) A cidade de Arquimedes – Siracusa - era uma cidade-estado grega. Ficava na Grécia, portanto.
- 2) Arquimedes foi aluno de Euclides, seu grande mestre.

Pergunta B

- 3) Arquimedes foi estudar em Alexandria, pois esta era a capital da Grécia.
- 4) A densidade de um corpo depende apenas de sua massa.

Pergunta C

- 5) Museu de Alexandria era muito importante para os gregos, pois guardava todos os seus achados arqueológicos.
- 6) Para mover grandes massas – como o navio - Arquimedes usou o princípio da alavanca, usando apenas cordas e outros utensílios simples.

Pergunta D

- 7) Eratóstenes, amigo de Arquimedes, mediu o raio da terra usando geometria e duas varetas.
- 8) O rei Hieron de Siracusa não gostava de Arquimedes, por isto o desafiava constantemente.

Pergunta E

- 9) Por ser menos denso que a prata, a mesma massa de ouro deve derramar menos água que a de prata, quando ambos são colocados em um recipiente completamente cheio de água.
- 10) Espelhos esféricos concentram raios de luz solar em um ponto específico quando a luz reflete neles com raios paralelos.

Pergunta F

- 11) Massas iguais sempre deslocam volumes de água iguais quando totalmente submersos.

- 12) A coroa do rei derramou menos água, pois tinha uma massa menor que o ouro puro maciço entregue ao artesão.

Pergunta G

- 13) Com a ajuda das máquinas de Arquimedes o povo de Siracusa venceu as legiões de Marcellus, expulsando-os de volta para Roma.
- 14) Mesmo dois corpos de mesma massa podem deslocar volumes diferentes quando totalmente submersos se suas densidades forem diferentes.

E o navio flutua... Mesmo sendo feito de metal

Felipe Damasio

profbolla@uol.com.br

1) Introdução

No final do filme “Os Normais” os personagens interpretados pela atriz Fernanda Torres e pelo ator Luís Fernando Guimarães têm um diálogo interessante:

- Rui (Luís Fernando Guimarães), navio é uma coisa estranha né?!
- Por que Vani (Fernanda Torres)?
- Como pode uma coisa ser feita de ferro e ainda flutuar?

Este diálogo é parte de uma obra de ficção, mas bem que poderia fazer parte da vida real. Para muitos é uma pergunta sem resposta.

Se você faz parte deste grupo, irá deixá-lo depois de ler este texto.

2) Peso, massa e densidade.

Para entender qual fator é importante para que um corpo venha a flutuar ou afundar é necessário conhecer bem a diferença entre estes três conceitos da física.

Massa é medida em kilogramas (kg) no sistema internacional de unidades (S.I.). A massa é uma propriedade do corpo, ela não muda. Sua massa é a mesma aqui e na Lua. Assim, se você tiver 60 kg na Terra vai ter 60 kg em todos os pontos do universo.

Peso é uma força; sua unidade no S.I. é o Newton. O peso depende da aceleração da gravidade do local e é dado por: $\text{peso} = \text{massa} \times \text{aceleração da gravidade}$. Assim, seu peso muda de acordo com a mudança da aceleração da gravidade local. Exemplificando: se na Terra um corpo tem massa de 10 kg, seu peso será $10 \times \text{gravidade na Terra}$ – a aceleração na superfície da Terra é de aproximadamente 10 m/s^2 - $10 \times 10 = 100 \text{ N}$. Na Lua, onde a aceleração da gravidade é cerca de $1,6 \text{ m/s}^2$, o peso do corpo será $10 \times 1,6 = 16 \text{ N}$. Isto explica a facilidade de os astronautas pularem na superfície lunar mesmo carregando roupas pesadíssimas. A força que os puxa para baixo é bem menor do que a força que os puxaria na Terra.

Um erro muito comum é dizer “eu peso 55 kg”. Na verdade você deveria dizer: “minha massa é 55 kg”, ou “meu peso na superfície da Terra é 550N”. Lembre disto quando medir sua massa na farmácia antes de reclamar que engordou!!!!

Densidade é a grandeza física que expressa a concentração de massa de um corpo. Quanto mais concentrada a massa, maior sua densidade.

Responda rápido!!!!

Quem tem maior massa: 1 kg de ferro ou 1 kg de pena?

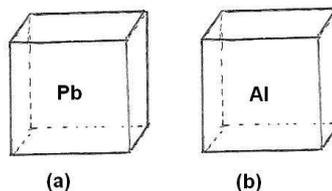


Claro que os dois têm a mesma massa – 1 kg – porém esta pergunta pega muita gente desprevenida, pois a massa do ferro é mais concentrada que a massa da pena, e muitos respondem que 1 kg de ferro tem maior massa que 1 kg de pena.

Na verdade o ferro tem alguma coisa maior que as penas neste exemplo, trata-se da concentração da massa. 1 kg de ferro ocupa menos lugar que 1 kg de pena, assim sendo, sua concentração é maior. Um físico diria: “a densidade do ferro é maior que a das penas”. Mas, para nós, vamos apenas dizer que a concentração de massa do ferro é maior que a das penas.

Se tivéssemos dois cubos de mesmo volume – que ocupam a mesma quantidade de espaço – o que tem maior densidade vai ter maior massa. Vamos usar os dois cubos a seguir:

Dois cubos de mesmo volume



Em (a) a massa é maior que em (b), devido ao fato da concentração de massa (densidade) ser maior no chumbo que no alumínio.

O chumbo (Pb) tem densidade maior que o alumínio (Al). Como os dois cubos têm o mesmo volume e a concentração de massa do chumbo é maior, os cubos, apesar de terem o mesmo tamanho, têm massas diferentes, onde a do chumbo é maior que a do ferro.

Sendo assim, a densidade de um corpo tem a ver com a sua massa e seu volume; quanto maior a massa por volume, maior a densidade.

3) Uns corpos afundam, outros flutuam.

Claro que você já percebeu que alguns corpos flutuam e outros afundam. Uma bolinha de isopor flutua, uma moeda de alumínio afunda.

A explicação para este fato claramente não está na quantidade de massa do corpo em questão. Vejamos um exemplo para provar isto: uma moeda de alumínio de alguns gramas afunda, ao passo que um *iceberg* de toneladas flutua.

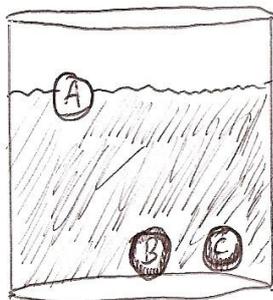
Então não são os corpos pesados que afundam e os leves que flutuam?

NÃO!!!!

Então o que será que explica por que uns corpos afundam e outros flutuam? Fácil, sua densidade.

Funciona assim: se a densidade do corpo é maior que a do líquido (água, por exemplo) o corpo irá afundar – o alumínio tem densidade maior que a água, por isto a moeda feita de alumínio afunda na água. Se a densidade do corpo é menor que a do líquido ele irá flutuar – o *iceberg* é feito de gelo, que tem densidade menor que a água, por isto um *iceberg* flutua na água.

A próxima figura mostra três bolinhas de mesmo volume e massas diferentes.



A bolinha A é feita de um material de densidade menor que a densidade do líquido. As bolinhas B e C, mesmo sendo feitas de materiais diferentes afundam, pois os materiais de que são feitas têm densidade maior que a do líquido.

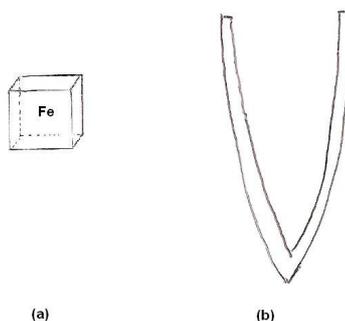
4) Navio flutuante.

Até agora tudo bem, corpos feitos de materiais menos densos que a água flutuam, e os feitos com materiais mais densos afundam. Mas e o navio? Ele é feito de metal – metal é mais denso que a água – e mesmo assim o navio flutua. Como ele pode flutuar?

Este mistério é resolvido em uma palavra: FORMA. É a forma do navio que explica o fato de ele flutuar na água.

Se o navio fosse feito apenas de metal, sua densidade seria igual a do metal, logo ele afundaria. Mas como você pode ver na figura a seguir, a forma do navio é de uma pequena “casca”, completamente cheia de... AR!!!

Dois corpos feitos com a mesma massa de Ferro (Fe)



Em (a) o corpo é maciço, logo a densidade do corpo é igual ao do ferro, portanto maior que da água. Em (b) a densidade do corpo é uma mistura da "casca" de ferro e da grande quantidade de ar dentro dela, sendo assim a densidade em (b) irá ser diferente do ferro que compõe a casca, sendo a densidade do corpo menor que da água.

Logo, a densidade do navio não é a densidade do metal que compõe a sua "casca". A densidade do navio é composta desta parte de metal e de todo o ar dentro do navio. Como a quantidade de metal é muito pouca comparada com a quantidade de ar, a densidade média do navio acaba por ser menor que a da água, pois a densidade do ar é MUIIIITOO menor que da água. Então o navio flutua devido à sua densidade média ser menor que a da água, e isto se deve à sua forma, composta de uma grande casca fina de metal preenchida por uma enorme quantidade de ar.

5) Submarino

O caso do submarino é mais complicado porque ele, por vezes, flutua e por vezes afunda. Como você já sabe, para flutuar o corpo deve ter densidade menor que da água; para afundar, maior.

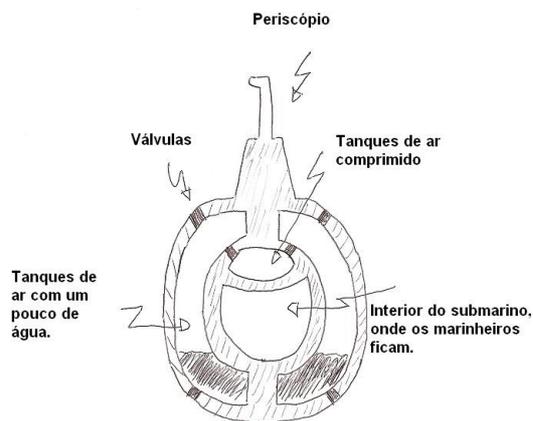
Então, como o submarino ora afunda ora flutua, ele deve ser capaz de mudar de densidade, certo?

CERTÍSSIMO!!!!

Mas como isto é possível?

Simples, o submarino tem tanques internos. Quando ele quer flutuar (para isto deve ter densidade menor que da água) estes tanques estão cheio de ar.

Quando o submarino quer afundar (para isto ele deve ter densidade maior que da água) ele enche estes tanques de água, ficando a densidade média do submarino maior que da água.



Quando ele quer flutuar de novo, utiliza ar comprimido para tirar a água e encher os tanques novamente com ar.

A mágica do submarino é mudar sua densidade média para atender o seu desejo: quando quer flutuar, densidade média menor que da água; quando quer afundar, densidade média maior que da água.

6) Referências Bibliográficas

BENDICK, J. "Arquimedes – uma porta para a ciência". São Paulo: Odysseus Editora, 2002.

CHERMAN, A. "Sobre os ombros de gigantes: uma história da física". Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2004.

HEWITT, P. "Física conceitual". Porto Alegre: Bookman, 2002.

GASPAR, A. "Física – Mecânica". São Paulo: Editora Ática, 2001.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. "Física". São Paulo: Scipione, 2003.

Perguntas e respostas usadas na técnica Bingo sobre o texto “E o navio flutua... mesmo sendo feito de metal”.

1- Unidade de massa no Sistema Internacional de Unidades?

R: Kilograma.

2- Força que é calculada multiplicando a massa pela gravidade?

R: Peso.

3- Um Planeta X tem gravidade 15 m/s^2 , um outro Planeta Y tem gravidade de $1,5 \text{ m/s}^2$. O peso de um corpo de massa 10 kg na Terra é: maior no planeta X, maior no planeta Y ou igual nos dois planetas?

R: Maior no planeta X, pois a gravidade é maior.

4- Um Planeta X tem gravidade 15 m/s^2 , um outro Planeta Y tem gravidade de $1,5 \text{ m/s}^2$. A massa de um corpo de 10 kg na Terra é: maior no planeta X, maior no planeta Y ou igual nos dois planetas?

R: Iguais nos dois planetas, pois a massa não muda.

5- Um corpo A e outro B têm massas iguais. O corpo A tem o dobro do volume do corpo B. Qual deles tem maior densidade ou elas são iguais porque as massas são iguais?

R: O corpo B tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.

6- Dois corpos A e B têm mesmo volume. O corpo A tem massa três vezes maior que a do B. Qual deles tem maior densidade?

R: O corpo A tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.

7- Dois cubos de aresta 1 cm , um é feito de chumbo e o outro de alumínio. Qual deles têm maior massa e qual deles têm maior densidade?

R: O feito de chumbo tem maior massa e a densidade do chumbo é maior que a do alumínio.

8- É verdade que quanto maior a massa de um corpo mais fácil de ele afundar na água?

R: Não, a massa não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende também do volume.

9- É verdade que quanto maior o volume de um corpo mais fácil ele flutua na água?

R: Não, o volume não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende da massa também.

10- Um corpo maciço feito de isopor puro sempre flutuará na água, mesmo que tenha massa de uma tonelada?

R: Sim, porque a densidade do isopor é menor que a da água, não importando a massa do corpo que é feito de isopor.

11- Uma moeda de 10 g de alumínio que afunda na água, afundaria se tivesse apenas 1 g?

R: Sim, pois a densidade continuaria sendo maior que a da água.

12- Comparando as densidades do metal que compõe o navio e a densidade média do navio, podemos afirmar que:

R: são diferentes, pois a densidade média do navio, devido à sua forma, é menor que a do metal.

13- Comparando a densidade média do navio e a densidade da água, podemos afirmar que:

R: a do navio é menor e, por isso, ele flutua.

14- A densidade média do navio é menor que a do metal, por quê?

R: Porque a densidade média do navio leva em conta todo o volume do navio, ou seja, a parte sólida de sua casca mais todo o ar que o preenche.

15- Para afundar, o submarino deve ter:

R: densidade média maior que da água.

16- Para flutuar, o submarino deve ter:

R: densidade média menor que da água.

17- O que se deve fazer com os tanques de um submarino, para que a densidade média do submarino aumente?

R: Encher os tanques de água.

18- O que se deve fazer com os tanques de um submarino, para que a densidade média do submarino diminua?

R: Encher os tanques de ar.

19- Uma bola de plástico – considere este plástico mais denso que a água – poderá de alguma forma flutuar?

R: Sim, desde que seja oca e preenchida com grande quantidade de ar, pois assim, sua densidade média será menor que a da água.

20- Uma melancia flutua na água. Por quê?

R: A densidade da melancia é menor que da água.

Cartelas usadas na técnica Bingo sobre o texto “E o navio flutua... mesmo sendo feito de metal”.

Kilograma.	Peso.	Maior no planeta X, pois a gravidade é maior.
Cartela 1	Iguais nos dois planetas, pois a massa não muda.	
O corpo B tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	O corpo A tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	O feito de chumbo tem maior massa e a densidade do chumbo é maior que a do alumínio.

Peso.	Maior no planeta X, pois a gravidade é maior.	Iguais nos dois planetas, pois a massa não muda.
Cartela 2	O corpo B tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	
O corpo A tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	O feito de chumbo tem maior massa e a densidade do chumbo é maior que a do alumínio.	Não, a massa não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende também do volume.

Maior no planeta X, pois a gravidade é maior.	Iguais nos dois planetas, pois a massa não muda.	O corpo B tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.
Cartela 3	O corpo A tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	
O feito de chumbo tem maior massa e a densidade do chumbo é maior que a do alumínio.	Não, a massa não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende também do volume.	Não, o volume não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende da massa também.

Iguais nos dois planetas, pois a massa não muda.	O corpo B tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	O corpo A tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.
Cartela 4	O feito de chumbo tem maior massa e a densidade do chumbo é maior que a do alumínio.	
Não, a massa não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende também do volume.	Não, o volume não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende da massa também.	Sim, porque a densidade do isopor é menor que a da água, não importando a massa do corpo que é feito de isopor.

O corpo B tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	O corpo A tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	O feito de chumbo tem maior massa e a densidade do chumbo é maior que a do alumínio.
Cartela 5	Não, a massa não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende também do volume.	
Não, o volume não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende da massa também.	Sim, porque a densidade do isopor é menor que a da água, não importando a massa do corpo que é feito de isopor.	Sim, pois a densidade continuaria sendo maior que a da água.

O corpo A tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	O feito de chumbo tem maior massa e a densidade do chumbo é maior que a do alumínio.	Não, a massa não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende também do volume.
Cartela 6	Não, o volume não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende da massa também.	
Sim, porque a densidade do isopor é menor que a da água, não importando a massa do corpo que é feito de isopor.	Sim, pois a densidade continuaria sendo maior que da água.	são diferentes, pois a densidade média do navio, devido a sua forma, é menor que a do metal.

O feito de chumbo tem maior massa e a densidade do chumbo é maior que a do alumínio.	Não, a massa não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende também do volume.	Não, o volume não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende da massa também.
Cartela 7	Sim, porque a densidade do isopor é menor que a da água, não importando a massa do corpo que é feito de isopor.	
Sim, pois a densidade continuaria sendo maior que da água.	são diferentes, pois a densidade média do navio, devido a sua forma, é menor que a do metal.	a do navio é menor e, por isso, ele flutua.

Não, a massa não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende também do volume.	Não, o volume não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende da massa também.	Sim, porque a densidade do isopor é menor que a da água, não importando a massa do corpo que é feito de isopor.
Cartela 8	Sim, pois a densidade continuaria sendo maior que da água.	
são diferentes, pois a densidade média do navio, devido a sua forma, é menor que a do metal.	a do navio é menor e, por isso, ele flutua.	A forma do navio é tal que sua densidade média corresponde a uma composição entre a do metal que forma sua casca e a do ar que preenche esta casca.

Não, o volume não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende da massa também.	Sim, porque a densidade do isopor é menor que a da água, não importando a massa do corpo que é feito de isopor.	Sim, pois a densidade continuaria sendo maior que da água.
Cartela 9	são diferentes, pois a densidade média do navio, devido a sua forma, é menor que a do metal.	
a do navio é menor e, por isso, ele flutua.	Porque a densidade média do navio leva em conta todo o volume do navio, ou seja, a parte sólida de sua casca mais todo o ar que o preenche.	O submarino deve ter densidade maior que da água.

Sim, porque a densidade do isopor é menor que a da água, não importando a massa do corpo que é feito de isopor.	Sim, pois a densidade continuaria sendo maior que da água.	são diferentes, pois a densidade média do navio, devido a sua forma, é menor que a do metal.
Cartela 10	a do navio é menor e, por isso, ele flutua.	
Porque a densidade média do navio leva em conta todo o volume do navio, ou seja, a parte sólida de sua casca mais todo o ar que o preenche.	densidade média maior que da água.	densidade média menor que da água.

Sim, pois a densidade continuaria sendo maior que da água.	são diferentes, pois a densidade média do navio, devido a sua forma, é menor que a do metal.	a do navio é menor e, por isso, ele flutua.
Cartela 11	Porque a densidade média do navio leva em conta todo o volume do navio, ou seja, a parte sólida de sua casca mais todo o ar que o preenche.	
densidade média maior que da água.	densidade média menor que da água.	Encher os tanques de água.

são diferentes, pois a densidade média do navio, devido a sua forma, é menor que a do metal.	a do navio é menor e, por isso, ele flutua.	Porque a densidade média do navio leva em conta todo o volume do navio, ou seja, a parte sólida de sua casca mais todo o ar que o preenche.
Cartela 12	densidade média maior que da água.	
densidade média menor que da água.	Encher os tanques de água.	Encher os tanques de ar.

a do navio é menor e, por isso, ele flutua.	Porque a densidade média do navio leva em conta todo o volume do navio, ou seja, a parte sólida de sua casca mais todo o ar que o preenche.	densidade média maior que da água.
Cartela 13	densidade média maior que da água.	
Encher os tanques de água.	Encher os tanques de ar.	Sim, desde que seja oca e preenchida com grande quantidade de ar, pois assim, sua densidade média será menor que a da água.

Porque a densidade média do navio leva em conta todo o volume do navio, ou seja, a parte sólida de sua casca mais todo o ar que o preenche.	densidade média maior que da água.	densidade média maior que da água.
Cartela 14	Encher os tanques de água.	
Sim, desde que seja oca e preenchida com grande quantidade de ar, pois assim, sua densidade média será menor que a da água.	A densidade da melancia é menor que da água.	Kilograma.

densidade média maior que da água.	Kilograma.	Encher os tanques de água.
Cartela 15	Encher os tanques de ar.	
Sim, desde que seja oca e preenchida com grande quantidade de ar, pois assim, sua densidade média será menor que a da água.	A densidade da melancia é menor que da água.	Peso.
densidade média menor que	Encher os tanques de água.	Encher os tanques de ar

da água.		
Cartela 16	Sim, desde que seja oca e preenchida com grande quantidade de ar, pois assim, sua densidade média será menor que a da água.	
A densidade da melancia é menor que da água.	Kilograma.	Peso.

Encher os tanques de água.	Encher os tanques de ar.	Sim, desde que seja oca e preenchida com grande quantidade de ar, pois assim, sua densidade média será menor que a da água.
Cartela 17	A densidade da melancia é menor que da água.	
Kilograma.	Peso.	Maior no planeta X, pois a gravidade é maior.

Encher os tanques de ar, ficando a densidade do submarino menor que da água.	Sim, desde que seja oca e preenchida com grande quantidade de ar, pois assim, sua densidade média será menor que a da água.	A densidade da melancia é menor que da água.
Cartela 18	Kilograma.	
Peso.	Maior no planeta X, pois a gravidade é maior.	Iguais nos dois planetas, pois a massa não muda.

Sim, desde que seja oca e preenchida com grande quantidade de ar, pois assim, sua densidade média será menor que a da água.	A densidade da melancia é menor que da água.	Kilograma.
Cartela 19	Peso.	
Maior no planeta X, pois a gravidade é maior.	Iguais nos dois planetas, pois a massa não muda.	O corpo B tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.

A densidade da melancia é menor que da água.	Kilograma.	Peso.
Cartela 20	Maior no planeta X, pois a gravidade é maior.	
Iguais nos dois planetas, pois a massa não muda.	O corpo B tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	O corpo A tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.

O feito de chumbo tem maior massa e a densidade do chumbo é maior que a do alumínio.	O corpo B tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	Peso.
Cartela 21	Iguais nos dois planetas, pois a massa não muda.	
O corpo A tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	Maior no planeta X, pois a gravidade é maior.	Kilograma.

Iguais nos dois planetas, pois a massa não muda.	O corpo A tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	Não, a massa não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende também do volume.
Cartela 22	Peso.	
O corpo B tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	O feito de chumbo tem maior massa e a densidade do chumbo é maior que a do alumínio.	Maior no planeta X, pois a gravidade é maior.

Iguais nos dois planetas, pois a massa não muda.	O corpo A tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	Sim, porque a densidade do isopor é menor que a da água, não importando a massa do corpo que é feito de isopor.
Cartela 23	Maior no planeta X, pois a gravidade é maior.	O corpo B tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.
O feito de chumbo tem maior massa e a densidade do chumbo é maior que a do alumínio.	Não, a massa não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende também do volume.	Não, o volume não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende da massa também.

O corpo B tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	Não, a massa não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende também do volume.	O feito de chumbo tem maior massa e a densidade do chumbo é maior que a do alumínio.
Cartela 24	Iguais nos dois planetas, pois a massa não muda.	Sim, pois a densidade continuaria sendo maior que da água.
Não, o volume não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende da massa também.	Sim, porque a densidade do isopor é menor que a da água, não importando a massa do corpo que é feito de isopor.	O corpo A tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.

densidade média maior que da água.	densidade média menor que da água.	Encher os tanques de ar, ficando a densidade do submarino menor que da água.
Cartela 25	Porque a densidade média do navio leva em conta todo o volume do navio, ou seja, a parte sólida de sua casca mais todo o ar que o preenche.	
Sim, desde que seja oca e preenchida com grande quantidade de ar, sendo a densidade total menor que da água.	A densidade da melancia é menor que da água.	Encher os tanques de água.

Sim, porque a densidade do isopor é menor que a da água, não importando a massa do corpo que é feito de isopor.	Não, a massa não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende também do volume.	Sim, desde que seja oca e preenchida com grande quantidade de ar, pois assim, sua densidade média será menor que a da água.
Cartela 26	O corpo A tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	
Não, o volume não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende da massa também.	Sim, pois a densidade continuaria sendo maior que da água.	densidade média maior que da água.

Iguais nos dois planetas, pois a massa não muda.	Sim, porque a densidade do isopor é menor que a da água, não importando a massa do corpo que é feito de isopor.	Não, o volume não é um fator decisivo. O que importa é a densidade do corpo em relação à da água, e a densidade depende da massa também.
Cartela 27	O corpo B tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	
Sim, pois a densidade continuaria sendo maior que da água.	O corpo A tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.	O feito de chumbo tem maior massa e a densidade do chumbo é maior que a do alumínio.

densidade média menor que da água.	densidade média maior que da água.	Porque a densidade média do navio leva em conta todo o volume do navio, ou seja, a parte sólida de sua casca mais todo o ar que o preenche.
Cartela 28	A densidade da melancia é menor que da água.	
Encher os tanques de ar.	Encher os tanques de água.	Sim, desde que seja oca e preenchida com grande quantidade de ar, pois assim, sua densidade média será menor que a da água.

a do navio é menor e, por isso, ele flutua.	Sim, pois a densidade continuaria sendo maior que da água.	O corpo A tem maior densidade, pois a massa está mais concentrada.
Cartela 29	A densidade da melancia é menor que da água.	
Maior no planeta X, pois a gravidade é maior.	Iguais nos dois planetas, pois a massa não muda.	O submarino deve ter densidade menor que da água.

Física para Iniciantes – Introdução à Hidrostática

Felipe Damasio

profbolla@uol.com.br

1) Fases da matéria

Podemos chamar de matéria tudo que ocupa lugar no espaço. Esta matéria pode se organizar de diferentes maneiras. A estas maneiras diferentes de organização dá-se o nome de FASES ou ESTADOS DE AGREGAÇÃO da matéria.

São três as fases da matéria: sólida, líquida e gasosa.

Na fase sólida as partículas estão fortemente unidas e bem juntas, portanto. Na temperatura ambiente uma moeda de alumínio apresenta-se nesta fase da matéria.

Já na fase gasosa as partículas estão fracamente unidas e bem separadas. Na temperatura ambiente o ar está nesta fase da matéria. Note que apesar de o ar ser invisível a nós ele ocupa lugar no espaço.

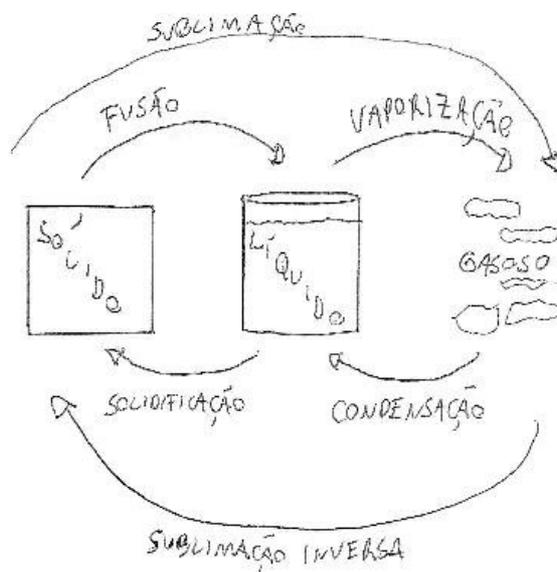
Na fase líquida temos uma situação intermediária entre as fases sólida e gasosa. As partículas na fase líquida não estão nem muito juntas (como na sólida) nem muito separadas (como na gasosa); vamos dizer que elas estão medianamente separadas.

Será que existe ferro líquido e oxigênio sólido? Sim, só que não à temperatura ambiente.

Inclusive para moldar o ferro em cadeiras ou mesas é necessário derreter o ferro (torná-lo líquido); após ele é colocado em moldes com a forma desejada e, depois resfriado, ele volta a ser sólido tomando a forma desejada. Se continuar a aquecer o ferro líquido ele se tornaria gasoso.

Da mesma forma, se resfriarmos o oxigênio do ar ele se tornará líquido; se continuarmos resfriando-o, ele se tornará sólido.

Todos os elementos conhecidos podem tomar as três fases da matéria. Estas mudanças de fase recebem nomes específicos como mostra a figura a seguir.



Das três fases da matéria apenas os líquidos e os gases podem fluir e, por isso, são chamados de FLUIDOS.

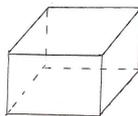
Assim uma moeda de alumínio não é um fluido, ao passo que um litro de água ou 300 ml de ar são.

2) Densidade e Pressão

Dois conceitos fundamentais em física tornaram-se termos que extrapolam a área científica, sendo usados em economia, história, geografia etc... São os conceitos de DENSIDADE e PRESSÃO.

Densidade é um conceito que indica o quanto de massa se tem em certo volume.

Vamos supor que o cubo a seguir tenha 1 cm de lado; portanto, seu volume (espaço que ele ocupa) é de 1 cm³.



Cubo de 1 cm³, que se completamente preenchido de água teria massa de 1g, caso fosse completamente preenchido de mercúrio teria massa de 13,6 g.

Se este cubo fosse completamente preenchido de água, a massa de água que caberia nele seria de 1g. Ao passo que se ele fosse completamente preenchido de mercúrio, a massa de mercúrio que caberia no cubo seria de 13,6g.

A massa do mercúrio é muito maior que a de água quando eles ocupam volumes iguais. Podemos então dizer que a concentração de massa do mercúrio é maior, ela está mais concentrada. A massa da água em relação a do mercúrio está mais espalhada, tem menor massa em um mesmo espaço.

É esta concentração de massa que se chama de **Densidade**. Dizemos então, em linguagem científica, que a densidade do mercúrio é maior que a da água. Mas a densidade da água é maior que a do álcool, por exemplo, e a do álcool é maior que a do ar, e...

Para aprender o que é pressão, vamos supor que você tenha duas facas iguais, sendo que a primeira está bem afiada e a segunda tem pouco fio.

Você deseja cortar um pedaço de carne. Se você aplicar a mesma força, usando ambas as facas, em qual delas o corte será mais fácil, a primeira que está afiada ou a segunda sem fio? Lógico que a primeira!

Mas as forças não são iguais?

São, mas o efeito da força é diferente.

O nome deste efeito que uma força provoca é **Pressão**. Quanto maior a pressão maior o efeito, quanto menor a pressão o efeito também será menor. Na primeira faca a pressão é maior, apesar de a força em ambas ser a mesma, o efeito é diferente.

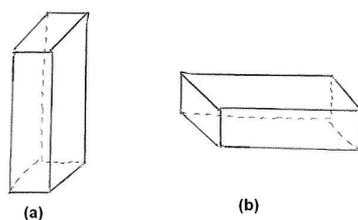
Por que isto acontece? Porque a área de contato é diferente.

Quando se afia uma faca está se diminuindo a área de contato da faca, e isto se faz para aumentar a pressão (que é o efeito da força). Então o efeito da força tem a ver com a área de contato em que ela é aplicada.

Quanto menor a área de contato maior a pressão, logo maior o efeito que uma mesma força irá ter. Isto explica porque as agulhas são tão finas, para que o efeito da força da enfermeira seja maior e a facilidade de penetrar na pele seja ampliada. Da mesma forma os pregos são finos nas pontas para facilitar sua penetração na parede.

Então pressão é o efeito de uma força, que depende da área de contato. Quanto menor a área de contato maior a pressão, quanto maior a área de contato menor a pressão.

A figura a seguir mostra o mesmo paralelepípedo apoiado em áreas diferentes. Quanto menor a área maior a pressão e vice-versa.



O mesmo paralelepípedo apoiado de duas maneiras diferentes.
Em (a) a área de contato é menor, logo, a pressão é maior.
Em (b) a área de contato é maior, logo, a pressão é menor.

3) Pressão Atmosférica

Todos sabem que os peixes vivem em um meio fluido, que chamamos de oceano. Quem já deu um mergulhinho sabe que quanto mais fundo no mar, maior a pressão exercida pela água. Vamos ver logo mais que a pressão cresce com o tamanho da coluna de fluido acima de um certo ponto. Por agora, você já sabe que um peixe localizado a um metro de profundidade sente menos pressão da água do oceano do que se estivesse a 100 metros. Quanto maior a altura de água acima do peixe, maior a pressão que a coluna de água exerce sobre ele.

Uma constatação que você pode fazer agora é de que você também vive em um meio fluido. Só que em vez da água que forma o oceano dos peixes, seu “oceano” é de ar. Este oceano de ar chamamos de **atmosfera**.

A atmosfera se estende desde o nível do mar até cerca de 40 km acima dele. Cerca de 99% do ar se concentra abaixo de 30 km, 90 % abaixo de 20 km, 50 % abaixo de 5km (o pico Everest tem 10 km, daí a dificuldade de se respirar perto do seu pico, onde quase não tem ar!).

Quanto mais subimos na atmosfera, mais rarefeita ela fica (menos densa), pois a força que a Terra exerce sobre o ar é menor para altitudes maiores.

A atmosfera, assim como o oceano para o peixe, exerce uma pressão sobre seus habitantes, a dita **pressão atmosférica**.

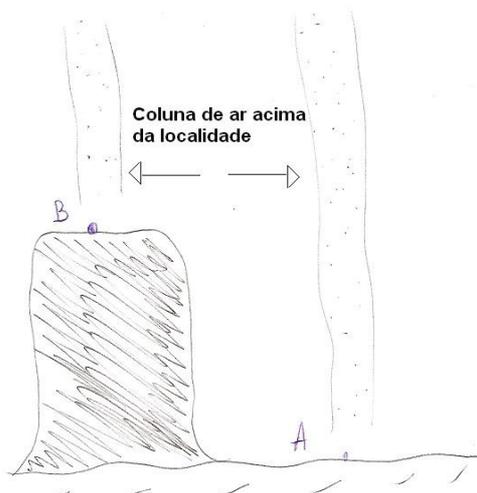
Imagine uma pessoa ao nível do mar. Vamos supor que a pessoa tenha uma área de contato com o ar de 1 m^2 . Nesta área, nesta altitude (0 m corresponde à altitude ao nível do mar), existe cerca de 10.000 kg de ar acima da cabeça da pessoa, isto mesmo 10.000 kg!

Você acha que toda esta massa irá exercer uma pressão?

Achou certo! Esta massa tem certo peso; este peso é uma força; esta força quando aplicada a certa área exerce uma pressão; quando esta pressão é devido à massa da atmosfera é a conhecida pressão atmosférica.

Mas como você já viu, quanto maior a altitude, menos quantidade de ar tem, logo quanto maior a altitude menos massa de ar acima do corpo e, portanto, menor a pressão atmosférica.

A pressão atmosférica é devido à quantidade de massa de ar acima do corpo, quanto maior esta quantidade de massa, maior a pressão. Quanto mais perto do nível do mar, maior ela se torna, portanto. Logo, a pressão em Florianópolis devido à atmosfera é maior que no pico do Everest, pois em Floripa a quantidade de ar acima de um corpo é bem maior que no pico do Everest.



O ponto A e B mostram duas localidades, uma ao nível do mar (Florianópolis) e outra a uma certa altitude (o pico do Everest), em A a coluna de ar acima da localidade é maior, logo a pressão atmosférica também.

4) Movimento de fluido devido à diferença de pressão.

Estamos tão habituados com o ar que nos rodeia que nem damos importância a fenômenos que ocorrem somente devido à presença de atmosfera.

Quais são eles?

Tomar refrigerante de canudinho, por exemplo, seria impossível sem atmosfera, e até o voo do avião.

A natureza tenta sempre equilibrar as coisas. Então imagine dois ambientes com pressões diferentes: uma sala fechada com pressão do ar dentro dela maior que a atmosférica fora dela. Como seria possível equilibrar as pressões?

Teria que sair ar de dentro da sala até que a sua pressão se igualasse à de fora. Logo, o ar é forçado a ir de onde a pressão é maior para onde é menor, até se igualarem.

Isto não ocorre só com o ar, mas com fluidos em geral.

Pense na cena do filme em que, em pleno vôo, algum “esperto” resolve abrir a janela do avião. O que acontece? Começa a voar tudo para fora do avião! Isto ocorre porque existe diferença de pressão entre o interior do avião e o meio externo.

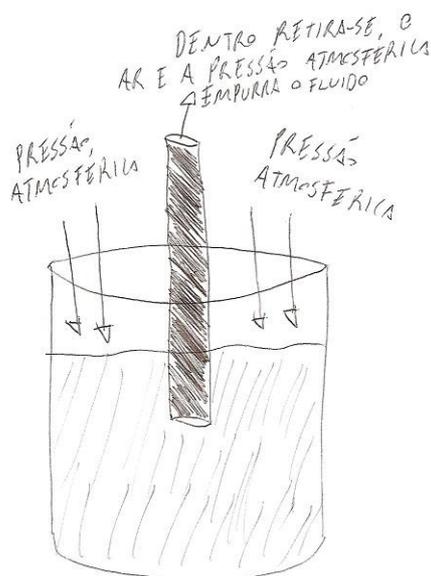
Internamente o avião é pressurizado, ou seja, a pressão dentro dele é mantida praticamente igual à atmosférica ao nível do mar. Como ele voa a grandes altitudes, a pressão devido à atmosfera nestas altitudes é menor. Assim, se abrimos a janela do avião, o ar de dentro do avião vai ser forçado a sair para equilibrar as pressões interna e externa.

O mesmo ocorre quando nos cortamos. A pressão sanguínea é maior que atmosférica, logo o fluido (sangue) será forçado a sair para tentar fazer a pressão de dentro dos vasos se equilibrar com a de fora.

E o canudinho?

Quando queremos tomar refrigerante com canudinho temos que aspirar o ar de dentro dele. Ao fazermos isto estamos diminuindo a pressão do ar dentro – pois como já vimos quanto menos ar, menor a pressão. Como o copo está em contato com a atmosfera, esta irá empurrar o líquido para dentro do canudo para equilibrar as pressões. Como o caminho do canudo leva à nossa boca, iremos sugar o líquido. Se não tivesse atmosfera, não seria possível tomar refrigerante de canudo. Na Lua não tem atmosfera, portanto é impossível utilizar canudo para beber líquidos lá.

Lembre disto quando arrumar suas malas na próxima vez que for viajar para lá!



Outra aplicação disto é o lacre do requeijão. Os fabricantes para lacrar os copos retiram todo o ar possível de dentro do copo. Assim, mesmo que você tente retirar a tampa, não consegue, pois a atmosfera empurra a tampa com mais força que você.

Para conseguir abrir o copo, deve-se retirar o lacre. Assim, o ar pode entrar para equilibrar as pressões dentro e fora do copo. Agora, com as pressões iguais, a atmosfera não empurra mais a tampa do copo, e com uma pequena força é possível retirá-la.

5) Lei de Stevin – pressão devido a um fluido.

Como já vimos, certa quantidade de fluido exerce uma pressão sobre um corpo imerso neste fluido. Agora, a questão é: do que depende esta pressão? Vamos aprender que são três fatores que decidem o quanto de pressão um fluido faz sobre um corpo.

Fator 1: a origem da pressão exercida por um fluido sobre um corpo imerso nele é o peso que a massa do fluido exerce sobre o corpo. Vimos que a massa do ar acima do corpo exerce certa pressão sobre ele.

Para cada ponto específico, a pressão será tanto maior quanto maior for a massa de fluido acima do ponto, mas somente acima do ponto.

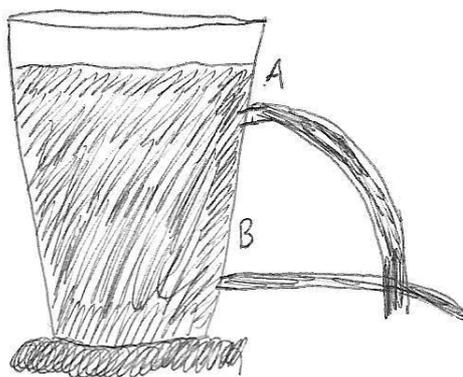
Para um mesmo fluido (água, por exemplo), se um peixe estiver em uma piscina a meio metro de profundidade sentirá uma pressão menor do que sentiria se estivesse em uma banheira, a um metro de profundidade. Não importa a quantidade de água total do recipiente, apenas importa a altura da coluna de fluido acima do ponto em que queremos conhecer a pressão.

Então o fator 1 que influencia a pressão pode ser descrito assim:

A PRESSÃO DEVIDO A UM FLUIDO CRESCE COM O TAMANHO DA COLUNA DE FLUIDO ACIMA DO PONTO, NÃO IMPORTANDO A QUANTIDADE TOTAL DE FLUIDO; SOMENTE IMPORTA A ALTURA DA COLUNA ACIMA DO PONTO.

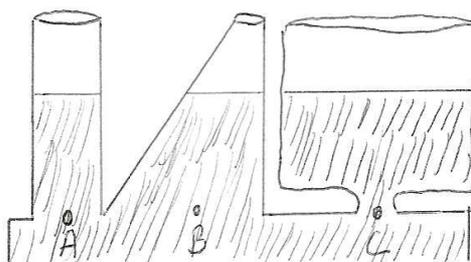
Vamos a três exemplos que nos mostram isto.

O primeiro diz respeito a certo copo que tem dois furos, um perto da base e outro perto do topo. Sabemos que quanto maior a pressão mais longe espirrará a água. Logo, vem a pergunta: onde a água espirrará mais longe? Bem, como vimos, a pressão será maior em baixo, pois ali a coluna de líquido acima do ponto é maior; logo, perto da base a água espirrará mais longe.



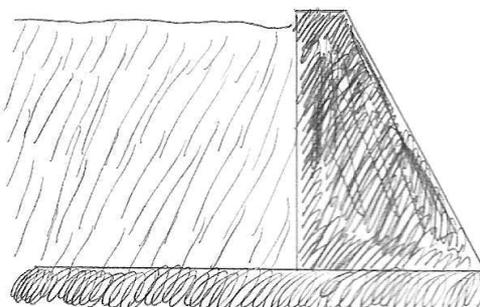
Em B, a água vai a uma distância maior pois a pressão exercido sobre este local é maior que em A

O segundo exemplo é conhecido como *paradoxo hidrostático*. Mostra que a pressão não depende da forma do recipiente tão pouco do volume total dele. Sendo as colunas de um mesmo fluido acima dos pontos de tamanhos iguais, as pressões serão iguais.



A pressão nos pontos A, B e C são iguais. A forma do recipiente e seu volume total não importam.

O terceiro exemplo diz respeito à construção de barragens em hidrelétricas, por exemplo. Como, quanto maior a profundidade maior a pressão, a barragem deve ser mais grossa no fundo, para suportar a pressão maior neste local.



Como a pressão na base é maior, a barragem neste local deve ser mais reforçada

Fator 2: claro que o tipo de fluido também influencia na pressão. Uma coluna de 10 metros de ar tem menor massa que a mesma coluna de água, e esta tem menos massa que a mesma coluna de mercúrio...

Se a massa é maior, o peso também será, e por consequência, a pressão também. Como já vimos, a concentração de massa é dita densidade, quanto maior a densidade maior a massa em um mesmo volume.

Então o segundo fator é:

A PRESSÃO QUE UM FLUIDO EXERCE DEPENDE DE SUA DENSIDADE: QUANTO MAIOR A DENSIDADE, MAIOR SERÁ A PRESSÃO EXERCIDA POR ELE.

Fator 3: o lugar também influencia. Como a pressão depende do peso do fluido, e o peso depende da gravidade local, então a gravidade é um fator que influencia na pressão exercida por um fluido.

Na superfície da Terra uma coluna de um dado fluido exerce uma pressão maior do que exerceria na superfície da Lua.

O terceiro fator então:

A PRESSÃO EXERCIDA POR UM FLUIDO DEPENDE DA GRAVIDADE LOCAL: QUANTO MAIOR A GRAVIDADE LOCAL, MAIOR A PRESSÃO EXERCIDA PELO FLUIDO.

Então a Lei de Stevin mostra a relação entre a pressão de um fluido com outros fatores. Estes fatores são:

- A altura da coluna de fluido ACIMA do ponto que sente a pressão: a pressão será tanto maior quanto maior for a altura da coluna de fluido;
- A densidade do fluido: quanto maior a densidade do fluido maior a pressão exercida por ele;
- A gravidade local: quanto maior a gravidade local maior a pressão exercida pelo fluido.

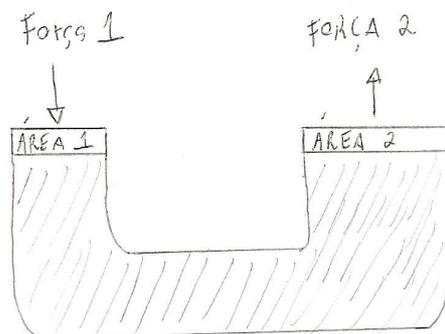
6) Princípio de Pascal – uma variação de pressão se distribui por todo fluido.

Se aumentarmos a pressão em um fluido, o que acontecerá?

Se aumentarmos 0,1 atm em uma parte de um fluido qualquer, este mesmo aumento de pressão irá ocorrer em todos os pontos do fluido, ou seja, todos os pontos do fluido irão aumentar a sua pressão em 0,1 atm. Podemos enunciar assim o Princípio de Pascal:

SE OCORRER UMA VARIAÇÃO DE PRESSÃO EM UMA PARTE QUALQUER DO FLUIDO, ESTA IRÁ SE DISTRIBUIR IGUALMENTE POR TODO O FLUIDO.

Existem várias aplicações do Princípio de Pascal. As chamadas *prensas hidráulicas* ou *elevadores hidráulicos* é uma delas.



Prensa Hidráulica: quanto maior a Área 2 em relação a Área 1, maior será a Força 2 em relação a Força 1. Exemplo: se a Área 2 for 100 vezes maior que a Área 1 a Força 2 será 100 vezes maior que a Força 1.

Este artefato é um *multiplicador de força*. Você pode levantar um caminhão de 10 toneladas com a força de um único dedo, usando uma prensa hidráulica.

O funcionamento dela é seguinte: vamos supor que as duas áreas possam deslizar sem atrito, livremente. Quando se aplica uma Força 1 na Área 1, a Área 2 sentirá uma Força 2; esta Força 2 será tantas vezes maior quantas vezes maior for a Área 2 em relação à Área 1.

Complicado? Então vamos usar um exemplo: suponha que a Área 1 seja 100 vezes menor que a Área 2. Caso você aplique uma força de 10 N (o suficiente para sustentar um quilograma de açúcar) sobre a Área 1, a força que será exercida sobre a Área 2 é 100 vezes maior, ou seja, 1000 N (suficiente para sustentar uma pessoa de 100 kg).

Então, no exemplo, você faz uma força de 10 N e levanta um objeto com 1000 N de peso.

Uma aplicação diária deste aparelho são os freios hidráulicos em carros e caminhões.

Mas quanto maior for o ganho de força, menor será o deslocamento da área. Assim, se no nosso exemplo, a área menor for deslocada de 100 cm, a área maior se deslocará apenas 1cm.

Este ganho de força com perda de deslocamento é uma aplicação do princípio da conservação da energia.

7) Eureka! Teorema de Arquimedes.

Todos já perceberam que, quando mergulhamos um objeto, aparece uma força devido à água. Ou será que você achava que ficava mais forte dentro da piscina, por isto conseguia levantar objetos massivos com facilidade?

Se você achava, vai se decepcionar agora.

Na verdade você consegue levantar objetos massivos dentro da piscina porque a água dá uma “forçinha”. Esta força que os corpos sentem quando estão dentro de fluidos é chamada de **EMPUXO**.

Logo, qualquer corpo imerso em um fluido sente uma força de empuxo e o seu próprio peso.

A força de empuxo é causada pela diferença de pressão do fluido devido à diferença de altura.

O peso sempre está na vertical e para baixo (em direção ao centro da Terra). Vamos considerar o empuxo também como vertical e em sentido oposto ao peso, ou seja, para cima.

Se um corpo está boiando na água, ele está em equilíbrio, logo o peso é igual ao empuxo.

Por sua vez, se o corpo está afundando quem é maior é o peso.

Se o corpo, submerso na água, estiver subindo, o empuxo é maior que o peso.

Mas como calcular o valor do peso e do empuxo?

O peso do corpo é fácil, é a sua massa vezes a gravidade do local.

O empuxo que o corpo sente devido ao fluido é um pouco mais trabalhoso de calcular, pois depende de vários fatores. São eles:

- O volume do corpo imerso no fluido. Não importa o volume total do corpo, apenas o volume dele dentro do fluido. Se dois corpos de mesmo volume, um deles totalmente submerso no fluido e outro com somente metade de seu volume submerso, o que está totalmente dentro do fluido sente uma força de empuxo maior. Não importa o material de que é feito o corpo, só o volume dele dentro do fluido.
- O tipo de fluido. Quanto maior a densidade do fluido, maior será a força de empuxo provocada por ele. O mercúrio exerce uma força de empuxo, sobre um mesmo volume submerso, maior que na água, porque sua densidade é maior. Da mesma forma a água em relação ao álcool.
- A gravidade local. Sob mesmas condições um fluido exercerá maior empuxo na Terra que na Lua.

Se multiplicarmos o volume do corpo dentro do fluido pela densidade do fluido e pela gravidade local, estamos calculando o peso (massa do fluido deslocada pelo corpo ao entrar no fluido vezes a gravidade local) da massa do volume do fluido deslocado.

Logo estamos prontos para enunciar o Teorema de Arquimedes:

UM CORPO DENTRO DE UM FLUIDO SENTE UMA FORÇA EXERCIDA POR ESTE NA DIREÇÃO VERTICAL, SENTIDO PARA CIMA, COM VALOR IGUAL AO PESO DO VOLUME DO LÍQUIDO DESLOCADO.

8) Sobre corpos flutuantes.

Claro que você já percebeu que alguns corpos flutuam e outros afundam. Uma bolinha de isopor flutua, uma moeda de alumínio afunda.

A explicação para este fato claramente não está na quantidade de massa do corpo em questão. Vejamos um exemplo para provar isto: uma moeda de alumínio de alguns gramas afunda, ao passo que um iceberg de toneladas flutua.

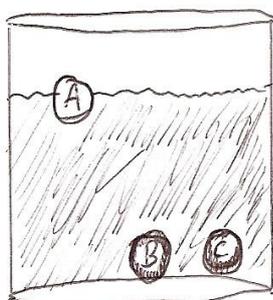
Então não são os corpos pesados que afundam e os leves que flutuam?

NÃO!!!!

Então o que será que explica por que uns corpos afundam e outros flutuam? Fácil, sua densidade.

Funciona assim: se a densidade do corpo é maior que a do líquido (água, por exemplo) o corpo irá afundar – o alumínio tem densidade maior que a água, por isto a moeda feita de alumínio afunda na água. Se a densidade do corpo é menor que a do líquido ele irá flutuar – o iceberg é feito de gelo, que tem densidade menor que a água, por isto um iceberg flutua na água.

A próxima figura mostra três bolinhas de mesmo volume e massas diferentes.



A bolinha A é feita de um material de densidade menor que a densidade do líquido. As bolinhas B e C, mesmo sendo feitas de materiais diferentes afundam, pois os materiais de que são feitas têm densidade maior que a do líquido.

Referências Bibliográficas

BONJORNO, R. A. "Temas de Física". São Paulo: FTD, 1997.

GASPAR, A. "Física". São Paulo: Editora Ática, 2004.

HEWITT, P. "Física Conceitual". Porto Alegre: Bookman, 2002.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. "Física". São Paulo: Scipione, 2003.

SILVA, D. N. "Física – Paraná". São Paulo: Editora Ática, 2004.

UENO, P. "Física". São Paulo: Editora Ática, 2005.

Lista de exercícios a respeito da Introdução à Hidrostática

Observação: Não é necessário colocar seu nome.

1- (UFRGS) Três cubos A, B e C, maciços e homogêneos, têm o mesmo volume de 1 cm^3 . As massas são respectivamente de 5g, 2g e 0.5 g. Em qual alternativa os cubos aparecem em ordem crescente densidade?

- a) A, B, C.
- b) C, B, A.
- c) A, C, B.
- d) C, A, B.
- e) B, A, C.

2- (Unisinos-RS) Na fase eliminatória da Copa do mundo, os jogadores brasileiros mostraram mau desempenho físico no jogo realizado na Bolívia, devido à altitude. O desempenho dos atletas pode ter sido prejudicado porque, quanto _____ for a altitude, _____ será a pressão atmosférica e, por consequência, _____ denso será o ar. As lacunas são corretamente preenchidas, respectivamente, por:

- a) menor, menor, mais.
- b) menor, maior, menos.
- c) maior, maior, mais.
- d) maior, menor, mais.
- e) maior, menor, menos.

3- (Fatec-SP) Sabemos que na Lua não existe ar, ou seja, a Lua é desprovida de atmosfera. Portanto, na Lua é impossível:

- a) pesar um corpo com uma balança de dois pratos.
- b) saltar com vara.
- c) medir o tempo de queda de um corpo através de um cronômetro.
- d) beber água de canudinho.
- e) olhar as estrelas do céu.

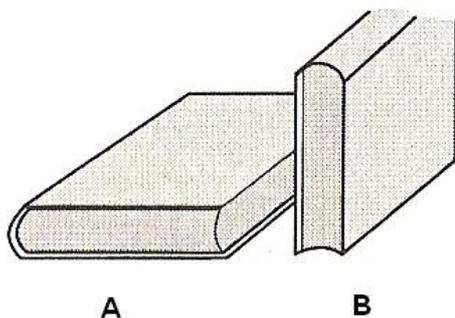
4- (UFV-MG) Para tirar sangue de uma pessoa, faz-se vácuo no interior de uma seringa, cuja agulha é introduzida na veia dessa pessoa. O sangue flui para a seringa por que:

- a) a seringa fica em um nível mais baixo que o ponto da picada.
- b) é colocada uma tira de borracha, apertando a veia, para expulsar o sangue.
- c) a agulha possui diâmetro interno muito pequeno, possibilitando a capilaridade.
- d) ele tende a atingir o mesmo nível na seringa e na veia, por serem vasos comunicantes.
- e) a pressão sangüínea é maior que a pressão do interior da seringa.

5- (CESGRANRIO-RJ) Eva possui duas bolsas A e B, idênticas, nas quais coloca sempre os mesmos objetos. Com o uso das bolsas, ela percebeu que a bolsa A marcava seu ombro. Curiosa, verificou que a largura da alça da bolsa A era menor do que a da B. Então, Eva concluiu que:

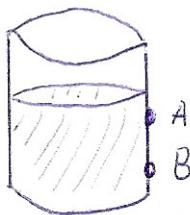
- a) as pressões exercidas pelas bolsas são iguais. Mas os pesos são diferentes.
- b) o peso da bolsa B era maior.
- c) a pressão exercida pela bolsa B, no seu ombro, era menor.
- d) a pressão exercida pela bolsa B, no seu ombro, era maior.
- e) o peso da bolsa A era maior.

6- Os livros A e B:



- a) exercem forças diferentes sobre a mesa.
- b) o livro B exerce maior pressão sobre a mesa do que o livro A.
- c) tanto a força como a pressão são as mesmas nos dois casos.

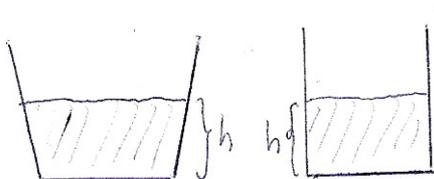
7- Em um recipiente com água são marcados dois pontos em diferentes alturas:



Qual das seguintes afirmações é correta?

- a) A pressão nos dois pontos é a mesma.
- b) A pressão no ponto B é maior do que no ponto A.
- c) A pressão no ponto A é maior do que no ponto B.

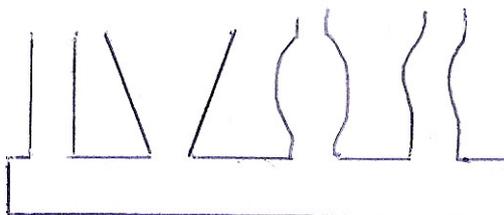
8- Em dois recipientes de diferentes volumes é colocada água, de tal forma que fique no mesmo nível dos dois.



Em relação à pressão no fundo, devido ao líquido. Qual das seguintes afirmações é correta?

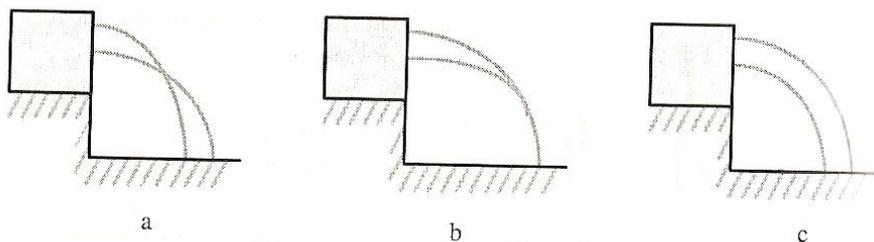
- a) É maior no recipiente de maior volume.
- b) É maior no recipiente de menor volume.
- c) É a mesma nos dois recipientes.

9- Ao colocarmos água neste recipiente, observamos que:



- a) o nível da água é o mesmo em cada caso.
- b) quanto maior o vaso mais baixo é o nível da água.
- c) quanto menor o vaso mais baixo é o nível da água.

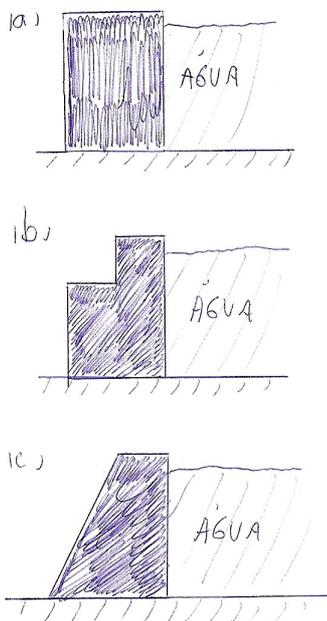
10- Qual das alternativas melhor representa o escoamento de um líquido em um recipiente onde foram feitos dois furinhos em diferentes alturas?



11- O ar e o oxigênio são exemplos de gases. Você acha que eles pesam?

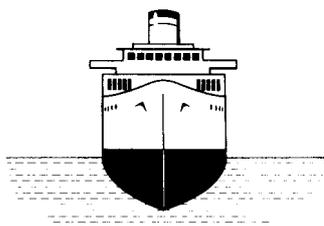
- a) Sim.
- b) Não.
- c) Depende do gás.

12- (Vunesp-SP) Ao projetar uma represa, um engenheiro precisou aprovar o perfil de uma barragem sugerido pelo projetista da construtora. Admitindo que ele se baseasse na Lei de Stevin da hidrostática, que a pressão de um líquido aumenta linearmente com a profundidade, assinale a opção que o engenheiro deve ter feito:



13- Como um navio flutua mesmo sendo feito de chapas de metal?

14- (UFSC) A figura representa um navio flutuando em equilíbrio, submetido à ação apenas do seu próprio peso e do empuxo exercido pela água.



Considerando a situação descrita, assinale a(s) proposição(ões) **CORRETA(S)**:

01. O empuxo exercido sobre o navio é maior do que o seu peso. Caso contrário, um pequeno acréscimo de carga provocaria o seu afundamento.

02. O empuxo exercido sobre o navio é igual ao seu peso.
04. Sendo o empuxo exercido sobre o navio igual ao seu peso, a densidade média do navio é igual à densidade da água.
08. Mesmo sendo construído com chapas de aço, a densidade média do navio é menor do que a densidade da água.
16. Se um dano no navio permitir que água penetre no seu interior, enchendo-o, ele afundará totalmente, porque, cheio de água, sua densidade média será maior do que a densidade da água.
32. Um volume de água igual ao volume submerso do navio tem o mesmo peso do navio.



15- (PUC-RS) Numa prensa hidráulica, o êmbolo menor tem uma área de 10 cm^2 , enquanto o êmbolo maior tem uma área de 100 cm^2 . Quando uma força de 5 N é aplicada no êmbolo menor, o êmbolo maior move-se. Pode-se concluir que:

- a) a força exercida no êmbolo maior é 500 N .
- b) o êmbolo maior desloca-se mais que o êmbolo menor.
- c) os dois êmbolos realizam o mesmo trabalho, pois a energia se conserva.
- d) o êmbolo maior realiza um trabalho maior que o êmbolo menor.
- e) o êmbolo menor realiza um trabalho maior que o êmbolo maior.

16. (UFV) Sabe-se que certos peixes possuem certa estrutura denominada bexiga natatória, que tem por finalidade lhes permitir permanecer imersos a uma certa profundidade. A função física da bexiga natatória é controlar a densidade média do peixe de forma a:

- a. alterar a densidade da água.
- b. manter o empuxo menor que seu peso.
- c. manter o empuxo maior que seu peso.
- d. manter o empuxo igual ao seu peso.
- e. alterar a sua massa.

17. (UFLA) O empuxo exercido sobre um corpo imerso em um líquido depende:

- a. do volume do líquido deslocado e da densidade do corpo.
- b. da densidade e do volume do corpo.
- c. do volume e da densidade do líquido deslocado.
- d. somente do volume do líquido deslocado.
- e. somente da densidade do líquido deslocado.

Questão	Gabarito
1	B
2	E
3	D
4	E
5	D
6	B
7	B
8	C
9	A
10	A
11	A
12	C
14	02+08+16+32
15	C
16	D
17	C

* Na versão entregue aos estudantes, esta coluna deverá estar em branco para que eles preencham com suas respostas.

Aprendendo Física na Internet

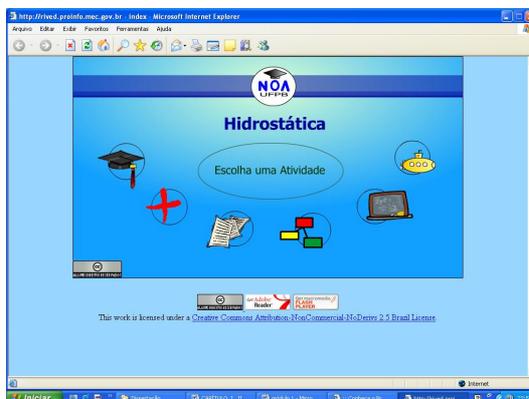
Sugestão de Atividade

Vamos aprender sobre hidrostática usando a *internet* como ferramenta e, para isto, você deve seguir os passos indicados aqui. É importante responder, na folha, as perguntas feitas nesta atividade. Todas as perguntas só podem ser respondidas após a interação com o material da rede.

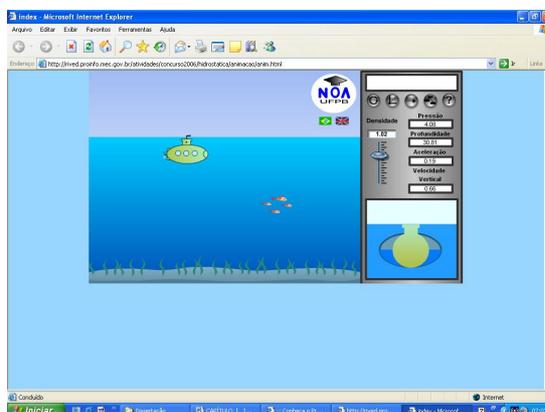
Serão quatro atividades.

Atividade 1: Submarino

1) Você deverá acessar o endereço <http://rived.proinfo.mec.gov.br/>. Após entrar, você deverá escrever *física* (com acento) no campo e apertar em *pesquisar*. Aparecerá uma lista de simulações. Você deverá apertar em *Visualizar* na intitulada **Hidrostática**. Se não abrir a simulação, provavelmente o bloqueador de *pop-up* está ativado. Para desbloqueá-lo clique no menu do navegador em *Ferramentas*, após em *Bloqueador de Pop-ups* e *Desativar Bloqueador de Pop-ups*. Feito isto, deverá aparecer uma tela como a mostrada a seguir:



2) Clique no submarino amarelo. Deverá abrir uma outra janela como a mostrada a seguir:



3) Varie a densidade do submarino na barra *Densidade*, e responda:

- Para que valores escolhidos o submarino flutua?

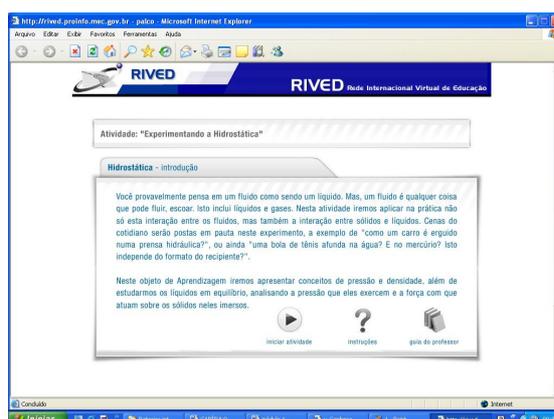
- Para que valores escolhidos o submarino afunda?

- O que acontece com os tanques do submarino (simulados no canto inferior direito da tela) quando varia a sua densidade?

- Qual a relação entre a densidade do submarino e da água quando ele flutua e quando ele afunda?

Atividade 2: Experimento a Hidrostática

4) Você deverá acessar o endereço <http://rived.proinfo.mec.gov.br/>. Após entrar, você deverá escrever *física* (com acento) no campo e apertar em *pesquisar*. Aparecerá uma lista de simulações. Você deverá apertar em *Visualizar* na intitulada **Experimentando a Hidrostática**. Se não abrir a simulação, provavelmente o bloqueador de *pop-up* está ativado. Para desbloqueá-lo clique no menu do navegador em *Ferramentas*, após em *Bloqueador de Pop-ups* e em *Desativar Bloqueador de Pop-ups*. Feito isto, deverá aparecer uma tela como a mostrada a seguir:



5) Leia o texto e clique em iniciar atividade. Aparecerá a tela representada a seguir:



6) Você poderá relembrar os conceitos fundamentais da hidrostática clicando em *massa específica*, *pressão*, *pressão em líquidos*, *princípio de Pascal* e *princípio de Arquimedes*, se achar necessário.

7) São três experimentos virtuais, o primeiro diz respeito ao empuxo: clique em empuxo no canto inferior esquerdo da tela. Escolha um recipiente. Altere, se desejar, o formato do recipiente. Você pode alterar também o líquido, mas observe com atenção o valor da sua densidade. Escolha um material, fique atento à sua densidade, e observe se ele flutua ou afunda. Teste várias combinações diferentes. Responda:

- Qual a relação entre a densidade do líquido e a do sólido quando este flutua?

- Qual a relação entre a densidade do líquido e a do sólido quando este afunda?

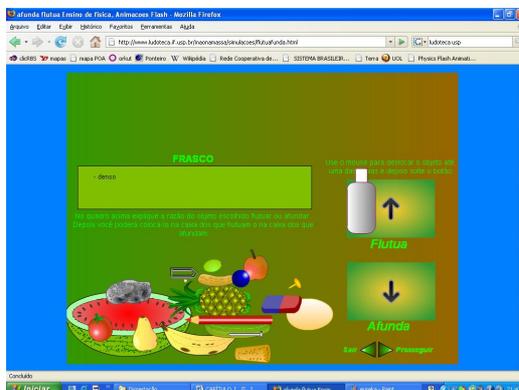
8) Clique agora em princípio de Pascal. No item Dados Informativos – canto superior direito - você altera a relação entre as áreas dos êmbolos. Escolha uma das opções. Escolha também uma das três opções para a área 1 no canto superior esquerdo. Escolha ainda uma das três opções para a área 2 no canto médio esquerdo. Clique em iniciar acima do elevador hidráulico. Teste todas as combinações possíveis e responda:

- A força é multiplicada mais vezes quando a diferença entre as áreas dos êmbolos é maior ou menor?

- O peso de um homem pode ser a força suficiente para levantar um elefante?

Atividade 3: Afunda ou Flutua?

9) Acesse o endereço <http://www.ludoteca.if.usp.br/> e escolha a opção *Mão na Massa*. Na tela que irá abrir, escolha a opção Simulações. Clique na opção Afunda ou Flutua; deverá abrir a tela reproduzida a seguir:



10) Coloque seu nome e o de seu colégio e clique em prosseguir. Clique em cada um dos objetos, explicando no quadro por que você acredita que ele irá afundar ou flutuar e arraste o objeto até o quadro escrito Flutua ou o quadro Afunda, de acordo com a sua opção. Após fazer a previsão para todos os objetos clique em prosseguir.

11) Coloque o objeto no recipiente, verifique se ele afunda ou flutua. Compare com a sua previsão e responda.

- Por que alguns objetos flutuaram e outros afundaram?
- Caso você tenha errado alguma previsão, qual foi seu erro?

Atividade 4: Eureka!

12) Você deverá acessar o endereço <http://www.ludoteca.if.usp.br/> e escolher a opção Simulações. Na tela que irá abrir, escolha a opção Eureka. Deverá abrir a tela reproduzida a seguir:



13) Clique em Números etc... – no canto superior direito – e clique em como utilizar. Leia os quatro subitens.

14) Altere o quanto quiser as dimensões do furo, do sólido e as densidades do líquido. Sempre clique em INICIAR quando a combinação desejada de dados estiver completa. Observe o que acontece: o sólido afunda ou flutua?

15) Responda:

- Para onde aponta o empuxo?

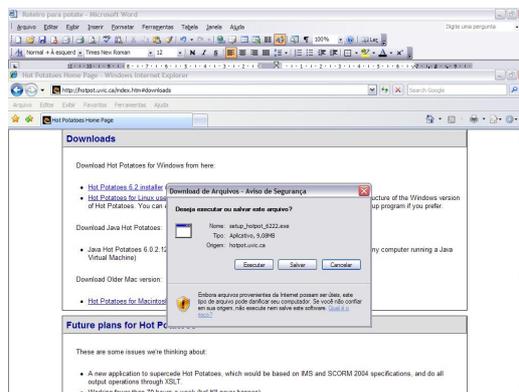
- Se aumentarmos a densidade do líquido, aumentamos ou diminuimos o empuxo?

- Alterando a base da caixa, irá alterar o empuxo?

Roteiro para Criação de Jogos Virtuais

1- Para baixar o programa

O programa pode ser baixado, de forma gratuita, em sua forma mais simples. Basta ir ao endereço <http://hotpot.uvic.ca/>, escolher a opção *download* no *menu* e, depois, escolher a opção *Hot Potatoes 6.2 installer*. Seguindo os passos corretamente deverá aparecer a janela abaixo.



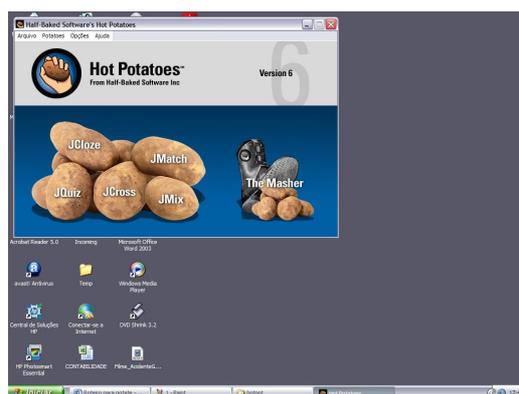
Escolha a opção salvar e escolha o local no seu computador e o *download* será iniciado.

2- Registro do programa

No mesmo local da *internet* onde foi baixado o programa poderá ser feito o registro, basta escolher a opção *Licences* no *menu* e seguir as instruções.

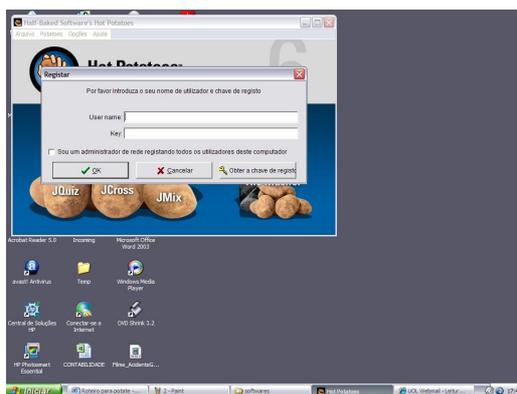
3- Instalação do programa

Para instalar o programa abra o *Internet Explorer* e clique duas vezes o arquivo que baixou da *internet*. Siga as instruções escolhendo a opção *Português (Brasil)*. Ao final, o programa começa sozinho, conforme a janela mostrada a seguir.



4- Registrando sua versão

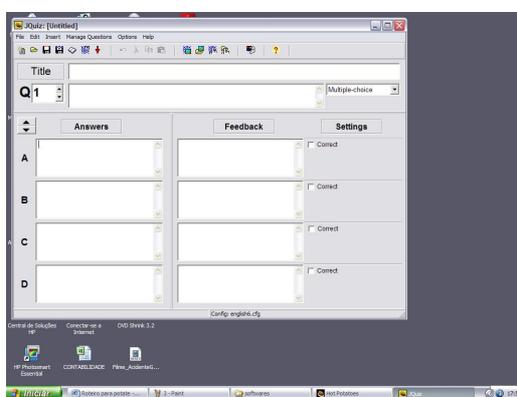
Após receber um e-mail com o seu registro você deverá registrá-lo em seu micro. Para tanto escolha a opção no *menu* Ajuda e clique em Registrar. Deverá aparecer a janela abaixo.



Digite seu *username* e sua *key* recebidos por e-mail após registrar-se no *site*.

5- Criando jogo do tipo *trivia*

Escolhendo a opção JQuiz, a janela mostrada abaixo deverá aparecer.



Para utilizar a Língua Portuguesa neste tipo de jogo escolha a opção *Options* e, em seguida, a opção *Interface* e *Load Interface file*; escolha o arquivo portuguêsbrasileiro.hif.

No espaço Título deverá ser preenchido com o título geral, do tipo Teste de Física Térmica.

A primeira pergunta deverá ser colocada no espaço ao lado de P 1; para digitar as outras perguntas utilize as setas e aparecerá P 2; e assim por diante.

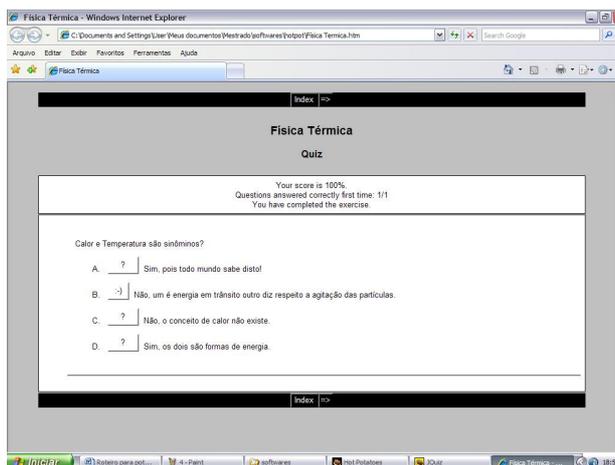
As opções de respostas deverão ser preenchidas no espaço ao lado de A, B, C e D. Assinale a opção correta. Para cada resposta poderá ser feito um comentário, tanto nas erradas como nas certas.

Para salvar, escolha a opção Arquivo, Salvar Como e escolha uma pasta no seu computador e coloque o nome escolhido.

Para criar uma interface para jogar clique em F6, e coloque o nome desejado.

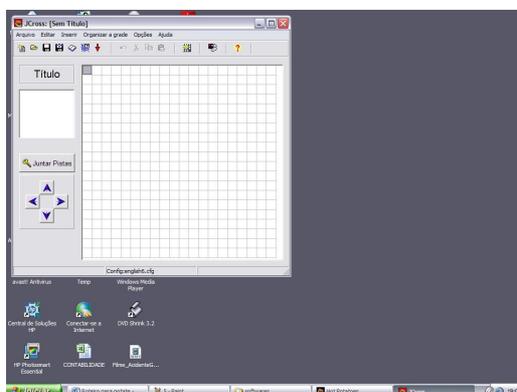
Para executar a *trivia* dê um clique duplo no arquivo gerado no *internet explorer*.

A janela com a *trivia* deverá aparecer como a mostrada abaixo.

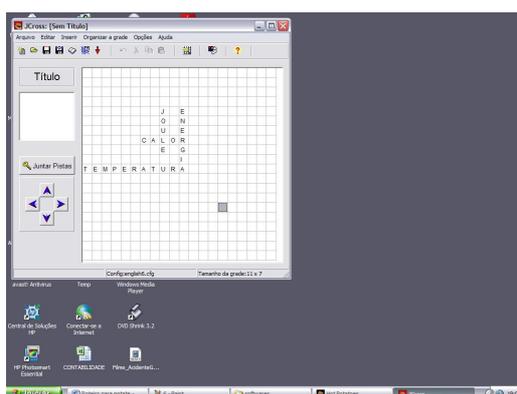


6- Criando jogo do tipo cruzadinha

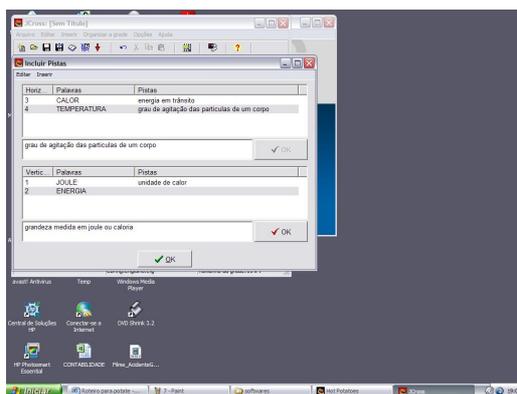
Escolha a opção JCross. Aparecerá a janela mostrada a seguir.



Escreva as palavras que farão parte da cruzadinha. Elas serão dispostas na tela formando palavras cruzadas, de forma automática, como na janela abaixo.



Para escrever as pistas clique em Juntar Pistas e quando a janela abrir, clique na palavra e escreva a pista como mostrado abaixo.

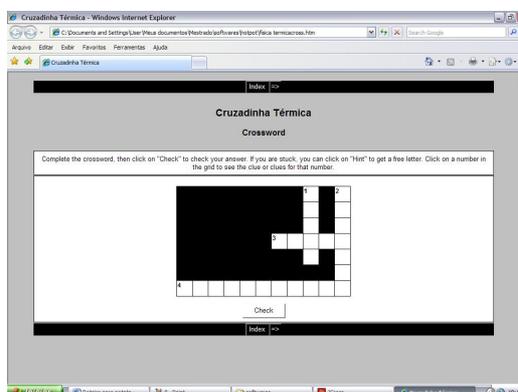


Para salvar, escolha a opção Arquivo, Salvar Como e escolha uma pasta no seu computador e coloque o nome escolhido.

Para criar uma interface para jogar clique em F6, e coloque o nome desejado.

Para executar a *cruzadinha* dê um clique duplo no arquivo gerado no *internet explorer*.

A janela com a cruzadinha deverá aparecer como a mostrada abaixo.



4. Conclusões

O material aqui apresentado não tem por objetivo esgotar o assunto que trata. Seu objetivo é de dar início ao ensino de Física de forma prazerosa. Consciente que os alunos possam retornar estes assuntos mais adiante em sua vida escolar, a meta traçada para este material é de que, quando isto ocorrer, eles tenham curiosidade e pré-disposição para quererem aprendê-los com mais detalhes e interesse.

Se com o auxílio deste material os alunos tiverem um primeiro contato formal com a Física mais agradável e prazeroso, pode-se ter a esperança de que eles queiram aprender mais Física.

Não é objetivo deste material formar futuros cientistas, mas sim apreciadores de ciências. Se alguns destes alunos, que forem apresentados à Física com o auxílio deste material tornarem-se curiosos estudantes e apreciadores de ciências, este material terá desempenhado seu papel: o de apresentar esta ciência como ela é: interessante, bonita e apaixonante.

Referências Bibliográficas

- ANTUNES, C. “Manual de técnicas de dinâmica de grupo de sensibilização de ludopedagogia”. Petrópolis: Editora Vozes, 2004.
- Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. “Parâmetros curriculares nacionais”: ciências naturais. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- GASPAR, A. “Experiências de ciências para o Ensino Fundamental”. São Paulo: Editora Ática, 2005.
- GASPAR, A. “Física – eletromagnetismo e física moderna”. São Paulo: Editora Ática, 2000.
- HOT Potatoes Home Page. Disponível em: <http://hotpot.uvic.ca/>. Acesso em: 07 abr. 2007.
- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. “Curso de física”. São Paulo: Scipione, 2000.
- MOREIRA, M.A. “Teoria de aprendizagem”. São Paulo: EPU, 1999.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. “A física na formação de professores do ensino fundamental”. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1999.
- ROGERS, C. R. “Liberdade para aprender”. Belo Horizonte: Interlivros, 1969.
- SCHROEDER, C. “Um currículo de Física para as primeiras séries do Ensino Fundamental” 2004. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- UENO, P. “Física”. São Paulo: Editora Ática, 2005.
- VALADARES, E. C. “Newton – A órbita da Terra em um copo d’água”. São Paulo: Odysseus Editora, 2003.

Consulte também

- ANDRADE, C. T. J. “Luz e cores: uma proposta interdisciplinar no Ensino Fundamental” 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- AXT, R.; BRÜCKMANN, M. E. “Um laboratório de física para o ensino médio”. Porto Alegre: Instituto de física – UFRGS, 1993.
- CAVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BANOS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C. “Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico”. São Paulo: Scipione, 1998.
- FERRAZ NETTO, L. “Feira de ciências”. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/>. Acesso em: 17 jul. 2007.
- LUDOTECA do IFUSP. Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.ludoteca.if.usp.br/>. Acesso em 07 abr. 2007.
- MATEUS, A. L. “Química na cabeça”. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.
- MEES, A. A.; ANDRADE, C. T. J.; STEFFANI, M. H. “Atividades de Ciências para a 8ª série do Ensino Fundamental: Astronomia, Luz e cores”. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2005.

Rede Internacional de Educação Virtual. Secretaria de Educação à distância do Ministério da Educação. Disponível em: <http://rived.proinfo.mec.gov.br/>. Acesso em 07 abr. 2007.

SAAD, F. D. "Aonde está a física?". São Paulo: Evoluir, 2005.

SCHROEDER, C. "Atividades experimentais de física para crianças de 07 a 10 anos". 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2005.

SOUZA, M. "Manual do cientista do Franjinha". São Paulo: Globo, 2002.

VALADARES, E. C. "Física mais que divertida: inventos eletrizantes baseados em materiais reciclados e de baixo custo". Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

Textos de apoio ao professor de física

- n° 1 Um Programa de Atividades sobre Tópicos de Física para a 8ª Série do 1º Grau.
Axt, R., Steffani, M. H. e Guimarães, V. H., 1990.
- n° 2 Radioatividade.
Brückmann, M. E. e Fries, S. G., 1991.
- n° 3 Mapas Conceituais no Ensino de Física
Moreira, M. A., 1992.
- n° 4 Um Laboratório de Física para Ensino Médio
Axt, R e Brückmann, M. E., 1993.
- n° 5 Física para Secundaristas – Fenômenos Mecânicos e Térmicos.
Axt, R. e Alves, V. M., 1994.
- n° 6 Física para Secundaristas – Eletromagnetismo e Óptica.
Axt, R e Alves, V. M., 1995.
- n° 7 Diagramas V no Ensino de Física.
Moreira, M. A., 1996.
- n° 8 Supercondutividade – Uma proposta de inserção no Ensino Médio.
Ostermann, F., Ferreira, L. M. e Cavalcanti, C. H., 1997.
- n° 9 Energia, entropia e irreversibilidade.
Moreira, M. A., 1998.
- n° 10 Teorias construtivistas.
Moreira, M. A., e Ostermann, F., 1999.
- n° 11 Teoria da relatividade especial.
Ricci, T. F., 2000.
- n° 12 Partículas elementares e interações fundamentais.
Ostermann, F., 2001.
- n° 13 Introdução à Mecânica Quântica. Notas de curso.
Greca, I. M. e Herscovitz, V. E., 2002.
- n° 14 Uma introdução conceitual à Mecânica Quântica para professores do ensino médio.
Ricci, T. F. e Ostermann, F., 2003.
- n° 15 O quarto estado da matéria.
Ziebell, L. F., 2004.
- v.16, n.1 Atividades experimentais de Física para crianças de 7 a 10 anos de idade.
Schroeder, C., 2005.
- v.16, n.2 O microcomputador como instrumento de medida no laboratório didático de Física.
Silva, L. F. da e Veit, E. A., 2005.
- v.16 n.3 Epistemologias do Século XX.
Massoni, N. T., 2005.
- v.16 n.4 Atividades de Ciências para a 8ª série do Ensino Fundamental: Astronomia, luz e cores.
Mees, A. A.; Andrade, C. T. J. de e Steffani, M. H., 2005.
- v.16 n.5 Relatividade: a passagem do enfoque galileano para a visão de Einstein.

Wolff, J. F. de S. e Mors, P. M., 2005.

v.17 n.1 Circuitos elétricos: novas e velhas tecnologias como facilitadoras de uma aprendizagem significativa no nível médio.

Moraes, M. B. dos S. A., Ribeiro-Teixeira, R. M., 2006.

v.17 n.2 A estratégia dos projetos didáticos no ensino de física na educação de jovens e adultos (EJA).

Espindola, K e Moreira, M. A., 2006.

v.17 n.3 Introdução ao conceito de energia.

Bucussi, Av., 2006.

v.17 n.4 Roteiros para atividades experimentais de Física para crianças de seis anos de idade.

Grala, R. M., 2006.

v.17 n.5 Inserção de mecânica quântica no ensino médio: uma proposta para professores.

Webber, M.C.M., 2006.

ANEXO II

TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

Nº X

2007

**MATERIAL DE APOIO DIDÁTICO PARA O
PRIMEIRO CONTATO FORMAL COM FÍSICA:
ELETROMAGNETISMO**

Felipe Damasio

Maria Helena Steffani

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Instituto de Física – UFRGS

ISSN XXXX-XXXX

Textos de Apoio ao Professor de Física, v.X, 2007.
Instituto de Física – UFRGS
Programa de Pós – Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

Editores: Marco Antonio Moreira
Eliane Angela Veit

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecária Carla Flores Torres CRB 10/1600)



Impressão: Waldomiro da Silva Olivo
Intercalação: João Batista C. da Silva

Sumário

1. Introdução	
2. Estrutura do material em módulos	
2.1 Aulas de laboratório	
2.2 Textos e técnicas de dinâmicas em grupo	
2.3 Aulas em ambiente virtual	
3. Módulo de Eletromagnetismo	
3.1 Roteiro para Laboratório	
3.2 Texto da série “Heróis da Física”.....	
3.2.1 Técnica de exploração intitulada “Autódromo”	
3.3 Texto da série “Desvendando os mistérios do cotidiano”.....	
3.3.1 Técnica de exploração intitulada “Bingo”	
3.4 Texto da série “Física para Iniciantes”	
3.4.1 Exercício sobre o texto da série “Física para Iniciantes”	
3.5 Roteiro para <i>Internet</i>	
3.6 Roteiro para criação de jogos virtuais	
4. Conclusões	
Referências Bibliográficas	

1. Introdução

A escola desde sempre admitiu uma missão tão desafiadora quanto assustadora: ensinar. A melhor forma de contemplar este objetivo tem sido alvo de pesquisa de inúmeros educadores há muito tempo. Mesmo que não se tenha chegado a um consenso, muitos avanços foram feitos desde então.

O ensino de Ciências, em especial o de Física, tem sido um grande desafio. É preciso romper com o modelo pedagógico vigente na maioria das escolas, onde os conceitos físicos são apresentados de forma abstrata, sem contextualização e, por conseqüência, sem despertar o interesse dos alunos. Para tentar promover um ensino de Física mais prazeroso produziu-se um material sobre tópicos de Física, organizados em módulos independentes de Fluidos e Eletromagnetismo, para serem utilizados no primeiro contato formal com o ensino da Física e/ou Ciências. Este material baseia-se na interação entre história da ciência, relação com o cotidiano, aulas de laboratório e aulas em ambiente virtual.

Este primeiro contato formal com o ensino de Física pode ocorrer tanto nas primeiras séries do Ensino Fundamental como em suas séries finais ou, ainda, no primeiro ano do Ensino Médio. Outra possibilidade de ocorrer este primeiro contato formal é na Educação de Jovens e Adultos.

O material pedagógico aqui apresentado pode ser parcialmente utilizado em qualquer desses níveis de ensino e foi pensado para ser usado pelo professor para preparar as aulas do primeiro contato de seus alunos com a Física. No entanto, nada impede que o professor possa utilizá-lo diretamente com os alunos, se julgar adequado. Caso o professor acredite que o material se encontra em linguagem inacessível a alguma turma, fica a seu critério fazer as modificações necessárias.

O presente número, da série de Textos de Apoio ao Professor de Física, trata do módulo de Eletromagnetismo, o outro módulo pode ser encontrado em outro número da mesma série.

2. Estrutura do material em módulos

O material aqui apresentado está estruturado em quatro módulos que compreendem áreas distintas da Física. Estes módulos têm a intenção de dar instrumentos aos professores que farão a apresentação formal inicial de Física aos seus alunos.

Cada módulo que compõe o programa é estruturado em três partes:

- (i) aulas de laboratório;
- (ii) aulas com formalização teórica através de textos produzidos especialmente para este programa, os quais contêm história da ciência, fenômenos físicos no cotidiano e apresentação de conceitos físicos;
- (iii) aulas em ambiente virtual.

Os módulos, centrados em temas que abrangem diferentes áreas da Física, abordam conceitos relevantes em cada área e procuram promover uma contextualização do tema com o cotidiano do aluno. A Tabela 1 apresenta, resumidamente, os módulos.

Tabela 1 – Descrição dos módulos

Módulos	Conceitos Abordados	Contextualização
Módulo 1 Fluidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Densidade; • Pressão; • Força de empuxo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Como o navio flutua? • Como o submarino sobe e desce? • O ar ocupa lugar no espaço? • O que é pressão atmosférica?
Módulo 2 Eletromagnetismo.	<ul style="list-style-type: none"> • Carga elétrica; • Força elétrica e magnética; • Campos elétrico e magnético; • Corrente elétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Como se formam os raios? • Por que a TV puxa os pêlos dos braços? • Como funciona o forno de microondas? • Como acontece a transmissão de TV, rádio e celular?

2.1 Aulas de laboratório

Em relação às aulas de laboratório, selecionaram-se experiências potencialmente capazes de causar um desequilíbrio nos alunos; desequilíbrio no sentido piagetiano (Moreira, 1999). Para contemplar este objetivo optaram-se por experiências contra-intuitivas, também por estas promoverem a curiosidade, tão importante para facilitar a aprendizagem significativa, como nos mostra a teoria rogeriana (Rogers, 1969).

Outros aspectos também foram considerados na seleção das experiências. O mais importante foi a possibilidade de as próprias crianças fazerem as experiências – a intenção é fazê-las participar ativamente do processo, e não apenas assistirem a sua realização. Quanto ao tipo de material, procurou-se propor experiências que utilizassem materiais de baixo custo e de fácil acesso, para

que os experimentos pudessem ser reproduzidos em qualquer cidade, independentemente do seu tamanho e das condições financeiras da escola. O tempo de execução das experiências também foi outro fator levado em consideração. Foi dada sempre prioridade às experiências de fácil execução, em um tempo mais curto possível.

2.2 Textos e técnicas de dinâmicas de grupo

Textos foram produzidos para uma formalização dos conceitos envolvidos nas experiências. Esta apresentação conta com o auxílio de três textos por módulo, preparados especialmente para este fim. Estes três textos enfocam aspectos diferentes:

- (i) história da ciência (*Heróis da Física*);
- (ii) relação com o cotidiano (*Desvendando os mistérios do dia-a-dia*);
- (iii) introdução formal dos conceitos (*Física para Iniciantes*).

Para estimular a leitura e a interação entre os alunos utilizaram-se, para as duas primeiras séries de textos, dinâmicas de grupo apresentadas por Antunes (2004), com pequenas adaptações. No caso dos textos da série *Heróis da Física* a dinâmica utilizada é conhecida como **Autódromo**. Já para os textos da série *Desvendando os mistérios do dia-a-dia*, a dinâmica proposta é chamada de **Bingo**. No caso da introdução formal de conceitos, uma das melhores formas de explorá-los é com a resolução de exercícios.

A dinâmica conhecida como Autódromo consiste em dividir o número de estudantes em grupos. Em uma sala típica de 28 alunos dividem-se, por exemplo, os alunos em quatro grupos de sete componentes; cada componente é identificado, neste exemplo típico, por uma letra de A a G. Cada aluno recebe o texto e determina-se um tempo para leitura individual. Nesta fase o professor orienta para que circulem palavras desconhecidas e sentenças que não tenham entendido. No primeiro caso devem estar disponíveis, na sala, dicionários para consulta dos alunos; no segundo, deve haver uma discussão no grupo de cada dúvida apontada. Para dúvidas não solucionadas pelo grupo, o professor deve ser consultado.

O professor deve preparar antecipadamente quatro folhas por grupo com as seguintes opções em separado: VV (Verdadeiro-Verdadeiro), VF (Verdadeiro-Falso), FV (Falso-Verdadeiro) e FF (Falso-Falso). Também, deve preparar previamente conjuntos de questões duplas, em igual número ao de participantes por grupo; no nosso exemplo foram formuladas sete duplas.

Cada conjunto de duas questões deve ser identificado por uma letra, e os alunos correspondentes a esta letra, em cada grupo, devem ler em voz alta as duas questões para o seu grupo.

Exemplificando: vamos supor que comece o jogo com a dupla de questões A. O aluno A de cada grupo recebe a dupla de perguntas e as lê, em voz alta, para o seu grupo. Após a discussão, o grupo escolhe uma alternativa (VV, VF, FV, ou FF) e os alunos A, de todos os grupos, são chamados à frente para apresentar a resposta do seu grupo.

Após a verificação das respostas certas e erradas dos grupos, a dupla de questões tem as respostas corretas reveladas pelo professor, inclusive com a indicação de onde, no texto, poderia

se encontrar a resposta ou concluí-la. De maneira idêntica procede-se com as duplas de questões seguintes.

Enquanto ocorre a leitura no tempo combinado, o professor desenha no quadro uma tabela e atribui valores para cada dupla de questões respondidas corretamente. Por exemplo, cada dupla de questões com respostas certas vale 100 pontos.

Uma tabela típica para esta atividade pode ser como a apresentada a seguir.

	100 pontos	200 pontos	300 pontos	400 pontos	500 pontos	600 pontos	700 pontos
Grupo 1							
Grupo 2							
Grupo 3							
Grupo 4							

Tabela para a verificação da pontuação de cada grupo na dinâmica Autódromo da série de textos *Heróis da Física*

A dinâmica intitulada Bingo, utilizada para explorar a série de textos *Desvendando os mistérios do dia-a-dia*, consiste em uma adaptação do conhecido jogo com este nome.

O professor deve preparar, com antecedência, uma série de perguntas simples numeradas sobre o texto, por exemplo, 20; e preparar um número de cartelas igual ao número de alunos de cada turma. Estas cartelas devem conter apenas as respostas, nunca as perguntas.

Ao começar o jogo, o professor sorteia um número que corresponde a uma pergunta e a lê em voz alta. Os alunos devem verificar se a resposta está em sua cartela. Em caso positivo deve marcar com um grão de milho ou de feijão ou de qualquer substituto. Como no jogo de Bingo, ganha aquele aluno que primeiro preencher uma fila ou coluna. As respostas devem ser verificadas e discutidas com toda turma. Caso haja discordâncias entre a marcação do aluno e as respostas corretas, o jogo deve continuar até que um aluno preencha de maneira correta uma linha ou coluna da cartela.

Os exercícios propostos para explorar a série de textos *Física para Iniciantes*, onde se faz a introdução formal de conceitos, devem ser resolvidos pelos alunos e, após esta resolução, discutidos com os demais alunos e o professor.

2.3 Aulas em ambiente virtual

Devido à utilização de animações e *softwares* interativos ser cada mais incentivada para o ensino de Física, justifica-se que se utilize um tempo para que ocorra esta interação com o ambiente virtual. Na *internet* tem disponível uma quantidade de *softwares* do tipo *JAVA Appletts* e *Flash* com acesso gratuito. Os elementos interativos em *JAVA Appletts* ou *Flash* selecionados para cada módulo não foram desenvolvidos para este material pedagógico, tão pouco pelos seus autores. Estes elementos interativos foram desenvolvidos no Brasil, e fora dele, para qualificar o ensino de

Física. Fez-se uma busca na *internet* com o objetivo de selecionar animações e/ou simulações apropriadas aos propósitos deste material.

Estão disponíveis, em cada módulo, roteiros para encontrar as animações interativas selecionadas e sugestões de como melhor explorá-las, inclusive com tarefas a serem realizadas pelos alunos, com perguntas a serem respondidas em folhas de papel.

Para que os estudantes interajam cada vez mais com os conceitos envolvidos nas experiências em laboratório e virtuais, propõe-se que eles criem jogos virtuais com a utilização de um software que serve para este fim. Trata-se do software *Hot Potatoes version 6*, que se encontra disponível para acesso gratuito na rede mundial de computadores. Com o auxílio deste software é possível construir jogos do tipo perguntas e respostas, inserindo comentários a cada resposta certa ou errada. Outra opção, muito atraente e divertida, é a criação de jogos do tipo cruzadinha, onde os próprios alunos criam as perguntas e formulam as respostas.

3. Módulo de Eletromagnetismo

O material deste módulo, que está reproduzido neste capítulo, é apresentado na ordem aconselhada de apresentação aos alunos, e é formado por:

- Um roteiro de laboratório, onde os próprios alunos devem realizar suas experiências;
- Um texto da série *Heróis da Física*, intitulado: *Faraday e Maxwell, eles viram o invisível*;
- O material para o desenvolvimento da técnica “Autódromo” que visa explorar o texto da série *Heróis da Física*;
- Um texto da Série *Desvendando os mistérios do dia-a-dia*, intitulado: *Forno de microondas sem mistério*;
- O material para o desenvolvimento da técnica “Bingo” que visa explorar o texto da série *Desvendando os mistérios do dia-a-dia*;
- Um texto da Série *Física para Iniciantes*, intitulado: *Física para Iniciantes – Introdução ao Eletromagnetismo*;
- Uma lista de exercícios que visa explorar o texto da série *Física para Iniciantes*;
- Uma sugestão de atividade para aulas em ambiente virtual intitulada *Aprendendo Física na Internet*;
- Um roteiro para criação de jogos virtuais intitulado *Roteiro para Criação de Jogos Virtuais*.

Roteiro para Laboratório de Eletromagnetismo

Experiência 1 → “Colando” caneta na parede.

Material necessário

- Uma caneta do tipo *BIC*;
- Uma parede áspera.

Procedimentos

- Com firmeza esfregar a caneta em uma só direção contra a parede;
- Observar que ela fica grudada na parede.

Discussão

- Esta simples experiência mostra dois aspectos fundamentais da eletrostática: primeiro, mostra como eletrizar corpos com atrito; segundo, mostra que cargas de sinais diferentes se atraem, pois, na eletrização por atrito, os corpos adquirem cargas opostas; logo, a caneta e a parede passarão a se atrair, grudando a caneta.

Experiência 2 → “Grudando” folha na parede.

Material necessário

- Uma folha de transparência (do tipo usada em retro-projetor);
- Uma caneta de plástico do tipo *BIC*;
- Uma parede áspera.

Procedimentos

- Com uma das mãos, manter a transparência pressionada contra a parede;
- Esfregar a lateral da caneta por toda a transparência, mantendo a transparência fixa na parede com a outra mão;
- Parar de esfregar soltando a transparência com cuidado e notar que a transparência ficará grudada na parede.

Discussão

- Esta simples experiência também mostra a eletrização por atrito e a atração de cargas de sinais opostos.

Experiência 3 → Colando balão na parede.

Material necessário

- Balão de festa cheio e amarrado;
- Parede qualquer ou quadro de giz.

Procedimentos

- Atritar o balão contra a superfície, cuidando para não pressioná-lo demais;
- Observar que, após soltar o balão com cuidado, ele fica parado na parede.

Discussão

- Esta experiência simples ilustra a eletrização por atrito e a atração de cargas de sinais opostos.

Experiência 4 → Papeizinhos voadores.

Material necessário

- Balão de festa cheio e amarrado;
- Papel cortado em pequeninos pedaços.

Procedimentos

- Eletrizar o balão atritando-o contra o quadro ou parede;
- Aproximar o balão eletrizado dos pedacinhos de papel;
- Observar que alguns voam e outros grudam no balão.

Discussão

- Primeiro, quando o balão é atritado contra a parede, ele fica eletrizado; depois, ao aproximar o balão dos papeizinhos, ele os atrai – mesmo sem tocá-los – pois os eletriza por indução. Isso ocorre mesmo sem troca de carga, apenas polarizando o corpo que, como um todo, permanece neutro.

Experiência 5 → Pêndulo eletrostático, atraindo corpos neutros.

Material necessário

- Pêndulo eletrostático (construído com bolinha de isopor toda coberta com papel alumínio e amarrada a um barbante);
- Balão de festa cheio e amarrado.

Procedimentos

- Eletrizar o balão atritando-o contra o quadro ou parede;
- Segurar o barbante com uma das mãos;
- Com a outra mão, aproximar o balão eletrizado do pêndulo eletrostático, sem tocá-los;
- Observar que mesmo sem tocar o pêndulo, o balão eletrizado o atrai.

Discussão

- Esta experiência simples demonstra que é possível atrair corpos neutros, apenas polarizando-os através da eletrização por indução.

Experiência 6 → Mexendo no curso da água.

Material necessário

- Torneira capaz de deixar um escorrer um fino filete de água;
- Balão de festa cheio e amarrado.

Procedimentos

- Eletrizar o balão atritando-o contra o quadro ou parede;
- Aproximar o balão eletrizado do filete de água, sem tocá-los;
- Observar que o balão eletrizado irá atrair o filete de água, desviando-o de sua trajetória normal.

Discussão

- Esta experiência também demonstra que é possível atrair corpos neutros, apenas polarizando-o através da eletrização por indução.

Experiência 7 → Gaiola de Faraday.

Material necessário

- Cesta de fruta de metal ou peneira com aro metálico;
- Papel cortado em pequeninos pedaços;
- Balão de festa cheio e amarrado.

Procedimentos

- Eletrizar o balão atritando-o contra o quadro ou parede;
- Posicionar a peneira com a boca para baixo e os papeizinhos dentro dela;
- Aproximar o balão eletrizado da cesta metálica;
- Observar que neste caso não há atração dos papeizinhos.

Discussão

- A gaiola de Faraday tem utilidades diárias que podem ser exploradas, tais como se proteger de uma tempestade dentro de um carro ou o bloqueio de celulares em presídios.

Experiência 8 → Bússola e seu movimento “sozinho”.

Material necessário

- Uma bússola;
- Duas pilhas grandes e um fio de cobre.

Procedimentos

- Observar para onde aponta a agulha da bússola, quando ela está afastada do fio;
- Colocar o fio sobre a bússola, paralelamente à direção de sua agulha.
- Fechar um circuito com as pilhas e o fio de cobre, colocando cada ponta do fio em um dos pólos das pilhas;
- Observar que, neste instante, a agulha da bússola sofre uma deflexão.

Discussão

- Sempre que circula uma corrente elétrica em um circuito, esta produz um campo magnético. A bússola, por ser um ímã, é sensível a este campo magnético e, por isto, sua agulha se move.

Experiência 9 → Fabricando um ímã.

Material necessário

- Duas pilhas grandes;
- Prego grande de ferro;
- Fio de cobre (capeado ou esmaltado);
- Clipes de metal;
- Papel cortado em pequeninos pedaços.

Procedimentos

- Enrolar o fio em torno do prego com cerca de 50 voltas;
- Deixar nas extremidades duas porções de fio;
- Descascar as duas extremidades do fio;
- Ligar as extremidades do fio aos pólos das pilhas;
- Aproximar do prego enrolado com o fio ligado às pilhas, os clipes de metal e os pedaços de papel;

- Observar que no primeiro caso eles são atraídos pelo prego e no segundo não.

Discussão

- Quando se liga o fio aos pólos das pilhas, cria-se um eletroímã que atrai apenas materiais magnetizáveis como o metal dos cliques, não atraindo, portanto, os papeizinhos.

Faraday e Maxwell, eles viram o invisível.

Felipe Damasio

profbolla@uol.com.br

1) Introdução

Quem já não xingou a companhia de eletricidade quando o fornecimento de energia foi interrompido por alguns minutos apenas? Não é necessário que você repita agora o que você falou quando faltou energia, por favor!

Ficar sem energia elétrica apenas uma noite nos mostra o quanto somos dependentes deste conforto. Mas se ficar uma noite sem eletricidade já é difícil, imagine se tivéssemos que viver sem ela!

No século XIX (1801-1900) não havia energia elétrica. Porém, graças a duas pessoas que viveram neste século, nós podemos desfrutar do uso de energia elétrica e várias outras aplicações de suas obras.

Mas como estudar uma coisa que não se pode ver? Estudar o movimento de um corpo ou a luz, vá lá, pois conseguimos observar estes fenômenos. Mas ninguém consegue ver a eletricidade... Então como podemos entendê-la, estudá-la e ainda desenvolvê-la de tal modo a chegar à sofisticação de hoje em dia?

Quem conseguiu fazer isso foram dois britânicos, os quais conheceremos melhor a partir de agora. **Michael Faraday** (1791-1867) e **James Clerk Maxwell** (1831-1879).

2) Faraday: de encadernador a assunto de livros.

Você já deve ter se perguntado em uma aula de ciências: “será que este cara não tinha nada melhor para fazer do que ficar inventando estas teorias para a gente estudar?”. Mas o que motiva pessoas a estudarem a natureza, e que pode tornar qualquer pessoa em um grande cientista, pode ser resumido em uma palavra: CURIOSIDADE. Um exemplo disto é a história inusitada, e com um improvável final feliz, que você vai conhecer agora.

Michael Faraday nasceu na cidade inglesa de Newington em 22 de setembro de 1791. Neste período estava ocorrendo a chamada Revolução Industrial, quando as fábricas que conhecemos hoje se desenvolveram. Como consequência da revolução industrial as pessoas deixaram - em sua maioria - a zona rural e foram para as cidades à procura de emprego nas fábricas, que por sua vez necessitavam de mão de obra.

A família de Faraday era humilde; seu pai era ferreiro, com um ordenado baixo. Devido a isto, a educação de Faraday teve restrições. Como tantas outras famílias, a de Faraday deixou o interior inglês com destino a Londres, capital da Inglaterra.

Ainda na adolescência, Faraday começou a trabalhar como uma espécie de *office boy* de um livreiro francês radicado em Londres. Com muito empenho Faraday foi logo promovido a encadernador de livros, pois naquela época era assim que os livros eram editados. Agora você entendeu como a curiosidade pela natureza despertou em Faraday, não é?!

AINDA NÃO??

Então vamos entender juntos. Como encadernador, passavam nas mãos de Faraday as obras mais importantes de sua época. Estas obras seriam inacessíveis a ele por outra forma devido à sua origem humilde. Enquanto encadernava os livros ele também os lia. Ficou especialmente encantado com dois: a Enciclopédia Britânica e um livro sobre Química chamado Conversações sobre Química.

Em 1812, um cliente da livraria presenteou Faraday com convites para uma série de palestras de Sir Humphry Davy sobre Química.

Enquanto assistia às palestras, tomava nota de tudo que Davy explanava. Ao final da série de palestras, Faraday encadernou as anotações e enviou-as a Davy, que ficou impressionado com o capricho e dedicação de Faraday.

Como de bobo Faraday não tinha nada, junto do livro com as notas das palestras, ele enviou um pedido de emprego como assistente de Davy em seus laboratórios. Quando foi admitido, começou a carreira de um dos maiores cientistas de toda a história.

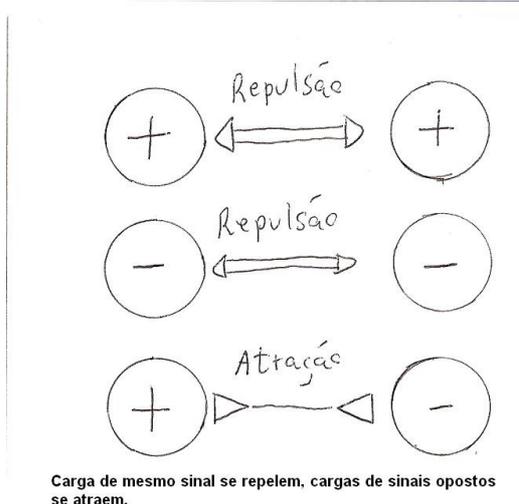
3) Campo, vendo o invisível.

Dois exemplos de campos são o elétrico e o magnético. Eles estão intimamente relacionados.

Vamos ao campo elétrico!

A força que é provocada pela eletricidade é chamada de **Força Elétrica**. Esta força é provocada pela ação das **Cargas Elétricas**. Estas cargas podem ser positivas (prótons) e negativas (elétrons).

A força provocada pelas cargas pode ser tanto de atração como de repulsão. Cargas iguais se repelem, ao passo que cargas de sinais opostos se atraem. Vai dizer que você nunca ouviu que os opostos se atraem?



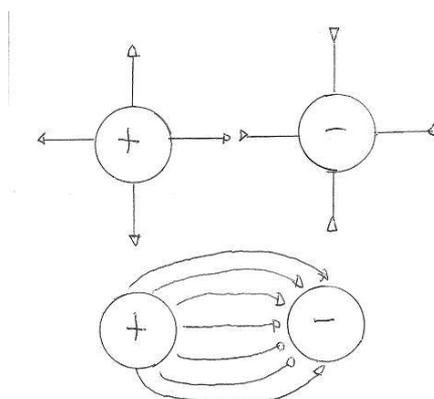
Uma ótima pergunta que você deve estar se fazendo é: como uma carga sabe que a outra existe se ela não tem olhos e, ainda, como ela pode saber se a outra carga é positiva ou negativa?

Faraday se fez a mesma pergunta e, ao respondê-la, se tornou tão famoso como ele é hoje.

Devemos a Faraday a invenção do conceito de campo. Campo é uma região de influência que a carga cria em torno de si. Uma carga, ao sentir esta região, sabe que a outra existe; assim, se forem iguais elas se repelirão, se forem diferentes atrair-se-ão.

A resposta para a pergunta é simples: a interação se dá através dos campos gerados pelas cargas; por isto elas não precisam se tocar para saber que a outra existe e que tipo de carga ela é.

Para representar este campo, Faraday usou o que ficaria conhecido como **linhas de força** ou **linhas de campo**. Na representação de Faraday, as linhas de campo de uma carga positiva saem da carga, ao passo que nas cargas negativas, elas entram. Estas linhas são apenas representações, elas não existem realmente.

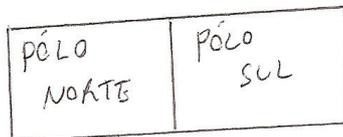


Na representação das linhas de campo, elas saem das cargas positivas e entram nas negativas.

Vamos agora ao campo magnético!

Este tipo de campo é gerado não pelas cargas, como no campo elétrico, mas sim por um **ímã**.

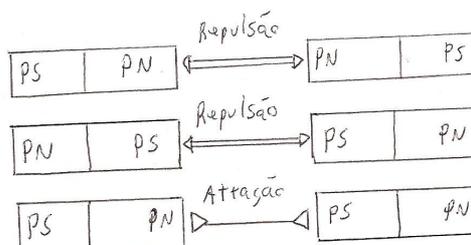
Ímãs são corpos dotados de magnetismo. Eles têm dois pólos inseparáveis, o **pólo norte** e o **pólo sul**.



Um ímã tem dois pólos que são inseparáveis, estes pólos são chamados de pólo norte e pólo sul.

De maneira análoga ao que acontece no caso do campo elétrico, existe uma força que pode ser de atração e repulsão criada pelos ímãs: a **Força Magnética**.

Pólos iguais se repelem e pólos diferentes se atraem, como você já deve ter notado manuseando ímã de geladeira.



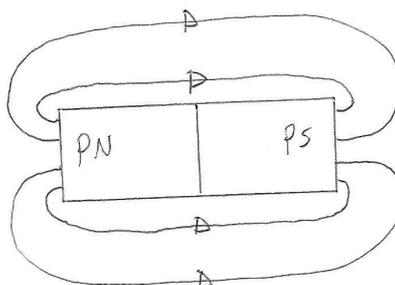
Pólos iguais em ímãs diferentes se repelem, pólos diferentes em ímãs diferentes se atraem.

Agora, como um pólo sabe que outro existe? E ainda, como sabe qual é o tipo de pólo que está perto dele?

Adivinhem?...

Bingo!!!! Através de um campo, e como ele é gerado pelo magnetismo, se chama **Campo Magnético**.

As linhas de campo geradas por um ímã, que são as linhas de campo magnético, saem do pólo norte e entram no pólo sul.



Representação das linhas de campo de um ímã

Faraday não usou matemática em sua teoria de campos. O uso de matemática permite que a teoria seja ampliada, fazendo previsões exatas sobre os fenômenos que se estão estudando.

A obra de Faraday precisava ser complementada com matemática. Isto ocorreu através de um escocês metido a poeta.

4) Maxwell, o poeta que embelezou a ciência.

Vamos conhecer melhor quem completou a obra de Faraday, matematizando-a.

Trata-se de James Clerk Maxwell. Escocês, nascido em Edimburgo em 13 de julho de 1831.

Filho de uma família tradicional, era herdeiro de muitas terras no sudoeste escocês. A curiosidade de Maxwell foi estimulada desde cedo por seu pai, que o presenteava com prismas, lunetas, imãs e brinquedos ópticos. Brincando ele iria aprender a gostar de ciência e a tornaria ainda mais bela e estruturada, como resultado de sua vida.

Para usufruir da melhor educação fez um curso equivalente ao nosso ensino fundamental em Edimburgo. Nesta idade ele já se destacava ganhando vários prêmios escolares.

Uma outra característica marcante da personalidade de Maxwell era seu gosto por poemas e versos. Além de grande cientista foi também poeta.

Fazia versos sobre Filosofia, História, cotidiano e pasmem... sobre Física e Matemática. Rimava em seus versos fórmulas e conceitos de ciências. Era sem dúvida uma pessoa interessante.

Em 1850 Maxwell foi estudar na mais famosa universidade do mundo, Cambridge, na Inglaterra. Lá, teve contato com os maiores cientistas de sua época, além de conviver com a vanguarda da ciência do século XIX.

Após se formar foi dar aulas na sua Escócia. Nesta época, ganhou o famoso prêmio Adams – não existia o Nobel ainda – por demonstrar que os belos anéis de Saturno não eram sólidos, mas sim formados de pequenas partículas em órbita, como um jato de areia.

Mas as maiores contribuições dele foram, sem dúvida, no eletromagnetismo, que mudariam nosso mundo para sempre.

A sua contribuição mais significativa foi matematizar a teoria de campos de Faraday. Trata-se da teoria eletromagnética de Maxwell.

5) As equações de Maxwell.

Maxwell organizou cerca de vinte equações que resumiam e formalizavam a teoria de campos de Faraday. A vantagem desta abordagem era que se podiam fazer previsões exatas sobre os fenômenos eletromagnéticos.

Oliver Heaviside, um físico inglês, utilizou um formalismo matemático para resumir as cerca de vinte equações iniciais proposta por Maxwell para apenas quatro. Isto mesmo, todo o eletromagnetismo pode ser resumido em quatro equações apenas! As famosas equações de Maxwell!!!

A matemática envolvida nas equações é dominada por pessoas que estudaram muito. Mas, para apreciar a beleza delas, não é nada complicado.

Nesta época já se sabia que campos elétricos e magnéticos estavam relacionados. Maxwell descobriu que estes campos se propagavam através de ondas, as **ONDAS ELETROMAGNÉTICAS**, e que sua velocidade de propagação é igual à da luz.

Opa! Então as ondas eletromagnéticas devem ter alguma coisa a ver com a luz, não é?!

É É É É !!!!!!!

Uma grande descoberta que veio junto com as equações de Maxwell foi que a luz visível é uma onda eletromagnética. Como várias outras, os Raios-X, Microondas e Ondas de Rádio e TV são todas ondas da mesma espécie, só se diferenciando no tamanho e energia.

Maxwell uniu a física da luz e dos campos!! E tudo isto saiu apenas destas quatro equações.

Com estas descobertas foi possível que físicos e engenheiros, que estudaram as equações de Maxwell e aprenderam a aplicá-las, projetassem as transmissões de TV e rádio, computadores, *Ipods* ...

Cada vez que você ligar a TV para ver a novela ou o rádio para ouvir música, você deve agradecer a estes dois grandes homens que viveram no século retrasado: Faraday e Maxwell.

Grande Faraday !!!!!

Grande Maxwell !!!!!

Obrigado Faraday !!!!!

Obrigado Maxwell !!!!!

6) Referências Bibliográficas

CHERMAN, A. "Sobre os ombros de gigantes: uma história da física". Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2004.

CRUZ, F. F. de S. "Faraday e Maxwell – luz sobre os campos". São Paulo: Odysseus Editora, 2005.

GASPAR, A. "Física – eletromagnetismo e Física Moderna". São Paulo: Editora Ática, 2000.

SIMMONS, J. "Os 100 maiores cientistas da história: uma classificação dos cientistas mais influentes do passado e do presente". Rio de Janeiro: DIFEL, 2002.

TINER, J. H. "100 cientistas que mudaram a história do mundo". Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

Duplas de questões para a técnica “Autódromo” para exploração do texto da série
***Heróis da Física* do módulo de Eletromagnetismo:**

Pergunta A

- 1) Tanto Faraday como Maxwell eram oriundos de famílias ricas.
- 2) Maxwell foi o primeiro a introduzir o conceito de campo na história da Física.

Pergunta B

- 3) As famosas equações de Maxwell reduzem todo o eletromagnetismo a apenas quatro equações.
- 4) Foi Faraday quem primeiro introduziu o conceito de campo na história da Física.

Pergunta C

- 5) Apesar de ser um dos maiores cientistas de todos os tempos, Faraday não tinha formação acadêmica em Física.
- 6) Maxwell adorava fazer poesias, podendo ser considerado um poeta também.

Pergunta D

- 7) O campo elétrico sai da carga positiva e da negativa.
- 8) Podemos separar os pólos de um ímã cortando-o ao meio.

Pergunta E

- 9) Pólos iguais se atraem e diferentes se repelem.
- 10) Todo ímã tem um pólo norte e outro sul, necessariamente.

Pergunta F

- 11) O campo magnético sai do pólo norte e entra no sul.
- 12) Somente as cargas positivas têm campo elétrico; as negativas não produzem campo, apenas atraem as cargas positivas.

Pergunta G

- 13) Luz é um tipo de onda eletromagnética.
- 14) Todas as ondas eletromagnéticas se propagam com a mesma velocidade no vácuo.

Forno de microondas sem mistério

Felipe Damasio

profbolla@uol.com.br

1) Introdução

Quase todos já utilizaram ou comeram alguma coisa preparada em um forno de microondas. Apesar de seu uso comum, poucos sabem como ele funciona ou como melhor utilizá-lo.

Então, trataremos aqui de desvendar os segredos do forno de microondas e qual a melhor maneira de explorá-lo.

Como afinal podemos cozinhar sem uma fonte de calor?

2) O que é uma microonda?

Vamos começar pelo começo. Um forno de microondas funciona com microondas, certo? Certo! Mas o que vem a ser isto? Será que ela é a menor onda que existe e por isto o nome micro? E como é possível cozinhar com elas?

Para começo de conversa vamos saber o que é uma ONDA. Onda é como a natureza transporta energia. Uma onda é como um serviço de entrega de energia (Tele-entrega de energia poderia ser o nome de uma onda). Mas, além de saber o que a onda transporta, é importante saber o que ela não entrega: ela NUNCA transporta matéria. Onda transporta energia e não transporta matéria.

Para entender como funciona este transporte de energia por onda, o fato de a luz e o som serem ondas é importante.

Quando alguma pessoa fala, ela transfere energia para as moléculas de ar ao redor das suas cordas vocálicas. Mas para alguém ouvir o que esta pessoa está falando, esta energia deve chegar aos seus ouvidos. E adivinhem como esta energia chega ao ouvinte? MUITO BEM, através de uma onda, a qual iremos chamar de onda sonora.

A diferença entre o som e a luz é que o som necessita de um material para se propagar, no caso mais comum, o ar. A luz, por sua vez, não necessita de um meio material, propagando-se no vácuo. Afinal, como você acha que luz sai do Sol e chega até nós? Se propagando pelo vácuo (ausência de matéria), ora!

As ondas, que como o som, necessitam de um meio material para se propagarem, são ditas ONDAS MECÂNICAS. As ondas, que como a luz, não necessitam de um meio material para se propagarem, são chamadas de ONDAS ELETROMAGNÉTICAS.

Vamos falar agora apenas das ondas eletromagnéticas. São exemplos: luz visível, raios-X, raios gama, ondas de rádio, ondas de TV e adivinhem... as microondas.

Poderíamos apenas chamá-las de luz visível e não visível, porque todas estas ondas eletromagnéticas são de mesma natureza e podem ser classificadas de acordo com suas energias diferentes. Apesar do nome, as microondas não são as menos energéticas, nem as que têm mais energia.

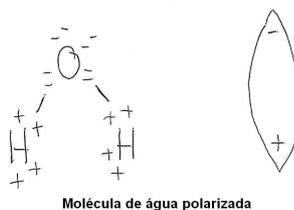
O espectro eletromagnético mostra todos os tipos de ondas eletromagnéticas ou de luzes. A seguir é descrito parte do espectro eletromagnético em ordem decrescente de energia: raios gama, raio-X, ultravioleta, luz visível, infravermelho, microondas e ondas de radio-transmissão.

Para ficar combinado, vamos tratar as microondas como uma luz não visível com menos energia que a luz visível. Mas também não é a mais energética, pois os raios gama, por exemplo, têm mais energia que a microondas.

3) Como se cozinha com as microondas?

Em uma frase: a presença de água nos alimentos, com a ajuda de moléculas de gordura e açúcar. Sem elas as microondas nunca cozinhariam nada!

Mas o que a água tem de especial? Ela é uma molécula polar. Hein??? Calma, não é difícil de entender. Todas as moléculas têm cargas positivas (prótons) e negativas (elétrons). Normalmente estas cargas estão igualmente distribuídas. No caso da água (que tem dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, H_2O) há mais elétrons em um lado (no oxigênio) e mais prótons no outro (junto aos átomos de hidrogênio). Então, a molécula de água tem dois pólos – parecidos com um ímã – no caso da água chamaremos os átomos de oxigênio e hidrogênio de pólo positivo e negativo, respectivamente. A figura abaixo ilustra por que uma molécula de água é polarizada.



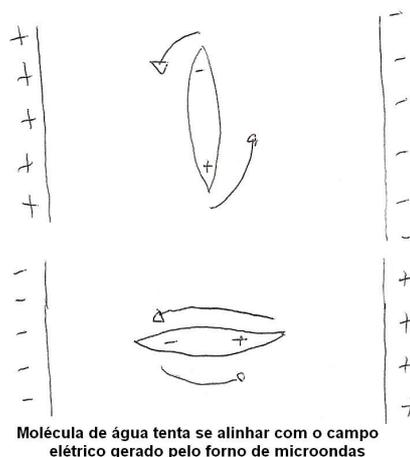
Como você deve saber das aulas de Física, cargas de sinais contrários se atraem, ao passo que de mesmo sinal se repelem.

O forno de microondas gera um campo elétrico através de seu magnetron. Este campo cria um monte de cargas negativas de um lado e um monte de cargas positivas de outro.

Além de criar este campo elétrico, o forno de microondas o inverte seguidamente, ou seja, inverte o lado positivo pelo negativo e o negativo pelo positivo. Funciona assim, um lado do campo é positivo em um instante e no outro é negativo, de novo positivo, de novo negativo...

Por ser polar, a molécula de água tenta se alinhar com o campo. Isto quer dizer que ela tenta colocar seu pólo positivo perto do negativo do campo gerado pelo forno, e o seu negativo

com o pólo positivo gerado pelo forno. A figura abaixo ilustra este contínuo movimento das moléculas de água tentando se alinhar com o campo gerado pelo forno.



Este movimento constante aumenta a temperatura da água - a temperatura é, de fato, o quanto as moléculas de um corpo estão agitadas.

Como a temperatura da água que compõe o alimento está aumentando, ela esquenta por contato também as partículas que estão ao seu redor, e por fim todo o alimento. Então podemos dizer que o cozimento se dá dentro do próprio alimento, utilizando a água que o compõe.

Só por curiosidade, o forno de microondas inverte o sentido do campo por ele gerado cerca de 4,9 bilhões de vezes a cada segundo.

4) Descanso do alimento

Uma boa atitude para quem utiliza o forno de microondas para cozinhar é dar um tempo de descanso para o alimento antes de comê-lo. Deve-se esperar um pouco após desligar o microondas. Mas por que devemos fazê-lo?

O motivo é que as microondas não conseguem penetrar muito nos alimentos. Elas conseguem interagir apenas com as moléculas da superfície.

Assim sendo, o aumento da temperatura da água que compõe os alimentos aumenta apenas aquelas que estão perto da superfície. Isto explica porque logo após o seu preparo, a parte de fora está quente e a de dentro está fria, ao se comer o alimento.

Em alimentos líquidos e pastosos, as receitas mandam interromper o cozimento na metade do tempo e mexer, exatamente para trocar as moléculas de água que estão na superfície pelas moléculas internas.

Em alimentos sólidos, como carnes, isto não é possível e apenas as moléculas de sua superfície aquecem devido às microondas. O que se deve fazer para obter uma temperatura uniforme? Deve-se deixar o alimento trocar calor dentro de si por algum tempo.

Funciona assim, sempre o calor vai da parte com maior temperatura, para a de menor, até as duas alcançarem temperaturas iguais. No caso do pedaço de carne, claramente a parte de dentro estará a uma temperatura menor do que a parte de fora. Logo, o calor irá fluir naturalmente para dentro, cozinhando-a também. Mas para isto ocorrer, você não pode comer antes do alimento acabar seu cozimento, e por isto deve-se esperar um tempo após terminar o preparo.

5) Metais em um forno de microondas, uma idéia ruim.

Todos que têm o hábito de usar o microondas para preparar seus alimentos sabem de uma regra importantíssima: NUNCA coloque metais dentro do microondas? Mas por quê?

Um dos motivos é que o metal reflete ondas eletromagnéticas. Assim sendo, quando eles forem bombardeados pelas ondas, devolvê-las-ão ao magnetron podendo danificá-lo, e assim estragar o forno.

A consequência mais dramática, no entanto, é causado por outro motivo. Os metais são condutores, materiais em que alguns elétrons podem se mover. Estes elétrons tentarão acompanhar a parte positiva do campo gerado pelo forno. Elétrons em movimento chama-se **corrente elétrica**.

Uma das consequências de circular uma corrente elétrica em um metal, é que ele irá esquentar – dá-se o nome de efeito Joule – podendo esquentar tanto que poderá derreter, ou pegar fogo.

O problema maior é quando este metal tem pontas, pois funcionará como uma espécie de pára-raios, criando faíscas. Estas faíscas com certeza não irão fazer bem ao seu microondas, ao alimento que está cozinhando e ainda à sua cozinha.

6) O forno de microondas é perigoso?

Só se você utilizá-lo com a porta aberta!!!

De fato, as microondas são capazes de causar queimaduras em nossa pele. Por isto que os fabricantes impossibilitam que o forno funcione com a porta aberta, para que as microondas que estão sendo geradas pelo forno não cheguem até as pessoas que estão perto do forno.

Muitas pessoas acham que as microondas são cancerígenas ou que causam anomalias. Mas estas pessoas ficariam surpresas de saber que as microondas são amplamente usadas em nosso dia-a-dia em várias outras tarefas.

Um exemplo são os telefones celulares. Este tipo de telefonia usa ondas eletromagnéticas na faixa das microondas para a transmissão das informações.

Um outro uso comum das microondas são os RADARES. Estes aparelhos são fundamentais para o controle de tráfego aéreo. E adivinhem? Também utilizam microondas.

Em medicina também o uso de microondas é útil. Como por exemplo, na detecção de tecidos que mostram o desenvolvimento de câncer pelo paciente. Estes tecidos que acusam a

doença, aquecem mais que os tecidos saudáveis quando interagem com as microondas, assim é possível detectá-los usando este tipo de onda eletromagnética.

Então, podemos concluir que utilizar um forno de microondas para, por exemplo, fazer sua pipoca, é tão perigoso quanto comê-la.

7) Referências Bibliográficas

CARVALHO, Regina Pinto. "Microondas". São Paulo: Editora Livraria da Física: Sociedade Brasileira de Física, 2005.

ENDLER, Anna Maria Freire. "Vovó conta como são feitas as coisas". São Paulo: Editora Livraria da Física, 2007.

HEWITT, Paul. "Física Conceitual". Porto Alegre: Bookman, 2002.

RUSSEL, John B. "Química Geral". Editora Makron, 1994.

WOLKE, Robert L. "O que Einstein disse a seu cozinheiro: a ciência na cozinha". Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor. 2003.

Perguntas e Respostas usadas na técnica Bingo sobre o texto da série *Desvendando os mistérios do dia-a-dia*.

1- O que uma onda transporta?

R: Energia, nunca matéria.

2- Uma diferença entre som e luz é que:

R: a luz não precisa de um meio para se propagar, o som precisa.

3- As ondas mecânicas...

R: necessitam de um meio material para propagarem-se.

4- As ondas eletromagnéticas...

R: não necessitam de um meio material para propagarem-se.

5- Raios-X, raios gama, ultravioleta e infravermelho são...

R: exemplos de ondas eletromagnéticas não visíveis aos seres humanos.

6- A radiação ultravioleta tem mais energia que as microondas. Um outro exemplo de onda eletromagnética que podemos comparar com as microondas são...

R: os raios gama, que têm maior energia também.

7- As microondas são...

R: ondas eletromagnéticas de mesma natureza que a luz visível ao ser humano.

8- O que é uma molécula polar?

R: Uma molécula que tem dois pólos – parecidos com um ímã.

9- A molécula de água é...

R: um exemplo de molécula polar.

10- Cargas de mesmo sinal...

R: se repelem, ao passo que de sinal contrário se atraem.

11- Pode-se dizer que temperatura indica...

R: o quanto as moléculas de um corpo estão agitadas.

12- Por que devemos dar um tempo de descanso aos alimentos aquecidos em forno de microondas?

R: As microondas não conseguem penetrar muito nos alimentos. Elas conseguem interagir apenas com as moléculas da superfície.

13- Podemos afirmar que o calor...

R: vai da parte com maior temperatura para a de menor, até as duas alcançarem temperaturas iguais.

14- Os metais...

R: refletem ondas eletromagnéticas.

15- O que é corrente elétrica?

R: Cargas elétricas em movimento.

16- O que é efeito Joule?

R: Aquecimento de um corpo provocado pela passagem de corrente elétrica.

17- As microondas...

R: são capazes de causar queimaduras em nossa pele.

18- As microondas são usadas também em...

R: telefonia celular.

19- Os radares...

R: utilizam microondas e são fundamentais para o controle de tráfego aéreo.

20- A medicina é...

R: outro exemplo de aplicação das microondas.

Cartelas usadas na técnica Bingo sobre o texto “Forno de microondas sem mistério”.

Energia, nunca matéria.	a luz não precisa de um meio para se propagar, o som precisa.	necessitam de um meio material para se propagar.
Cartela 1	se repelem, ao passo que de sinal contrário se atraem.	
exemplos de ondas eletromagnéticas não visíveis aos seres humanos.	os Raios Gama que têm maior energia também.	ondas eletromagnéticas de mesma natureza que a luz visível ao ser humano.

Uma molécula que tem dois pólos – parecidos com um ímã.	um exemplo de molécula polar.	Se repelem ao passo que de sinal contrario se atraem.
Cartela 2	o quanto as moléculas de um corpo estão agitadas.	
As microondas não conseguem penetrar muito nos alimentos. Elas conseguem interagir apenas com as moléculas da superfície.	vai da parte com maior temperatura para a de menor, até as duas alcançarem temperaturas iguais.	refletem ondas eletromagnéticas.

Cargas elétricas em movimento.	Corpo esquenta quando por ele passa uma corrente elétrica.	são capazes de causar queimaduras em nossa pele.
Cartela 3	telefonia celular.	
utilizam microondas e são fundamentais para o controle de tráfego aéreo.	outro exemplo de aplicação das microondas.	Energia, nunca matéria.

outro exemplo de aplicação das microondas.	utilizam microondas e são fundamentais para o controle de tráfego aéreo.	telefonia celular.
Cartela 4	são capazes de causar queimaduras em nossa pele.	
Aquecimento de um corpo provocado pela passagem de corrente elétrica.	Cargas elétricas em movimento.	refletem ondas eletromagnéticas.

vai da parte com maior temperatura para a de menor, até as duas alcançarem temperaturas iguais.	As microondas não conseguem penetrar muito nos alimentos. Elas conseguem interagir apenas com as moléculas da superfície.	o quanto as moléculas de um corpo estão agitadas.
Cartela 5	se repelem ao passo que de sinal contrario se atraem.	
um exemplo de molécula polar.	Uma molécula que tem dois pólos – parecidos com um ímã.	ondas eletromagnéticas de mesma natureza que a luz visível ao ser humano.

os Raios Gama que têm maior energia também.	exemplos de ondas eletromagnéticas não visíveis aos seres humanos.	Não necessitam de um material para se propagar.
Cartela 6	necessitam de um meio material para se propagar.	
a luz não precisa de um meio para se propagar, o som precisa.	Energia, nunca matéria.	o quanto as moléculas de um corpo estão agitadas.

As microondas não conseguem penetrar muito nos alimentos. Elas conseguem interagir apenas com as moléculas da superfície.	vai da parte com maior temperatura para a de menor, até as duas alcançarem temperaturas iguais.	refletem ondas eletromagnéticas.
Cartela 7	Cargas elétricas em movimento.	
Aquecimento de um corpo provocado pela passagem de corrente elétrica.	são capazes de causar queimaduras em nossa pele.	telefonia celular.

utilizam microondas e são fundamentais para o controle de tráfego aéreo.	outro exemplo de aplicação das microondas.	telefonia celular.
Cartela 8	são capazes de causar queimaduras em nossa pele.	
Aquecimento de um corpo provocado pela passagem de corrente elétrica.	Cargas elétricas em movimento.	refletem ondas eletromagnéticas.

vai da parte com maior temperatura para a de menor, até as duas alcançarem temperaturas iguais.	As microondas não conseguem penetrar muito nos alimentos. Elas conseguem interagir apenas com as moléculas da superfície.	o quanto as moléculas de um corpo estão agitadas.
Cartela 9	se repelem ao passo que de sinal contrario se atraem.	
um exemplo de molécula polar.	Uma molécula que tem dois pólos – parecidos com um ímã.	ondas eletromagnéticas de mesma natureza que a luz visível ao ser humano.

os Raios Gama que têm maior energia também.	exemplos de ondas eletromagnéticas não visíveis aos seres humanos.	não necessitam de um meio material para se propagar.
Cartela 10	necessitam de um meio material para se propagar.	
a luz não precisa de um meio para se propagar, o som precisa.	Energia, nunca matéria.	Aquecimento de um corpo provocado pela passagem de corrente elétrica.

Telefonia celular.	um exemplo de molécula polar.	Energia, nunca matéria.
Cartela 11	a luz não precisa de um meio para se propagar, o som precisa.	
necessitam de um meio material para se propagar.	não necessitam de um meio material para se propagar.	exemplos de ondas eletromagnéticas não visíveis aos seres humanos.

o quanto as moléculas de um corpo estão agitadas.	exemplos de ondas eletromagnéticas não visíveis aos seres humanos.	outro exemplo de aplicação das microondas.
Cartela 12	utilizam microondas e são fundamentais para o controle de tráfego aéreo.	
telefonia celular.	São capazes de causar queimaduras em nossa pele.	Aquecimento de um corpo provocado pela passagem de corrente elétrica.

telefonia celular.	Aquecimento de um corpo provocado pela passagem de corrente elétrica.	Uma molécula que tem dois pólos – parecidos com um ímã.
Cartela 13	ondas eletromagnéticas de mesma natureza que a luz visível ao ser humano.	
os Raios Gama que têm maior energia também.	exemplos de ondas eletromagnéticas não visíveis aos seres humanos.	não necessitam de um meio material para se propagar.

Energia, nunca matéria.	os Raios Gama que têm maior energia também.	vai da parte com maior temperatura para a de menor, até as duas alcançarem temperaturas iguais.
Cartela 14	refletem ondas eletromagnéticas.	
telefonia celular.	utilizam microondas e são fundamentais para o controle de tráfego aéreo.	outro exemplo de aplicação das microondas.

Cargas elétricas em movimento.	Aquecimento de um corpo provocado pela passagem de corrente elétrica.	são capazes de causar queimaduras em nossa pele.
Cartela 15	utilizam microondas e são fundamentais para o controle de tráfego aéreo.	
telefonia celular.	os Raios Gama que têm maior energia também.	refletem ondas eletromagnéticas.

vai da parte com maior temperatura para a de menor, até as duas alcançarem temperaturas iguais.	As microondas não conseguem penetrar muito nos alimentos. Elas conseguem interagir apenas com as moléculas da superfície.	o quanto as moléculas de um corpo estão agitadas.
Cartela 16	Energia, nunca matéria.	
a luz não precisa de um meio para se propagar, o som precisa.	necessitam de um meio material para se propagar.	não necessitam de um meio material para se propagar.

A luz não precisa de um meio para se propagar, o som precisa.	necessitam de um meio material para se propagar.	não necessitam de um meio material para se propagar.
Cartela 17	Energia, nunca matéria.	
vai da parte com maior temperatura para a de menor, até as duas alcançarem temperaturas iguais.	As microondas não conseguem penetrar muito nos alimentos. Elas conseguem interagir apenas com as moléculas da superfície.	o quanto as moléculas de um corpo estão agitadas.

Aquecimento de um corpo provocado pela passagem de corrente elétrica.	Cargas elétricas em movimento.	refletem ondas eletromagnéticas.
Cartela 18	são capazes de causar queimaduras em nossa pele.	
telefonias celulares.	utilizam microondas e são fundamentais para o controle de tráfego aéreo.	outro exemplo de aplicação das microondas.

Cargas elétricas em movimento.	Aquecimento de um corpo provocado pela passagem de corrente elétrica.	são capazes de causar queimaduras em nossa pele.
Cartela 19	Refletem ondas eletromagnéticas.	
Energia, nunca matéria.	os Raios Gama que têm maior energia também.	vai da parte com maior temperatura para a de menor, até as duas alcançarem temperaturas iguais.

telefonia celular.	são capazes de causar queimaduras em nossa pele.	Aquecimento de um corpo provocado pela passagem de corrente elétrica.
Cartela 20	utilizam microondas e são fundamentais para o controle de tráfego aéreo.	
o quanto as moléculas de um corpo estão agitadas.	exemplos de ondas eletromagnéticas não visíveis aos seres humanos.	outro exemplo de aplicação das microondas.

necessitam de um meio material para se propagar.	não necessitam de um meio material para se propagar.	exemplos de ondas eletromagnéticas não visíveis aos seres humanos.
Cartela 21	A luz não precisa de um meio para se propagar, o som precisa.	
a luz não precisa de um meio para se propagar, o som precisa.	Energia, nunca matéria.	Corpo esquenta quando por ele passa uma corrente elétrica.

exemplos de ondas eletromagnéticas não visíveis aos seres humanos.	os Raios Gama que têm maior energia também.	ondas eletromagnéticas de mesma natureza que a luz visível ao ser humano.
Cartela 22	não necessitam de um meio material para se propagar.	
Energia, nunca matéria.	a luz não precisa de um meio para se propagar, o som precisa.	necessitam de um meio material para se propagar.

Energia, nunca matéria.	os Raios Gama que têm maior energia também.	necessitam de um meio material para se propagar.
Cartela 23	a luz não precisa de um meio para se propagar, o som precisa.	
Corpo esquenta quando por ele passa uma corrente elétrica.	Cargas elétricas em movimento.	Refletem ondas eletromagnéticas.

a luz não precisa de um meio para se propagar, o som precisa.	necessitam de um meio material para se propagar.	não necessitam de um meio material para se propagar.
Cartela 24	telefonia celular.	
Exemplos de ondas eletromagnéticas não visíveis aos seres humanos.	os Raios Gama que têm maior energia também.	ondas eletromagnéticas de mesma natureza que a luz visível ao ser humano.

Cargas elétricas em movimento.	Corpo esquenta quando por ele passa uma corrente elétrica.	são capazes de causar queimaduras em nossa pele.
Cartela 25	a luz não precisa de um meio para se propagar, o som precisa.	
o quanto as moléculas de um corpo estão agitadas.	exemplos de ondas eletromagnéticas não visíveis aos seres humanos.	outro exemplo de aplicação das microondas.

a luz não precisa de um meio para se propagar, o som precisa.	necessitam de um meio material para se propagar.	não necessitam de um meio material para se propagar.
Cartela 26	utilizam microondas e são fundamentais para o controle de tráfego aéreo.	
telefonia celular.	exemplos de ondas eletromagnéticas não visíveis aos seres humanos.	Outro exemplo de aplicação das microondas.

a luz não precisa de um meio para se propagar, o som precisa.	Energia, nunca matéria.	Aquecimento de um corpo provocado pela passagem de corrente elétrica.
Cartela 27	se repelem ao passo que de sinal contrario se atraem.	
o quanto as moléculas de um corpo estão agitadas.	exemplos de ondas eletromagnéticas não visíveis aos seres humanos.	outro exemplo de aplicação das microondas.

os Raios Gama que têm maior energia também.	exemplos de ondas eletromagnéticas não visíveis aos seres humanos.	não necessitam de um meio material para se propagar.
Cartela 28	necessitam de um meio material para se propagar.	
Aquecimento de um corpo provocado pela passagem de corrente elétrica.	Cargas elétricas em movimento.	refletem ondas eletromagnéticas.

outro exemplo de aplicação das microondas.	utilizam microondas e são fundamentais para o controle de tráfego aéreo.	telefonia celular.
Cartela 29	a luz não precisa de um meio para se propagar, o som precisa.	
Aquecimento de um corpo provocado pela passagem de corrente elétrica.	Cargas elétricas em movimento.	Refletem ondas eletromagnéticas.

Física para Iniciantes – Introdução ao Eletromagnetismo

Felipe Damasio

profbolla@uol.com.br

1) Eletricidade

Vamos iniciar nosso estudo sobre eletromagnetismo pela eletricidade.

A palavra eletricidade vem do grego, *elektron*. Esta palavra traduzida quer dizer âmbar, que é uma resina fossilizada de árvore (aquela da qual no filme “Parque dos Dinossauros” os cientistas obtiveram material genético de um mosquito). O âmbar apresenta fenômenos elétricos que motivaram os gregos a fazerem as primeiras especulações para explicá-los. Nasceu desta determinação grega de explicar os fenômenos observados no âmbar a parte da Física que estamos estudando.

Então logo vem a pergunta: qual a origem da eletricidade?

Para responder vamos ter que penetrar na intimidade da matéria, até a sua menor estrutura. Se dividirmos a matéria até chegar à sua menor estrutura, chegaremos ao **átomo**. A palavra átomo vem do grego indivisível, pois eles acreditavam que esta estrutura era de fato indivisível.

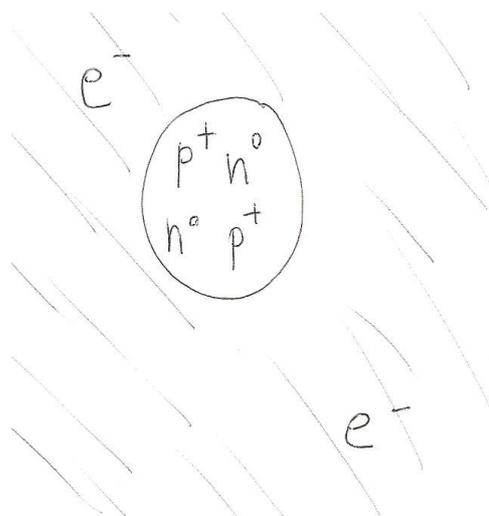
No final do século XIX (1801-1900) verificou-se que o átomo era feito de partículas menores, porém a palavra átomo continuou por tradição.

São as partículas que compõem o átomo que são responsáveis pelos fenômenos elétricos.

Então como será este tal de átomo?

Esta menor estrutura da matéria é formada por duas regiões. Uma central chamada de **núcleo** e uma espécie de nuvem ao seu redor chamada de **eletrosfera**.

No núcleo estão duas partículas diferentes, o **próton** (p^+) e o **nêutron** (n^0). Na eletrosfera está a outra partícula que compõe o átomo, se trata do elétron (e^-).



ÁTOMO: composta por uma região central chamada de núcleo, onde se localizam os prótons e nêutrons, e de uma região que envolve o núcleo chamada de eletrosfera, onde estão os elétrons.

São estas partículas, que compõem o átomo, que causam os fenômenos elétricos.

Mas quais são as propriedades que estas partículas possuem? Vamos descobrir agora!

2) Carga Elétrica, Campo Elétrico e Força Elétrica.

Os componentes do átomo possuem uma característica especial, que chamamos de **carga elétrica**.

Carga elétrica é uma característica das partículas, e duas das três partículas que compõem o átomo a possuem.

Por convenção, as cargas são chamadas de positiva e negativa.

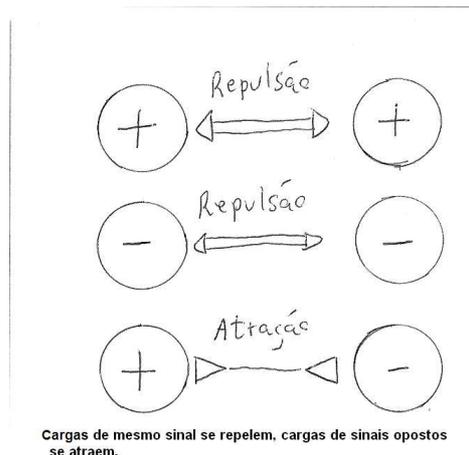
O próton tem **carga positiva**. Por sua vez, o elétron tem **carga negativa**. O nêutron - como o próprio nome diz - é neutro, ou seja, não possui carga elétrica.

A origem da eletricidade vem do comportamento destas partículas. Logo, para entendermos os fenômenos elétricos, temos que entender um pouco - e falar outro pouco - do que acontece na intimidade da matéria, no átomo. Então, fica combinado que:

AS PARTÍCULAS QUE POSSUEM CARGAS ELÉTRICAS SÃO AS RESPONSÁVEIS PELOS FENÔMENOS ELÉTRICOS, ESTUDADOS NA ELETRICIDADE.

Agora vamos aprender algumas coisas sobre as cargas elétricas:

- Em um átomo, normalmente o número de prótons é igual ao número de elétrons. Em outras palavras, o número de cargas positivas é normalmente igual ao número de cargas negativas. Então, se diz que o átomo normalmente é eletricamente neutro;
- Cargas de mesmo sinal se repelem, ao passo que cargas de sinais opostos se atraem.



Como mostrado na figura anterior, cargas de mesmo sinal se repelem e cargas de sinais diferentes se atraem.

Então vem a pergunta: como elas se movem?

Para responder esta pergunta outro conceito deve ser aprendido, trata-se da **Força Elétrica**.

Força é o conceito físico responsável pela mudança de velocidade. Como as cargas mudam suas velocidades devido à presença de outra carga, deve existir uma força para que isto ocorra.

A força provocada pela ação das cargas é a **força elétrica**.

Esta força cresce junto com as cargas. Quanto maior o valor das cargas de um corpo, maior será a força provocada por estes corpos.

A força elétrica diminui com a distância. Quanto mais perto um corpo carregado está de outro, maior a força; quanto maior a distância, menor a força.

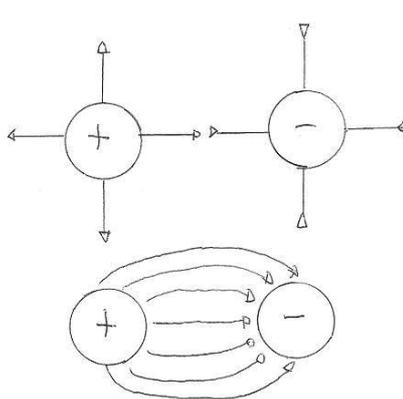
Agora você deve estar se perguntando: como uma carga sabe que a outra existe?

Para responder esta pergunta temos que conhecer um novo conceito, trata-se do conceito de **campo elétrico**.

Campo é uma região de influência que a carga cria em torno dela. Ao sentir esta região de influência, a outra carga sabe que a primeira existe; sendo iguais elas se repelirão, se forem diferentes atrair-se-ão.

A interação se dá através dos campos gerados pelas cargas. Por isto elas não precisam se tocar para saber que a outra existe e que tipo de carga ela é.

Para representar este campo, usa-se o que se conhece como **linhas de força** ou **linhas de campo**. As linhas de campo de uma carga positiva saem da carga, ao passo que nas cargas negativas, elas entram.



Na representação das linhas de campo, elas saem das cargas positivas e entram nas negativas.

Uma importante característica dos campos elétricos é que eles podem ser blindados.

Isto significa que é possível fazer que em certa região do espaço o campo elétrico seja nulo, mesmo tendo cargas elétricas ao seu redor. Esta propriedade do campo elétrico é conhecida como **blindagem eletrostática** ou **gaiola de Faraday**.

Um corpo metálico pode produzir este efeito. Suponha uma esfera metálica com mais elétrons que prótons. Os elétrons irão se distribuir na superfície externa do corpo metálico. Esta distribuição terá, por consequência, um campo elétrico nulo dentro do corpo.

Vamos a um exemplo: suponha que você tenha uma cesta metálica, como aquelas peneiras de metal. Dentro dela você coloca um corpo negativo e aproxima, pelo lado de fora, um corpo positivo. Se não tivesse a peneira metálica os corpos se atrairiam, pois seus campos iriam interagir. Mas como existe a peneira metálica, o campo elétrico dentro dela é zero. Sendo assim, o corpo de dentro não tem como saber que o de fora existe, e assim não será atraído por ele. Então, dizemos que ele está blindado eletricamente, pois não será afetado pelos corpos elétricos de fora da esfera metálica.

Este efeito não ocorre apenas em esferas, qualquer corpo metálico irá blindar os corpos em seu interior, seja ele esférico, cúbico, triangular...

Isto explica por que devemos nos abrigar dentro de automóveis em tempestades – o motivo não é devido à ação dos pneus, como muitos dizem. A verdadeira causa é que o carro, por ser um corpo metálico, irá blindar os corpos que estão em seu interior. Esta é uma boa idéia para você durante uma tempestade, pois assim não “receberá” os raios.

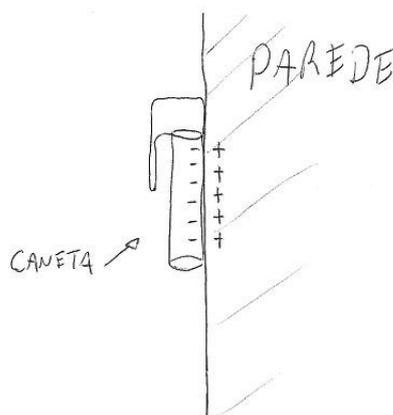
3) Processos de Eletrização.

Um corpo neutro é aquele que apresenta o mesmo número de cargas positivas e negativas, sendo a maioria na natureza. Para que um corpo deixe de ser neutro é necessário eletrizá-lo.

Para isto ocorrer o corpo deve ganhar ou perder elétrons. Isto se dá através de três processos: atrito, contato e indução.

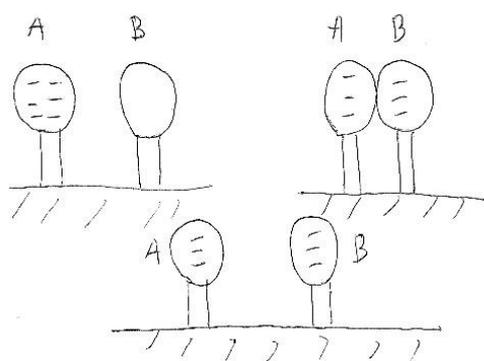
Eletrização por atrito: podemos chamar de eletrização por “esfregamento”, pois ocorre quando dois corpos são atritados. Neste processo um corpo ganha elétrons (fica negativamente carregado) enquanto o outro perde elétrons (fica positivamente carregado). Logo, uma característica deste processo é que os corpos ficarão eletrizados com cargas de sinais opostos.

É este processo que explica como as aranhas podem “grudar” na parede. Elas arrastam suas patas contra a parede, e assim a parede e as patas ficarão com cargas de sinais opostos, atraindo-se. A mesma explicação é usada para explicar como podemos grudar canetas, balões e régua na parede apenas esfregando os objetos contra ela.



A caneta gruda na parede após a eletrização por atrito.

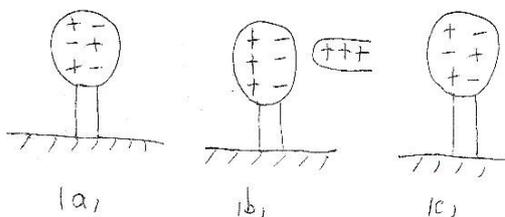
Eletrização por contato: a natureza tende ao equilíbrio. Basta saber disto para entender a eletrização por contato. O processo é o seguinte: um corpo que já possui certa carga – vamos supor seis elétrons – encosta-se em outro idêntico que não possui carga alguma. O que ocorre? O primeiro vai ceder elétrons ao segundo até que eles fiquem com a mesma carga (três elétrons cada um).



Na eletrização por contato entre dois corpos idênticos, o corpo eletrizado cede metade de sua carga ao corpo neutro, no final tem-se dois corpos de carga de mesmo sinal

A diferença entre este processo e o primeiro é que neste é necessário que pelo um dos corpos já esteja eletrizado. Assim, no final os corpos terão carga de mesmo sinal. No processo por atrito, ambos estão neutros no começo, e no final terão cargas de sinais diferentes.

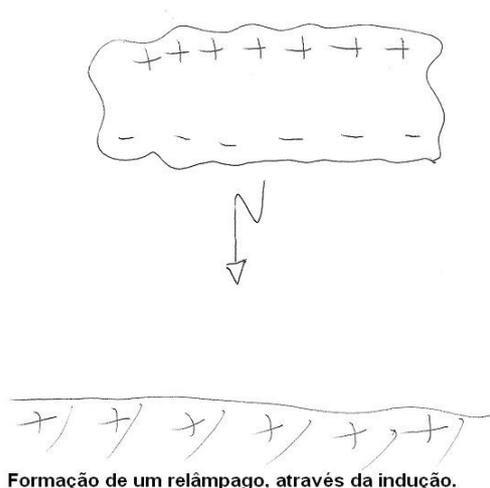
Eletrização por indução: neste processo não é necessária existir troca de cargas, ocorrendo sem que os corpos precisem se tocar. Haverá apenas uma divisão das cargas dentro do corpo. Imagine um exemplo: em um almoço uma mesa de dobradinha é oferecida a um grupo de convidados famintos. Metade deles gosta de dobradinha e a outra odeia. Acontecerá que mesmo sem ver a mesa, apenas sentido o cheiro, a metade que gosta irá se aproximar, e a metade que odeia irá se afastar. Separamos os convidados da festa com a dobradinha, mas o número total de convidados não foi alterado. Na eletrização por contato acontece isto, há uma separação de cargas dentro do corpo, e assim o chamamos polarizado. Isto ocorre pela ação do campo elétrico de um corpo eletrizado colocado nas suas proximidades. Assim, as cargas apenas se redistribuem no corpo, sem haver troca de cargas, e o corpo continua neutro. Se o corpo eletrizado for retirado das proximidades as cargas voltarão a suas posições originais. Isto explica como corpos neutros são atraídos tanto por corpos positivamente carregados quanto por negativamente carregados, como no caso em que pedacinhos de papel são atraídos por um corpo eletrizado.



Em (a) o corpo está neutro e com suas cargas igualmente distribuídas, quando em (b) um bastão positivamente carregado se aproxima e as cargas se separam, polarizando o corpo, em (c) o bastão é retirado e as cargas voltam a suas posições originais.

O processo de formação de raios acontece por indução. Quando a água evapora ela forma nuvens. Quanto mais vapor de água se juntar nas nuvens, mais irá ocorrer a separação das cargas elétricas. Na parte de baixo da nuvem ficam as negativas e na de cima as positivas, uma possível causa desta separação é o atrito entre a água que já está na nuvem e a que está chegando à nuvem.

As cargas negativas, na parte de baixo, irão induzir as cargas positivas na superfície abaixo das nuvens. Vai chegar o momento em que esta atração será tão grande que os elétrons da nuvem conseguirão descer pelo ar indo de encontro à superfície. Esta descarga elétrica é o que chamamos de raio ou relâmpago e o barulho chamamos de trovão.

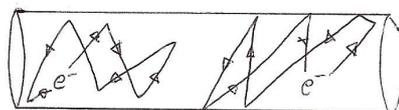


4) Corrente Elétrica.

Os elétrons podem se mover em materiais *condutores*, como os metais. Os prótons nunca se movem em condutores, pois estão confinados no núcleo do átomo.

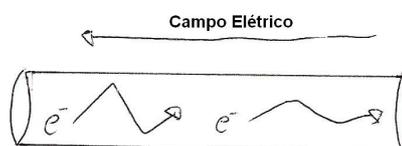
Aqueles materiais nos quais os elétrons não podem se mover são chamados de *isolantes*. São exemplos de isolantes a borracha e o ar.

Nos metais os elétrons estão em um contínuo movimento aleatório.



Movimento aleatório das cargas elétricas em condutores, o movimento líquido é zero.

Quando este movimento de elétrons é ordenado temos uma corrente elétrica. Esta ordenação no movimento é provocada pela presença de um campo elétrico.



Movimento ordenado dos elétrons no sentido contrário ao campo elétrico.

O sentido de movimento dos elétrons em um condutor é o contrário do campo elétrico. O percurso dos elétrons não é grande, eles se movem muito pouco. O que se move rapidamente é o campo, e não os elétrons.

Existem dois efeitos que ocorrem quando circula corrente elétrica em um condutor:

- Efeito Joule: o condutor aquece quando circula corrente por ele. Através de efeito Joule energia elétrica é transformada em energia térmica. Exemplos de aparelhos que

funcionam através de efeito joule em nossas casas: chuveiro elétrico, ferro de passar roupa, chapinha, cafeteira elétrica.

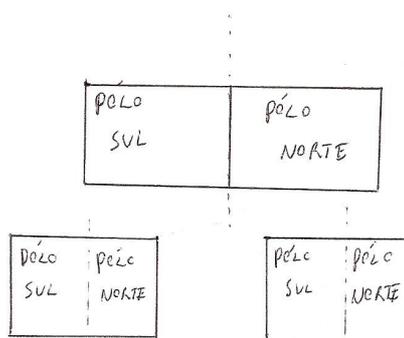
- Efeito Luminoso: quando o condutor aquece ao circular corrente por ele e ele emite luz visível, chamamos de efeito luminoso. Este efeito é a transformação de energia elétrica em luminosa. Um exemplo de aparelho bem comum em nossas casas, que utiliza o efeito luminoso, são as lâmpadas incandescentes. As fluorescentes não utilizam efeito luminoso.

5) Magnetismo

A origem do nome – magnetismo - remonta aos gregos antigos que observaram propriedades especiais no minério conhecido hoje como *magnetita*. Hoje estes materiais – incluindo a magnetita – que apresentam propriedades magnéticas são chamados de imãs, e é sobre eles que vamos falar agora.

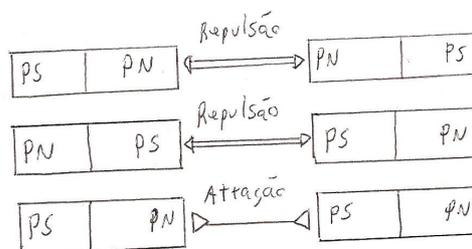
Um imã apresenta duas regiões diferentes, trata-se dos pólos norte e sul. Estes pólos são para o magnetismo o que as cargas são para a eletricidade. Mas com uma diferença fundamental: não é possível separar os pólos norte e sul, um não vive sem o outro.

Mesmo que se tente cortar um imã ao meio, os pólos não vão se separar, visto que na parte onde tinha um pólo norte irá aparecer o pólo sul, o mesmo acontecendo onde tinha o outro pólo. Este aspecto dos imãs é chamado de inseparabilidade dos pólos.



Os pólos de um ímã são inseparáveis.

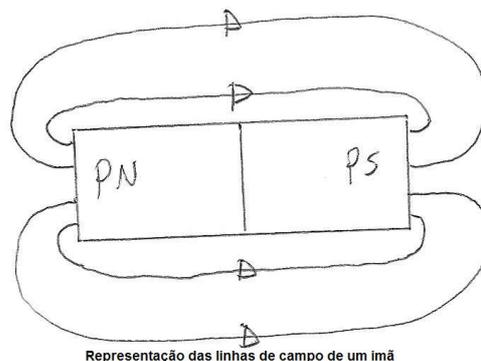
Analogamente ao que acontece com cargas elétricas, pólos iguais se repelem, ao passo que pólos diferentes se atraem.



Pólos iguais em ímãs diferentes se repelem, pólos diferentes em ímãs diferentes se atraem.

O conceito de campo magnético também explica como um pólo sabe que o outro existe, e de que tipo de pólo se trata.

A diferença entre o campo magnético e o campo elétrico, é que o primeiro tem linhas de campo sempre fechadas, saindo do pólo norte e entrando no pólo sul, ao passo que no campo elétrico as linhas são abertas, apenas saindo das cargas positivas e entrando em cargas negativas. Estas linhas são apenas uma maneira de representar os campos, não correspondem à uma realidade física.



Representação das linhas de campo de um ímã

6) Campo Magnético Terrestre.

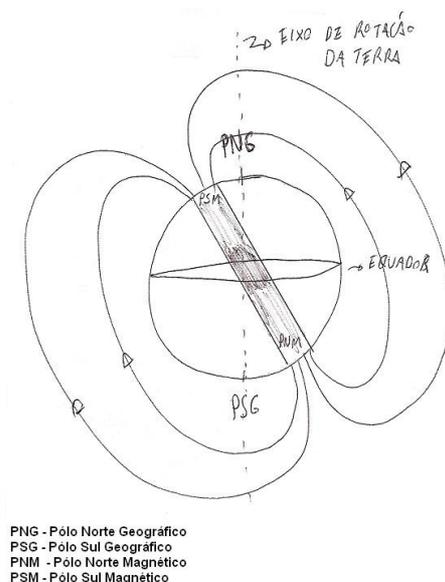
Um exemplo de ímã é o nosso próprio planeta. Sim! A Terra é um gigantesco ímã com direito a pólos norte e sul e até campo magnético.

Em Geografia você deve ter aprendido que a Terra tem dois pólos geográficos, o norte e o sul. Por favor, não confunda os pólos geográficos com os magnéticos.

Os pólos geográficos são coincidentes com o eixo de rotação da Terra, já os magnéticos estão um pouco inclinados em relação ao eixo.

Outra diferença fundamental entre eles é que perto do pólo norte geográfico está o sul magnético, e perto do pólo sul geográfico esta o pólo norte magnético. Assim, nós aqui no Brasil estamos mais próximos do pólo sul geográfico e do pólo norte magnético.

O campo magnético terrestre tem suas linhas de campo saindo do pólo norte magnético e entrando no pólo sul, ou seja, elas saem perto do pólo sul geográfico e entram perto do pólo norte geográfico.



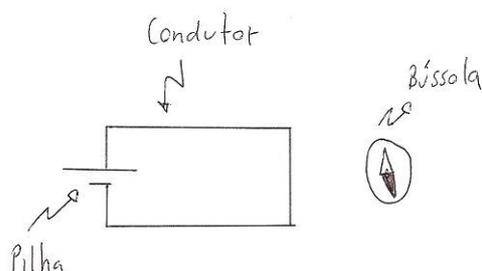
A bússola tem seu funcionamento baseado na ação do campo magnético terrestre, pois ela também tem um pólo norte e outro sul. Logo, o pólo norte da bússola tentará apontar para o pólo sul magnético, que quase coincide com o pólo norte geográfico.

Os pássaros também utilizam o campo magnético da Terra para se orientarem durante a migração. Eles têm uma espécie de bússola interna que os orienta. Este fenômeno de migração orientada pelo campo magnético terrestre é chamado de *biomagnetismo*.

7) Eletromagnetismo

Até agora vimos a eletricidade e o magnetismo como fenômenos não relacionados, mas não é bem assim.

Em 1820 o dinamarquês **Hans Christian Oersted** fez uma experiência que se tornou clássica, mostrando que eletricidade e magnetismo estão intimamente relacionados: nasce o *eletromagnetismo*.



A corrente gera um campo magnético que mexe a bússola. Verifica-se que a eletricidade e o magnetismo são parte de um todo chamado *eletromagnetismo*.

A experiência feita por ele é tão simples quanto genial. Basta um condutor onde circule corrente e uma bússola.

Até então a corrente elétrica era tida como um fenômeno elétrico, e a bússola só podia se mexer na presença de um campo magnético.

Portanto, quando circulasse corrente pelo condutor, esta não deveria alterar em nada o estado da bússola.

No entanto, quando circulava corrente, a bússola se mexia. Mas, para a bússola se mexer, era necessário um campo magnético.

Qual a conclusão?

Bingo!!! Quando circula corrente em circuito, este gera um campo magnético. Logo, a eletricidade provoca o magnetismo.

Em 1831, **Michael Faraday** mostrou que através de um campo magnético também pode-se gerar uma corrente. Magnetismo produz eletricidade. Uma aplicação disto é a geração de energia elétrica nos diversos tipos de usinas.

Então, a eletricidade e o magnetismo são partes de um todo chamado eletromagnetismo.

Referências Bibliográficas

BONJORNO, R. A. "Temas de Física". São Paulo: FTD, 1997.

GASPAR, A. "Física". São Paulo: Editora Ática, 2004.

HEWITT, P. "Física Conceitual". Porto Alegre: Bookman, 2002.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. "Física". São Paulo: Scipione, 2003.

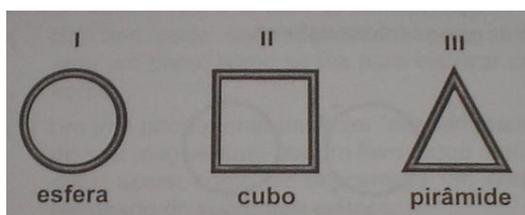
SILVA, D. N. "Física – Paraná". São Paulo: Editora Ática, 2004.

UENO, P. "Física". São Paulo: Editora Ática, 2005.

Lista de exercícios a respeito da Introdução ao Eletromagnetismo

Observação: Não é necessário colocar seu nome.

01- (UFRGS) A figura abaixo representa, em corte, três objetos de formas geométricas diferentes, feitos de material bom condutor, que se encontra em repouso. Os objetos são ocos, totalmente fechados, e suas cavidades internas se acham vazias. A superfície de cada um dos objetos está carregada com carga elétrica estática de mesmo valor Q .



Em quais desses objetos o campo elétrico é nulo em qualquer ponto da cavidade interna?

- a) Apenas em I.
- b) Apenas em II.
- c) Apenas em I e II.
- d) Apenas II e III.
- e) Em I, II e III.

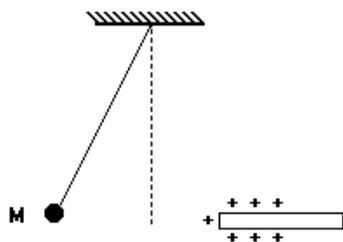
02- Após a separação de uma eletrização por contato, as cargas:

- a) têm mesmo sinal.
- b) têm sinais opostos.
- c) podem ter mesmo sinal.
- d) podem ter sinais opostos.
- e) não se pode afirmar nada a respeito.

03- Dos materiais abaixo quais são condutores?

- 01. Ferro.
- 02. Madeira.
- 04. Alumínio.
- 08. Borracha.
- 16. Ar.

4. (Cesgranrio) Na figura a seguir, um bastão carregado positivamente é aproximado de uma pequena esfera metálica (M) que pende na extremidade de um fio de seda. Observa-se que a esfera se afasta do bastão. Nesta situação, pode-se afirmar que a esfera possui uma carga elétrica total:

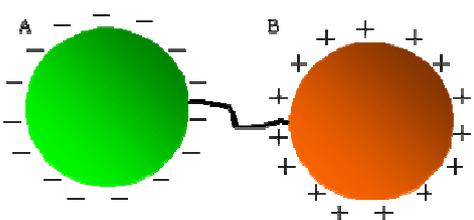


- a) negativa.
- b) positiva.
- c) nula.
- d) positiva ou nula.
- e) negativa ou nula.

5- Dispõe-se de três esferas metálicas idênticas e isoladas umas das outras. Duas delas, Y e Z, estão neutras; a primeira, X, está com carga de $20Q$. Coloca-se X em contato sucessivo com Y e Z. Qual a carga final de X?

- a) $Q/3$.
- b) $20Q$.
- c) $10Q$.
- d) $5Q$.
- e) $Q/10$.

6- A figura abaixo mostra dois corpos metálicos carregados com cargas de sinais contrários e interligados por um fio condutor.



Enquanto não houver equilíbrio eletrostático entre os corpos, através do fio deslocam-se:

- (A) elétrons de A para B.
- (B) elétrons de B para A.
- (C) prótons de A para B.
- (D) prótons de B para A.

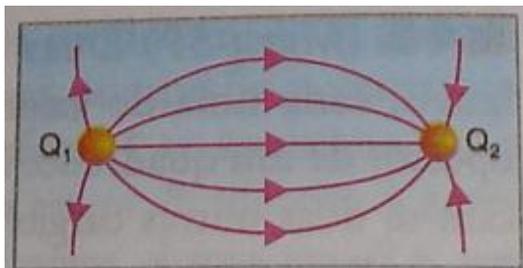
(E) elétrons de A para B e prótons de B para A.

7- (ACAFE) A blindagem eletrostática é uma aplicação dos fenômenos eletrostáticos onde, por exemplo, qualquer aparelho ou instrumento dentro de uma esfera metálica oca e eletrizada, em equilíbrio eletrostático, não sofrerá influência elétrica do meio exterior.

A explicação física para este fenômeno é: o módulo do campo elétrico no interior da esfera metálica...

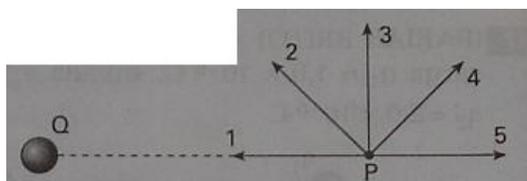
- é nulo.
- é constante e não nulo.
- varia inversamente com o quadrado do raio.
- varia com o quadrado do raio.
- é muito intenso.

8- (ACAFE) A figura abaixo representa a configuração de linhas de força associadas a duas cargas puntiformes Q_1 e Q_2 . Podemos afirmar que:



- Q_1 e Q_2 são cargas negativas.
- Q_1 é positiva e Q_2 é negativa.
- Q_1 e Q_2 são cargas positivas.
- Q_1 é negativa e Q_2 é positiva.
- Q_1 e Q_2 são neutras.

10- (UFRGS) A carga puntiforme Q , positiva, que origina um campo elétrico no ponto P tem seu sentido melhor representado pela seta:



- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

11- (ACAFE) O eletrodoméstico abaixo, que tem seu funcionamento baseado no efeito luminoso, é:

- a) lâmpada incandescente.
- b) ferro de passar roupa.
- c) liquidificador.
- d) aspirador de pó.
- e) lâmpada fluorescente.

12- (UFRGS) Nos metais, as partículas responsáveis pela condução elétrica são:

- a) prótons.
- b) elétrons.
- c) cátions.
- d) ânions.
- e) núcleos.

13- (UFRRJ) A bússola é um dos instrumentos antigos que tem sido utilizado para orientação de comandantes na navegação de embarcações aéreas e terrestres, entre outras.

Explique a natureza da força que faz com que a agulha da bússola gire sempre apontando para uma mesma direção.

14- (PUC-MG) Assinale a afirmativa CORRETA sobre o conceito de carga elétrica.

- a) É a quantidade de elétrons em um corpo.
- b) É uma propriedade da matéria.
- c) É o que é transportado pela corrente elétrica.
- d) É o que se converte em energia elétrica em um circuito.

15- (UECE) A matéria, em seu estado normal, não manifesta propriedades elétricas. No atual estágio de conhecimentos da estrutura atômica, isso nos permite concluir que a matéria:

- a) é constituída somente de nêutrons.
- b) possui maior número de nêutrons que de prótons.

- c) possui quantidades iguais de prótons e elétrons.
- d) é constituída somente de prótons.

16- (UEL) Dois corpos A e B, de materiais diferentes, inicialmente neutros, são atritados entre si, isolados de outros corpos. Após o atrito:

- a) ambos ficam eletrizados negativamente.
- b) ambos ficam eletrizados positivamente.
- c) um fica eletrizado negativamente e o outro continua neutro.
- d) um fica eletrizado positivamente e o outro continua neutro.
- e) um fica eletrizado positivamente e o outro, negativamente.

17- (UFRRJ) Abaixo, mostramos a figura da Terra onde N' e S' são os pólos norte e sul geográficos e N e S são os pólos norte e sul magnéticos.



Sobre as linhas do campo magnético é correto afirmar que:

- a) elas são paralelas ao equador.
- b) elas são radiais ao centro da Terra.
- c) elas saem do pólo norte magnético e entram no pólo sul magnético.
- d) o campo magnético é mais intenso no Equador.
- e) o pólo sul magnético está próximo ao sul geográfico.

Questão	Gabarito*
1	E
2	B
3	(01+04)
4	B
5	D
6	A
7	A
8	B
9	A
10	E
11	A
12	B
14	B
15	C
16	E
17	C

* Na versão entregue aos estudantes, esta coluna deverá estar em branco para que eles preencham com suas respostas.

Aprendendo Física na Internet

Sugestão de Atividade

Vamos aprender sobre óptica usando a *internet* como ferramenta e, para isto, você deve seguir os passos indicados aqui. É importante responder, na folha, as perguntas feitas nesta atividade. Todas as perguntas só podem ser respondidas após a interação com o material da rede.

Serão quatro atividades.

Atividade 1: Atração de raios

Você deverá acessar o endereço <http://rived.proinfo.mec.gov.br/>. Após entrar, você deverá escrever *física* (com acento) no campo e apertar em *pesquisar*. Aparecerá uma lista de simulações. Você deverá apertar em *Visualizar* na intitulada **Os raios misteriosos**. Se não abrir a simulação, provavelmente o bloqueador de *pop-up* está ativado. Para desbloqueá-lo clique no menu do navegador em *Ferramentas*, após em *Bloqueador de Pop-ups* e em *Desativar Bloqueador de Pop-ups*. Feito isto, deverá aparecer uma tela como a mostrada a seguir:



2) Antes de apertar em *seguir*, você deve fazer toda a leitura dos textos, que são indispensáveis para responder as questões propostas.

Questão 1: O que caracteriza um átomo neutro?

3) Aperte seguir e responda as questões abaixo:

Questão 2: O que são raios catódicos?

4) Para interagir com a simulação você deverá chegar na tela reproduzida abaixo:



5) Clique na opção *Sem o campo elétrico* e em seguida em *iniciar*, observando a trajetória do raio. A seguir responda a pergunta. Você acertou? Se não, qual foi a sua resposta?

6) Clique na opção *Com o campo elétrico* em seguida em *iniciar*, observe a trajetória do raio. A seguir responda a pergunta. Você acertou? Se não, qual foi a sua resposta?

Questão 3: Por que os raios catódicos sofrem desvio se aproximando do pólo positivo? De que tipo de partículas eles são formados?

Atividade 2: Campo Magnético gerado por uma corrente.

7) Você deverá acessar o endereço <http://www.walter-fendt.de/ph14br/>, procure o item Eletrodinâmica e clique na opção **Campo Magnético em um Fio Linear Transportando uma Corrente**. Deverá aparecer a imagem reproduzida abaixo:



Se não abrir a simulação, provavelmente você não tem instalado em seu computador o JAVA, este programa é necessário para rodar a simulação e pode ser baixado gratuitamente em http://www.java.com/pt_BR/.

8) Observe que as partículas do fio vão em uma direção e a flecha vermelha em outra. Clique em corrente reversível e observa o que acontece.

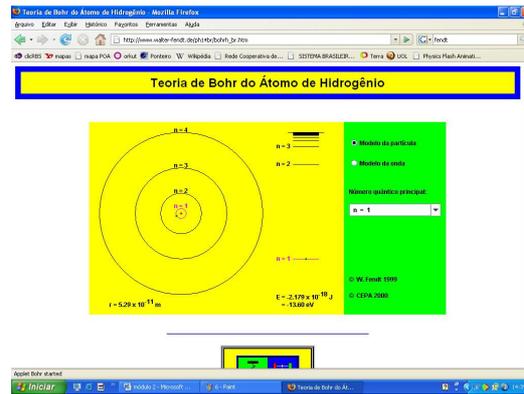
Questão 4: O que são os pontos mostrados em movimento no fio quando circula uma corrente?

Questão 5: O que representa a flecha vermelha?

Questão 6: Por que a bússola se mexe quando se altera a corrente?

Atividade 3: Estrutura do Átomo.

9) Você deverá acessar o endereço <http://www.walter-fendt.de/ph14br/>, procure o item Física Moderna e clique na opção **Teoria de Bohr para o Átomo de Hidrogênio**. Deverá aparecer a imagem reproduzida abaixo:



Se não abrir a simulação, provavelmente você não tem instalado em seu computador o JAVA, este programa é necessário para rodar a simulação e poder ser baixado gratuitamente em http://www.java.com/pt_BR/.

10) Deixe na opção *Modelo da partícula*. Observe o modelo do átomo de Bohr e responda:

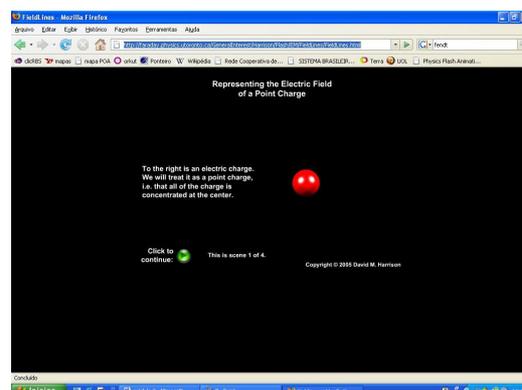
Questão 7: O que simboliza o ponto vermelho no centro do átomo? Quais partículas estão neste lugar?

Questão 8: Que partícula está simbolizada em verde? Ela tem uma posição fixa? Ela pode pular para outros átomos?

Atividade 4: Campo Elétrico

11) Você deverá acessar o endereço <http://faraday.physics.utoronto.ca/GeneralInterest/Harrison/Flash/EM/FieldLines/FieldLines.html>.

Deverá abrir a tela reproduzida a seguir:



12) A bolinha em vermelho simboliza uma carga elétrica. Clique na opção em verde para continuar e observe:

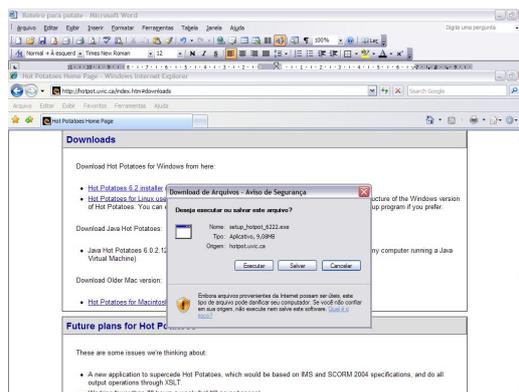
Questão 9: A carga é positiva ou negativa?

Questão 10: O que mudaria com o campo se a carga tivesse outro sinal?

Roteiro para Criação de Jogos Virtuais

1- Para baixar o programa

O programa pode ser baixado, de forma gratuita, em sua forma mais simples. Basta ir ao endereço <http://hotpot.uvic.ca/>, escolher a opção *download* no *menu* e, depois, escolher a opção *Hot Potatoes 6.2 installer*. Seguindo os passos corretamente deverá aparecer a janela abaixo.



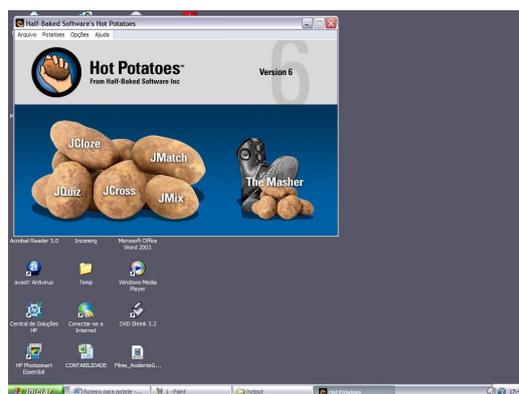
Escolha a opção salvar e escolha o local no seu computador e o *download* será iniciado.

2- Registro do programa

No mesmo local da *internet* onde foi baixado o programa poderá ser feito o registro, basta escolher a opção *Licences* no *menu* e seguir as instruções.

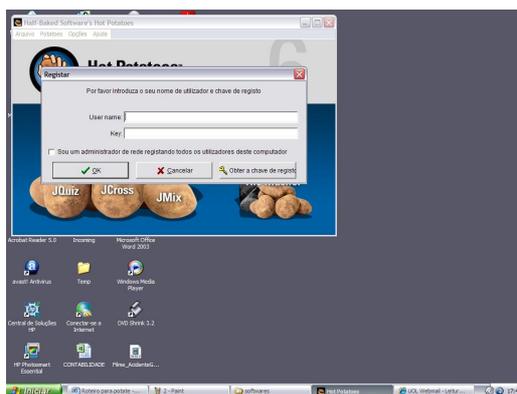
3- Instalação do programa

Para instalar o programa abra o *Internet Explorer* e clique duas vezes o arquivo que baixou da *internet*. Siga as intrusões escolhendo a opção de Português (Brasil). Ao final o programa começa sozinho conforme a janela mostrada a seguir.



4- Registrando sua versão

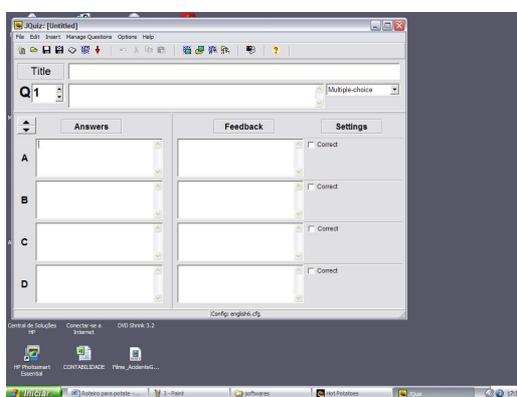
Após receber um e-mail com o seu registro você deverá registrá-lo em seu micro. Para tanto escolha a opção no *menu* Ajuda e clique em Registrar. Deverá aparecer a janela abaixo.



Digite seu *username* e sua *key* recebidos por e-mail após se registrar no *site*.

5- Criando jogo do tipo *trivia*

Escolha a opção JQuiz, a janela mostrada abaixo deverá aparecer.



Para utilizar a Língua Portuguesa neste tipo de jogo escolha a opção *Options* e, em seguida, a opção *Interface* e *Load Interface file*; escolha o arquivo portuguêsbrasileiro.hif.

O espaço Título deverá ser preenchido com o título geral, do tipo Teste de Física Térmica.

A primeira pergunta deverá ser colocada no espaço ao lado de P 1; para digitar as outras perguntas utilize as setas e aparecerá P 2; e assim por diante.

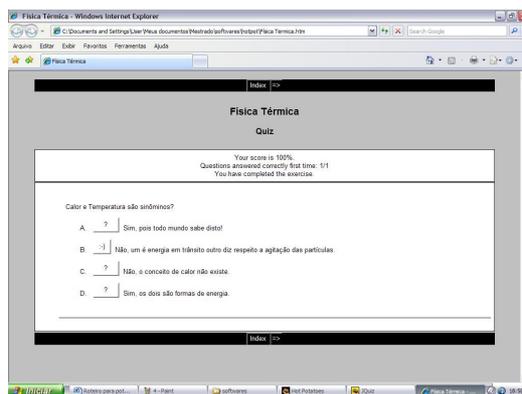
As opções de respostas deverão ser preenchidas no espaço ao lado de A, B, C e D. Assinale a opção correta. Para cada resposta poderá ser feito um comentário, tantos nas erradas como nas certas.

Para salvar, escolha a opção Arquivo, Salvar Como e escolha uma pasta no seu computador e coloque o nome escolhido.

Para criar uma interface para jogar clique em F6, e coloque o nome desejado.

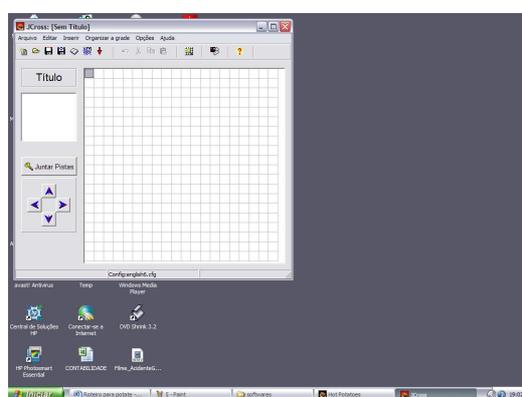
Para executar a *trivia* dê um clique duplo no arquivo gerado no *internet explorer*.

A janela com a *trivia* deverá aparecer, como a mostrada abaixo.

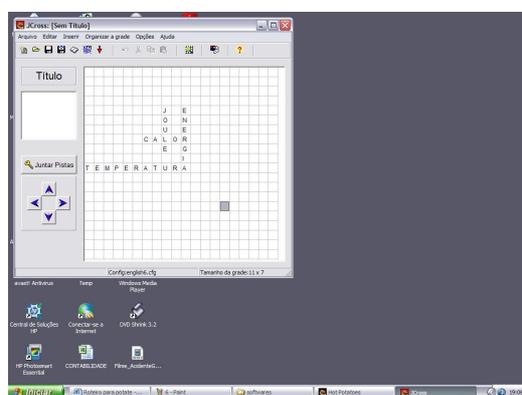


6- Criando jogo do tipo cruzadinha

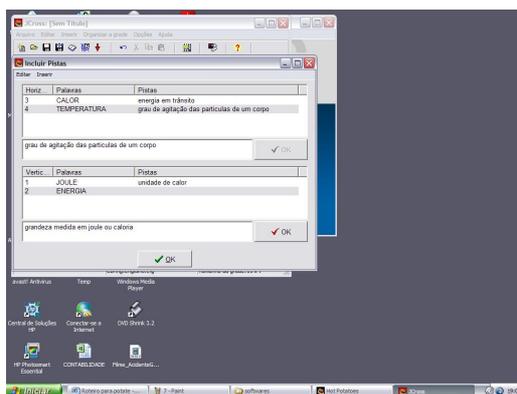
Escolha a opção JCross, aparecerá a janela mostrada a seguir.



Escreva as palavras que farão parte da cruzadinha. Elas serão dispostas na tela formando palavras cruzadas, de forma automática, como na janela abaixo.



Para escrever as pistas clique em Juntar Pistas e quando a janela abrir, clique na palavra e escreva a pista como mostrado abaixo.

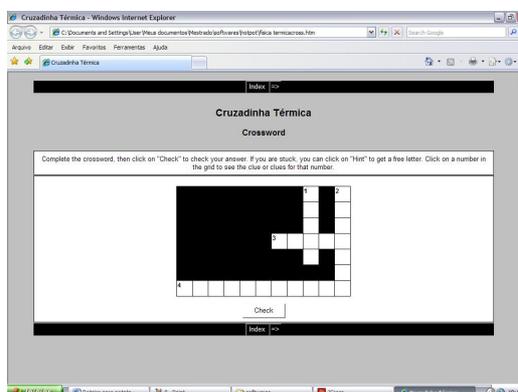


Para salvar, escolha a opção Arquivo, Salvar Como e escolha uma pasta no seu computador e coloque o nome escolhido.

Para criar uma interface para jogar clique em F6, e coloque o nome desejado.

Para executar a *cruzadinha* dê um clique duplo no arquivo gerado no *internet explorer*.

A janela com a cruzadinha deverá aparecer, como mostrado abaixo.



4. Conclusões

O material aqui apresentado não tem por objetivo esgotar o assunto que trata. Seu objetivo é de dar início ao ensino de Física de forma prazerosa. Consciente que os alunos possam retornar estes assuntos mais adiante em sua vida escolar, a meta traçada para este material é de que, quando isto ocorrer, eles tenham curiosidade e pré-disposição para quererem aprendê-los com mais detalhes e interesse.

Se, com o auxílio deste material os alunos tiverem um primeiro contato formal com a Física mais agradável e prazeroso, pode-se ter a esperança de que eles queiram aprender mais Física.

Não é objetivo deste material formar futuros cientistas, mas sim apreciadores de ciências. Se alguns destes alunos, que forem apresentados à Física com o auxílio deste material, tornarem-se curiosos estudantes e apreciadores de ciências, este material terá desempenhado seu papel: o de apresentar esta ciência como ela é: interessante, bonita e apaixonante.

Referências Bibliográficas

- ANTUNES, C. “Manual de técnicas de dinâmica de grupo de sensibilização de ludopedagogia”. Petrópolis: Editora Vozes, 2004.
- Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. “Parâmetros curriculares nacionais”: ciências naturais. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- GASPAR, A. “Experiências de ciências para o Ensino Fundamental”. São Paulo: Editora Ática, 2005.
- GASPAR, A. “Física – eletromagnetismo e física moderna”. São Paulo: Editora Ática, 2000.
- HOT Potatoes Home Page. Disponível em: <http://hotpot.uvic.ca/>. Acesso em 07 abr. 2007.
- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. “Curso de física”. São Paulo: Scipione, 2000.
- MOREIRA, M. A. “Teoria de aprendizagem”. São Paulo: EPU, 1999.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. “A física na formação de professores do ensino fundamental”. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1999.
- ROGERS, C. R. “Liberdade para aprender”. Belo Horizonte: Interlivros, 1969.
- SCHROEDER, C. “Um currículo de Física para as primeiras séries do Ensino Fundamental” 2004. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- UENO, P. “Física”. São Paulo: Editora Ática, 2005.
- VALADARES, E. C. “Newton – A órbita da Terra em um copo d’água”. São Paulo: Odysseus Editora, 2003.

Consulte também

- ANDRADE, C. T. J. “Luz e cores: uma proposta interdisciplinar no Ensino Fundamental” 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- AXT, R.; BRÜCKMANN, M. E. “Um laboratório de física para o ensino médio”. Porto Alegre: Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993.
- CAVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BANOS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C. “Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico”. São Paulo: Scipione, 1998.
- FERRAZ NETTO, L. “Feira de ciências”. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/>. Acesso em: 17 jul. 2007.
- LUDOTECA do IFUSP. Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.ludoteca.if.usp.br/>. Acesso em: 07 abr. 2007.
- MATEUS, A. L. “Química na cabeça”. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.
- MEES, A. A.; ANDRADE, C. T. J.; STEFFANI, M. H. “Atividades de Ciências para a 8ª série do Ensino Fundamental: Astronomia, Luz e cores”. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2005.

Rede Internacional de Educação Virtual. Secretaria de Educação à distância do Ministério da Educação. Disponível em: <http://rived.proinfo.mec.gov.br/>. Acesso em: 07 abr. 2007.

SAAD, F. D. “Aonde está a física?”. São Paulo: Evoluir, 2005.

SCHROEDER, C. “Atividades experimentais de física para crianças de 07 a 10 anos” 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SOUZA, M. “Manual do cientista do Franjinha”. São Paulo: Globo, 2002.

VALADARES, E. C. “Física mais que divertida: inventos eletrizantes baseados em materiais reciclados e de baixo custo”. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

Textos de apoio ao professor de física

- n° 1 Um Programa de Atividades sobre Tópicos de Física para a 8ª Série do 1º Grau.
Axt, R., Steffani, M. H. e Guimarães, V. H., 1990.
- n° 2 Radioatividade.
Brückmann, M. E. e Fries, S. G., 1991.
- n° 3 Mapas Conceituais no Ensino de Física
Moreira, M. A., 1992.
- n° 4 Um Laboratório de Física para Ensino Médio
Axt, R e Brückmann, M. E., 1993.
- n° 5 Física para Secundaristas – Fenômenos Mecânicos e Térmicos.
Axt, R. e Alves, V. M., 1994.
- n° 6 Física para Secundaristas – Eletromagnetismo e Óptica.
Axt, R e Alves, V. M., 1995.
- n° 7 Diagramas V no Ensino de Física.
Moreira, M. A., 1996.
- n° 8 Supercondutividade – Uma proposta de inserção no Ensino Médio.
Ostermann, F., Ferreira, L. M. e Cavalcanti, C. H., 1997.
- n° 9 Energia, entropia e irreversibilidade.
Moreira, M. A., 1998.
- n° 10 Teorias construtivistas.
Moreira, M. A., e Ostermann, F., 1999.
- n° 11 Teoria da relatividade especial.
Ricci, T. F., 2000.
- n° 12 Partículas elementares e interações fundamentais.
Ostermann, F., 2001.
- n° 13 Introdução à Mecânica Quântica. Notas de curso.
Greca, I. M. e Herscovitz, V. E., 2002.
- n° 14 Uma introdução conceitual à Mecânica Quântica para professores do ensino médio.
Ricci, T. F. e Ostermann, F., 2003.
- n° 15 O quarto estado da matéria.
Ziebell, L. F., 2004.
- v.16, n.1 Atividades experimentais de Física para crianças de 7 a 10 anos de idade.
Schroeder, C., 2005.
- v.16, n.2 O microcomputador como instrumento de medida no laboratório didático de Física.
Silva, L. F. da e Veit, E. A., 2005.
- v.16 n.3 Epistemologias do Século XX.
Massoni, N. T., 2005.
- v.16 n.4 Atividades de Ciências para a 8ª série do Ensino Fundamental: Astronomia, luz e cores.
Mees, A. A.; Andrade, C. T. J. de e Steffani, M. H., 2005.
- v.16 n.5 Relatividade: a passagem do enfoque galileano para a visão de Einstein.

Wolff, J. F. de S. e Mors, P. M., 2005.

v.17 n.1 Circuitos elétricos: novas e velhas tecnologias como facilitadoras de uma aprendizagem significativa no nível médio.

Moraes, M. B. dos S. A., Ribeiro-Teixeira, R. M., 2006.

v.17 n.2 A estratégia dos projetos didáticos no ensino de física na educação de jovens e adultos (EJA).

Espindola, K e Moreira, M. A., 2006.

v.17 n.3 Introdução ao conceito de energia.

Bucussi, Av., 2006.

v.17 n.4 Roteiros para atividades experimentais de Física para crianças de seis anos de idade.

Grala, R. M., 2006.

v.17 n.5 Inserção de mecânica quântica no ensino médio: uma proposta para professores.

Webber, M.C.M., 2006.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)