



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Física

Edson Dias Reis

**FÍSICA NAS ATIVIDADES RÚSTICAS APLICANDO
A METODOLOGIA DE PAULO FREIRE**

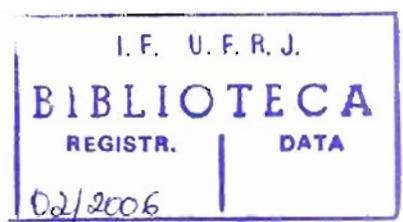
Orientador: Professora Ligia Farias Moreira

Banca:
Professora Ligia Farias Moreira
Professora Wilma Machado Soares Santos
Professor João José Fernandes de Souza
Suplente: Professor Francisco Artur Braun Chaves

Trabalho de Final de Curso para a
obtenção do grau de Licenciado em
Física – Instituto de Física – UFRJ

Novembro de 2006

02/2006





**Universidade Federal
do Rio de Janeiro**

Licenciatura em Física
Instituto de Física
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza

**Projeto de
Instrumentação de Ensino**

**FÍSICA NAS ATIVIDADES
RÚSTICAS APLICANDO A
METODOLOGIA DE PAULO
FREIRE**

**Orientador: Ligia de Farias Moreira
Aluno: Edson Reis Dias**

**Sala 343, Bloco A,
16:00h, 24/05/07**

Banca
Ligia de Farias Moreira
Wilma Machado Soares
João José de Sousa
Artur Chaves (suplente)



**Universidade Federal
do Rio de Janeiro**

Licenciatura em Física
Instituto de Física
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza

**Projeto de
Instrumentação de Ensino**

**FÍSICA NAS ATIVIDADES
RÚSTICAS APLICANDO A
METODOLOGIA DE PAULO
FREIRE**

**Orientador: Ligia de Farias Moreira
Aluno: Edson Reis Dias**

**Sala 343, Bloco A, 16:00
24/05/07**

Banca
**Ligia de Farias Moreira
Wilma Machado Soares
João José de Sousa
Artur Chaves (suplente)**

PENSAMENTO

Boa é a sabedoria como um patrimônio: é de mais proveito para os que vêm o sol. O abrigo da sabedoria vale o abrigo do dinheiro, e a vantagem do saber é que a sabedoria faz viver quem a possui. Eclesiastes 7.11 e 12

DEDICO,

A todos mencionados no agradecimento

Aqueles que, pelo resto de minha vida, vou compartilhar os conhecimentos adquiridos nesta Universidade e que serão aprimorados para, através de incansável esforço, a formação intelectual, profissional e moral de todos que necessitarem.

AGRADEÇO,

Primeiramente a Deus, em quem creio como feitor e mantenedor do Universo, cuja ordem e beleza podemos perceber a cada lei descrita.

A esposa Selma, como parceira de todas as realizações.

A professora Lígia, pela interferência, sem a qual não realizariamos este trabalho e também, pela paciência, amizade e extremo interesse pela realização não somente deste trabalho mas, como é sabido, de todos seus alunos, trazendo copiosa motivação e estímulo para os futuros professores do ensino médio.

A professora Maria Antonieta, mentora de um maravilhoso laboratório, Ladif, com quem tive a oportunidade de trabalhar.

Ao Professor Gregório, com quem trabalhamos nas imemoráveis Aulas Magnas.

A todo corpo discente, tanto aqueles que nos ministraram aulas e aos que não tivemos a honra de estar como aluno, mais certamente, se estivéssemos, a formação seria equivalente.

Aos colegas funcionários, pela vivência e atitudes colaboradoras na formação intelectual do ser humano.

RESUMO

Neste trabalho apresentamos as principais idéias de Paulo Freire e aplicamos sua essência no ensino de conceitos físicos.

É importante frisar que alunos do ensino médio público estadual, em escolas de periferias não estão, na realidade, com o conhecimento no patamar desejado. Isso releva a importância da utilização de uma linguagem acessível à condição dos alunos.

A questão da motivação, no ensino de física, pode ser desenvolvida utilizando a história da ciência, elementos do cotidiano e a descrição matemática. Em nosso trabalho simulamos uma escola de periferia, onde o público alvo, na sua maioria, sobrevivem com atividades rústicas.

Apresentamos, em uma tabela, alguns elementos motivadores, que são utensílios, geralmente, usados na prática de atividades rústicas.

A seguir, montamos duas aulas, onde são desenvolvidos os conceitos físicos e a utilização de material citados nas atividades acima, para demonstração dos mesmos.

SUMÁRIO

Capítulo I - Introdução	01
Capítulo II - A Educação Segundo Paulo Freire	03
• Vida e Obra de Paulo Freire	03
• Idéias do Educador Paulo Freire	04
• Método de Alfabetização para Adultos, proposto por Paulo Freire	06
• O método prático	07
Capítulo III - Uma Questão Motivadora	10
Capítulo IV - Elementos Motivadores	13
• Máquinas Simples	13
• Ferramentas e Simulações	21
Capítulo V - Mecânica dos Fluídos	38
Conclusão	61
Bibliografia	63
Apêndice I	64

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

O aprendizado da disciplina de física tem apresentado grandes dificuldades. Este fato é comprovado pelo desempenho dos alunos em vestibulares, onde as notas estão entre as mais baixas (vide apêndice). Isto constitui uma lástima já que, o conhecimento dos fenômenos físicos, é o grande responsável pelo avanço tecnológico em toda história. Conhecer tais fenômenos é, no mínimo, essencial para a cidadania, formação do indivíduo, além, do desfruto de todo aparato tecnológico que beneficia a humanidade neste novo século.

Entende-se que a aprendizagem dos conceitos físicos reduziria o baixo desempenho no vestibular, embora este não deva ser a finalidade principal. O objetivo é a construção do indivíduo como um todo, que esteja contextualizado, apto para utilizar o conhecimento em diversas situações da vida.

Neste trabalho procuramos relevar os conceitos físicos que podem ser extraídos de utensílios e ferramentas, bem como a forma como devem ser utilizadas. O trabalhador rústico e a comunidade, que mora em região rural, ou seja, que se localiza no campo, com frequência, se servem destas ferramentas. Também, simulações do cotidiano podem ser produzidas com material de baixo custo, mostrando-se uma excelente tática de introdução dos conceitos físicos.

Procura-se evitar, projetos onde se levam para a sala de aula, as demonstrações de forma exclusiva e seqüencial. Isto tem como razão o fato que, por mais distante que seja uma escola da região urbana, não há isolamento de informações no universo do conhecimento e tecnologia do mundo atual. Além disso, entendemos que, não se deve reproduzir tal isolamento. Apenas, enriquecer o ensino com motivação continuada onde o recurso é a utilização de um número sobrejo de ilustrações mais próximas ao cotidiano regional de alunos de determinadas escolas.

Neste trabalho são consideradas as idéias do educador Paulo Freire, onde apresentaremos um resumo de seus pensamentos. A importância da motivação é levantada a seguir, como condição imprescindível para o aprendizado. Em seguida sugerimos

elementos que podem ser usados como motivadores relacionando alguns com os conceitos físicos e como podem ser demonstrados em relação aos mesmos. No capítulo, um roteiro de aulas foi preparado de forma construtivista discutindo hidrostática apresentando um protótipo de uma bomba de água manual e em seguida, apresentamos outro exemplo de aula trabalhando com um monjolo, que introduz o conceito de máquinas simples.

CAPÍTULO 2

A EDUCAÇÃO SEGUNDO PAULO FREIRE

Paulo Freire é um ícone na educação. Pensador brasileiro, é autor de uma vasta obra que, ultrapassando as fronteiras do país, espalhou-se por diferentes países da Europa, da América e da África. Apresentaremos uma breve biografia e um resumo das principais idéias desse grande educador.

2.1 - Vida e Obra de Paulo Freire

Paulo Reglus Neves Freire, nascido em 19.09.1921, no Recife, Pernambuco, uma das regiões mais pobres do país, onde logo cedo pôde experimentar as dificuldades de sobrevivência das classes populares.

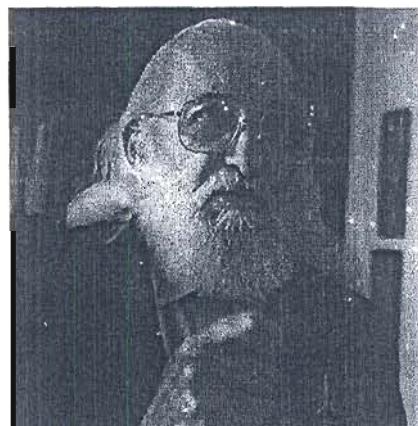


Figura 1 - Paulo Freire (1921-97)

Ele foi quase tudo o que deve ser um educador, de professor de escola a formulador de idéias e métodos. Lecionou português no início da carreira e após formar-se em Direito, tornou-se assistente e logo após diretor do departamento de Educação e Cultura do SESI/PE. Apresentou sua filosofia educacional na sua tese de concurso para a Universidade do Recife em 1958. Voltou a lecionar, só que história e filosofia da educação na universidade de Recife onde, em 1963, presidiu a Comissão Nacional de Cultura Popular e coordenou o Plano Nacional de Alfabetização de Adultos. A metodologia por ele desenvolvida foi utilizada em campanhas de alfabetização. A coragem de por em prática um autêntico trabalho de educação que identifica a alfabetização com um processo de conscientização, capacitando o oprimido tanto para a aquisição dos instrumentos de leitura e escrita quanto para sua libertação, fez deic um dos primeiros a ser exilado, acusado de subverter a ordem instituída pelo golpe militar de 1964. Indo primeiramente para o Chile e depois Suíça. Durante o exílio continuou a aplicar sua metodologia em outros países como consultor educacional.

Em 1980, retornou ao Brasil lecionando na PUC-SP, trabalhando com o secretário municipal de São Paulo. Daí passou a assessorar programas de pós-graduação na PUC-SP e na estadual de Campinas.

Em 1989, assumiu a secretaria da Educação do município de São Paulo.

Ao longo de sua vida pedagógica escreveu vários livros, dentre eles:

- Educação com Prática da Liberdade (1967)
- Pedagogia do Oprimido (1968)

Foi reconhecido mundialmente por sua práxis educativa através de numerosas homenagens.

Recebeu título de Doutor Honoris Causas por inúmeras Universidades.

Paulo Freire faleceu em 02.05.1997, em São Paulo. Em sua morte, mais de 600 mensagens de condolências, foi enviada à família e ao instituto que leva seu nome, parte vinda de professores de aproximadamente 150 universidades de todo o mundo. Seu nome serve para batizar institutos de educação nos EUA, Canadá, Dinamarca, Suíça, e em inúmeros países da África. Recebeu, entre outros, os prêmios Rei Balduíno para o Desenvolvimento (Bélgica, 1980), Unesco e Educação pra a Paz (1986) e Andrés Bello, da Organização dos Estados Americanos, como Educador do Continente (1992).

2.2 - As idéias do educador Paulo Freire

Segundo Paulo Freire, a educação é uma prática política tanto quanto qualquer prática política é pedagógica. Não há educação neutra. Toda educação é um ato político. Assim, sendo, os educadores necessitam construir conhecimentos com seus alunos tendo como horizonte um projeto político de sociedade. Os professores são, portanto, profissionais da pedagogia, da política, da pedagogia da esperança.

Sua pedagogia tem sido conhecida como Pedagogia do Oprimido, Pedagogia da Liberdade, Pedagogia da Esperança. Em seus trabalhos, Freire defende a idéia de que a educação não pode ser um depósito de informações do professor sobre o aluno. Esta "pedagogia bancária", segundo Freire, não leva em consideração os conhecimentos e a

cultura dos educandos. Respeitando-se a linguagem, a cultura e a história de vida dos educandos pode-se levá-los a tomar consciência da realidade que os cerca, discutindo-a criticamente. Conteúdos, portanto, jamais poderão ser desvinculados da vida. As pessoas podem não ser letradas, mas todas estão imersas na cultura e, quando o educador consegue fazer a ponte entre a cultura dos alunos, estabelece-se o diálogo para que novos conhecimentos sejam construídos.

A base da pedagogia de Paulo Freire é o diálogo libertador e não o monólogo opressivo do educador sobre o educando. Na relação dialógica estabelecida entre o educador e o educando faz-se com que este aprenda a aprender.

Paulo Freire afirma que a "leitura do mundo precede a leitura da palavra", com isto querendo dizer que a realidade vivida é a base para qualquer construção de conhecimento. Ao se descobrir como produtor de cultura, os homens se vêem como sujeitos e não como objetos da aprendizagem. A partir da leitura de mundo de cada educando, através de trocas dialógicas, constroem-se novos conhecimentos sobre leitura, escrita e cálculo. Vai-se do senso comum do conhecimento científico num continuum de respeito.

A educação, segundo Freire, deve ter como objetivo maior desvelar as relações opressivas vividas pelos homens, transformando-os para que eles transformem o mundo. Paulo Freire é um educador com profunda consciência social. Mais do que ler, escrever e contar, a escola tem tarefas mais sérias - desvelar para os homens as contradições da sociedade em que vivem. Paulo Freire, além de sua obra de pensador, tornou-se conhecido pelo método de alfabetização de adultos que criou, conhecido como Método de Alfabetização Paulo Freire.

Muitos educadores trazem no seu modo de agir mais que a simples transmissão de conhecimentos, muitas vezes sem saber, trazem a marca de um dos maiores pensadores do Brasil, que analisou e difundiu a educação como instrumento de conscientização e libertação. [Freire, 1970][Freire, 1975].

2.3 - Método de Alfabetização para Adultos proposto por Paulo Freire

Segundo o Professor Elias Celso Galvães, as idéias de Paulo Freire em relação ao processo de alfabetização de adultos começa com a crítica do sistema tradicional que tinha a "Cartilha" como base. A velha "Cartilha" ensinava pela repetição de palavras aleatórias formadas pela junção de uma consoante e uma vogal. [Brandão, 1996]

Vejamos o caso da consoante "V" na cartilha:

*"Eva viu a uva
 A uva é do Ivo
 Ivo vai à roça".*

Era um método abstrato, pré-fabricado e imposto. A partir daí, Paulo Freire procurou os caminhos para encontrar um jeito mais humano de ensinar - aprender a ler e escrever. Conforme assinala Carlos Rodrigues Brandão, em "O que é o método de Paulo Freire", "*a educação deve ser um ato coletivo, solidário, um ato de amor*".

A primeira etapa pedagógica de construção do método foi chamada por Paulo Freire de vários nomes: "levantamento dos universos vocabular", "descoberta do universo vocabular", "pesquisa do universo vocabular" e "investigação do universo temático".

Citada por Carlos Rodrigues Brandão, vejamos o que disse Atenice Cardoso:

"O contato inicial e direto que estabelecemos com a comunidade é durante a pesquisa do "universo vocabular – etapa realizada no campo e que é a primeira do Sistema Paulo Freire de Educação de Adultos... Não é uma pesquisa de alto rigor científico, não vamos testar nenhuma hipótese. Trata-se de uma pesquisa simples que tem como objetivo imediato a obtenção dos vocabulários mais usados pela população a se alfabetizar".

Esta pesquisa nos leva às “palavras geradoras”, isto é, palavras usadas pela comunidade.

Uma vez composto o universo das palavras geradoras, trata-se de exercitá-las com a participação ou co-participação dos elementos da comunidade.

Na verdade, esse exercício é muito semelhante ao método tradicional de formação e aprendizagem das palavras através da formação de silabas básicas.

2.4 O Método Prático

As palavras geradoras, como dissemos, são escolhidas após pesquisa no meio ambiente. Assim, por exemplo, numa comunidade que vive em favela, a palavra FAVELA é geradora porque, evidentemente, está associada às necessidades fundamentais do grupo, tais como: habitação, alimentação, vestuário, transporte, saúde e educação.

Se houver possibilidade de utilizar um “slide”, projeta-se a palavra FAVELA e, logo em seguida a sua separação em sílabas: FA-VI-E-LA. O educador passa, então, a pronunciar as sílabas em voz alta, o que é repetido, várias vezes, pelos educandos.

Em seguida, projeta-se a palavra dividida em sílabas, na posição vertical:

FA VI LA

completando o quadro com os respectivos fonemas:

FA FE FI FO FU

VI VE VI VO VU

LA LE LI LO LU

A partir daí, o grupo passa a criar outras palavras, como FALA, VALA, VELA, VOVO, VIVO, LUVA, LEVE, FILA, VILA.

Outro exemplo, adaptável ao meio ambiente, é a palavra TRABALHO OU SALÁRIO.

TRA TRE TRI TRO TRU

BA BE BI BO BU

LHA LHE LHI LHO LHU

E assim por diante, vai-se fazendo, também a formação de palavras com fonemas já usados em palavras apresentadas anteriormente. Essas palavras constituem o que se chamam FICHAS DE CULTURA, que podem ser acompanhadas de desenhos respectivos. Por exemplo: CA-SA

As palavras geradoras não precisam ser muitas: de 16 a 23 é o bastante. No conjunto, elas devem atender a três critérios básicos de escolha:

- a riqueza fonêmica da palavra geradora;
- as dificuldades fonéticas da língua; e
- o sentido pragmático dos exercícios.

Na medida em que o aprendizado vai se desenvolvendo, forma-se um “círculo de cultura entre educadores e educandos, possibilitando a colocação de temas geradores para discussão através do diálogo. Dessa forma, o objetivo da alfabetização de adultos vai levando o educando à conscientização dos problemas que o cercam, à compreensão do mundo e ao conhecimento da realidade social. Fica claro, então, que a alfabetização é o início do programa de educação. Uma idéia desse contexto pode ser visualizada na discussão da palavra geradora “SALÁRIO”. Vejamos:

I) Idéias para discussão:

- valorização do trabalho e recompensa;
- finalidade do salário: manutenção do trabalhador e de sua família;
- horário de trabalho;
- o salário mínimo, o 13º salário;
- repouso semanal e férias.

2) Finalidade da conversa:

- discutir a situação do salário dos trabalhadores;
- despertar no grupo o conhecimento das leis trabalhistas;
- levar o grupo a exigir salários justos.

Evidentemente, o sentido pedagógico do método Paulo Freire é a politização do trabalhador, único meio de fortalecer a classe dos oprimidos e dar-lhe armas para lutar pela revolução social, contra as desigualdades e a favor da liberdade.

A finalidade deste trabalho não é a alfabetização, embora nas escolas públicas muitas vezes nos deparamos com problemas de interpretação de textos nas últimas séries do ensino fundamental, mas sim usarmos objetos de conhecimentos dos alunos para introduzirmos os conceitos físicos e ensiná-los sua utilização no dia a dia, possibilitando uma maior conscientização da tecnologia e, portanto, maior liberdade para usá-la.

CAPÍTULO 3

UMA QUESTÃO MOTIVADORA

O sentido de *atividades rústicas* utilizado nesta monografia é qualificar atividades como trabalhos de grande singeleza. São incluídos, por exemplo, ferramentas de jardinagem, serventia de obra, de pedreiros, de bombeiros, de pintores, de marcenaria, horticultura, atividades no campo, etc.

Estas ferramentas podem ser utilizadas por profissionais ou não. Por exemplo, algumas pessoas apreciam cultivar um pequeno jardim. Todas as casas de moradia, da mais humilde a mais abastada, são geralmente ornadas com canteiros de flores. Naquelas em que falta o terreno para um pequeno jardim vêm-se balcões floridos, jardineiras improvisadas, vasos pelas janelas. Nas modernas construções citadinas, nos edifícios de apartamentos, há a preocupação do ajardinamento dos terraços.

No campo, além dos trabalhos citados acima, há atividades específicas que lhes são peculiares, como o trabalho em um lagar, plantio, colheita, soluções para os problemas de água, fazer uma casa, colocar instalações elétricas ou hidráulicas, consertar uma tomada, colocar prateleiras, etc, enfim coisas que o homem rural necessita para a sua sobrevivência. Esta é a física útil, aquela que fará diferença na vida do sujeito.

A motivação deve ser inicial e contínua, onde o educador deve buscar meios para conquistar o interesse do educando, sem prejuízo ao conteúdo que normalmente é exigido. Deve partir do conhecido; cotidiano do aluno, para o desconhecido; currículo de física do Ensino Médio, com riqueza matemática, histórica e atividades experimentais.

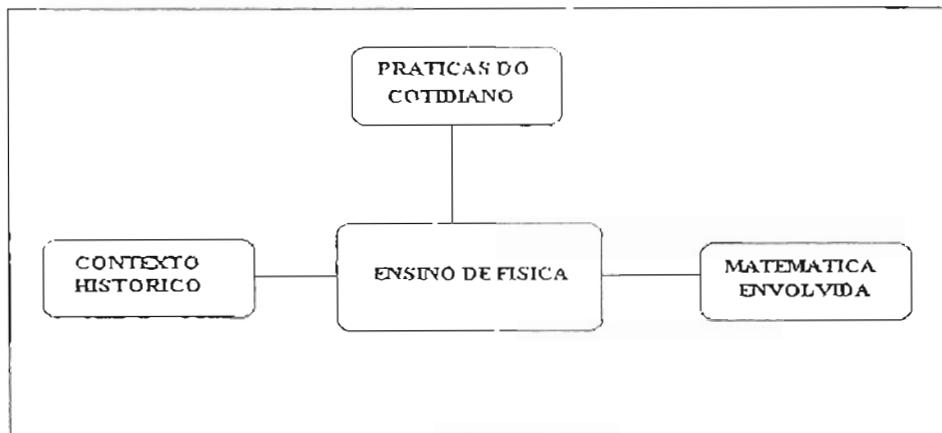


Figura 2 – Relações para o ensino de física

É importante o professor diagnosticar o nível de aprendizagem dos alunos levantando seus conhecimentos através do diálogo ou da aplicação de questionários, para obter os elementos da vida do cotidiano dos educandos e a partir daí estabelecer sua linha didática, de maneira a despertar o interesse da turma.

Outro ponto importante de se salientar é que nas escolas públicas, a realidade é cruel, pois o tempo de aula é reduzido, dificultando o ensino de todo o programa que é exigido no currículo do Ensino Médio. Como exemplo, cito uma escola estadual que ministrei e ministro aulas de física à noite. O tempo de aula foi de 40 minutos, sendo dois tempos por semana para cada turma e, atualmente, na outra escola, por dificuldade de transporte as aulas são dadas de 18:30h às 21:30h, divididas em seis tempos. Isto perfaz dois tempos de 30 minutos, em um mesmo dia, por semana para aulas de física. Em face disto, o professor se sente obrigado a estabelecer prioridades aos conteúdos a serem discutidos. Na zona rural, ou mesmo nos subúrbios, onde a maioria dos alunos mal chegam ao final do primeiro ciclo do Ensino Fundamental, aqueles que conseguem terminar o segundo ciclo não têm aspiração de continuidade dos estudos, primeiramente pela dificuldade de encontrar escolas com Ensino Médio na zona rural e depois pelo horizonte limitado pela perspectiva de trabalho na própria comunidade. É reduzido o número daqueles que conseguem ultrapassar todos estes obstáculos.

Paulo Freire, não propõe um método absoluto e sistemático, mas aponta para uma "educação contra outras", tendo o diálogo entre educando e educador como novo ingrediente nessa relação com a busca de uma postura transformadora.

Por certo, é unânime o pensamento da transformação social, mas, como o ensino e o conhecimento da física podem contribuir? Acreditamos que a iniciativa do professor em focar o ambiente do educando, utilizando métodos com medições e ilustrações deste ambiente, valoriza o educando como cidadão, sendo importante sua integração ao sistema, mostrando sua cultura dando-lhe perspectivas para um futuro melhor, e também lhe proporcionando argumentos para uma ação transformadora.

CAPÍTULO 4

ELEMENTOS MOTIVADORES

Este trabalho propõe elementos no contexto apenas da Mecânica, devido ao espaço. No entanto, o princípio pode ser aplicado a outras divisões da física. Grande parte das ferramentas utilizadas no serviço rústico pode ser classificada no contexto de máquinas simples. Por esta razão é introduzido, a seguir, o conceito de máquinas simples, sem, contudo aprofundarmos. Fica a cargo do professor o aprofundamento que é essencial para o trabalho com determinados utensílios:

4.1. MÁQUINAS SIMPLES

Desenvolveremos uma aula sobre máquinas simples.

As máquinas simples podem ser uma forma importante de se ilustrar alguns conceitos físicos, pois grande parte está associada com o cotidiano. Alavancas, polies móveis e fixas, são exemplos de máquinas simples que podem ser utilizados pelo professor. Mais adiante simularemos o monjolo como exemplo.

Máquinas simples são dispositivos que, em geral permitem multiplicar uma força com a finalidade de facilitar a realização de certa tarefa. Isso significa que, com uma força menos intensa, pode-se através dela, equilibrar uma força mais intensa e também aplicar forças em direções e sentidos convenientes. A denominação deve-se ao fato de que elas são constituídas por uma única peça. As máquinas simples fazem parte de outras, mais complexas, como, por exemplo, máquinas de costura, máquina de escrever, bicicletas, etc. As máquinas complexas são, geralmente, combinações de elementos que constituem as máquinas simples. Em geral, possibilitam multiplicar uma força com o fim de facilitar a realização de certo trabalho.

São classificadas, na física, de um modo geral, em cinco tipos de máquinas simples: alavanca, roda com eixo, roldana ou polia, plano inclinado e cunha e o parafuso ou rosca.

4.1.1. Alavanca

A alavanca é um sistema constituído por uma barra rígida apoiada no ponto A de um suporte fixo, usado para levantar cargas de peso bem maior do que a força que nossos músculos conseguem desenvolver. Em sua forma mais simples, é uma barra estreita que tem um ponto fixo, chamado de fulcro ou ponto de apoio. A alavanca é instrumento que amplia o efeito de um pequeno esforço para deslocar um peso grande.

Existem três tipos de alavanca, que se diferenciam pelas posições relativas da força aplicada, do peso e do ponto de apoio, convencionalmente chamadas de alavancas de primeira classe, alavancas de segunda classe e alavancas de terceira classe.

As alavancas do primeiro tipo são chamadas de alavanca *interfixa*. O ponto de apoio situa-se entre os pontos de aplicação das forças resistente e potente.

As alavancas do segundo tipo são chamadas de alavanca *inter-resistente*. O peso ou ponto de aplicação da força resistente fica entre o ponto de apoio e da aplicação da força potente.



Figura 3 - Esquema de uma alavanca interfixa

Podemos representar as forças que agem em uma alavanca. O peso da carga é a força a ser vencida, sendo denominada força resistente (F_r). A força aplicada na outra extremidade, que ergue a carga, é a força potente (F_p) e F_n é a força que o apoio exerce na alavanca. A distância B_p entre o ponto de apoio e o ponto onde é aplicada a força potente chama-se braço da força potente, e a distância B_r , entre o ponto de apoio A e o ponto onde está a carga, portanto a força resistente F_r é o braço da força resistente.

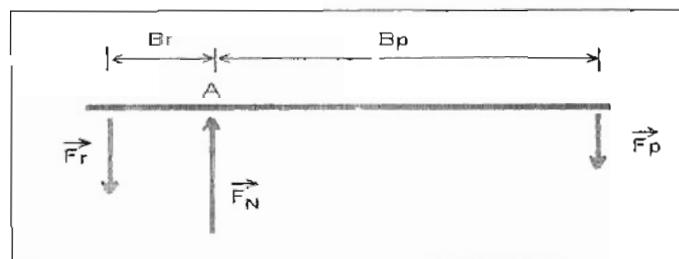


Figura 4 – Forças que atuam na alavanca

Para equilibrar a alavanca duas condições devem ser impostas: **equilíbrio de rotação** e **equilíbrio de translação**.

4.1.1.1. Equilíbrio de rotação

O torque (ou momento) das forças que tendem a girar a alavanca no sentido horário, em torno do ponto A, deve anular o das forças que tendem a girar a alavanca no sentido anti-horário. Em módulo, temos:

$$F_p \cdot Bp = Fr \cdot Br$$

Equação 4.1

4.1.1.2. Equilíbrio de translação

A resultante das forças que agem na alavanca deve ser nula. Em módulo, temos:

$$F_N = Fr + Fp$$

Equação 4.2

Um exemplo, simples, é a gangorra. A gangorra, muito comum em parques é uma alavanca onde duas pessoas podem sentar-se nas extremidades opostas. O ponto de apoio fixo no ponto médio da alavanca. Assim podem oscilar, elevando-se, alternadamente as extremidades. Sendo as massas das pessoas diferentes, pode-se procurar o ponto de equilíbrio variando-se a posição de uma das pessoas.

4.1.2 - Roda e o eixo

Rodando uma alavanca em torno de um ponto de apoio, os antigos descobriram outra máquina simples: a roda e o eixo. Uma das primeiras aplicações para essa máquina elementar foi o molinete. Ao longo do tempo, já se tornou familiar, os moinhos de água e os de vento. Outros exemplos, as engrenagens dos relógios de corda, motores etc.

Quanto maior for a relação entre o raio da roda e o raio do eixo maior será a força. Assim, uma roda de 25cm em um eixo de 2,5cm, amplia 10 vezes a força. Se a roda medir 250 cm no mesmo eixo de 2,5cm a força é ampliada em 100 vezes.

Um bom exemplo que pode ser utilizado, através do estudo das suas engrenagens é a bicicleta porque, praticamente, existe em todas as comunidades. Pobres e ricos, proletários e moradores da cidade, possuem-na para lazer, trabalho e transporte.

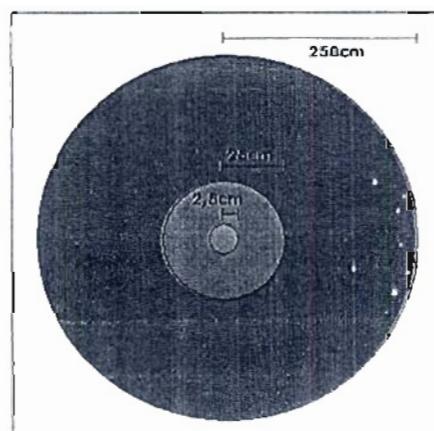


Figura 5 – Roda com eixo
(Ilustração fora de escala)

4.1.3 - Polia ou Roldana

A polia consiste em uma roda que gira torno do eixo que passa pelo seu centro e possui um sulco no qual se adapta uma corda. A polia pode reorientar a força aplicada bem como, reduzir o esforço necessário para levantar um objeto. Tal vantagem tem um custo, ou seja, quanto mais reduzido o esforço, por uma associação de roldanas, maior será a distância que a força aplicada precisa percorrer.

Tipos de Polias

Polia Fixa – Este tipo de roldana somente desvia a direção da força, esta é a vantagem, porém não há alteração quanto ao esforço. A força potente tem a mesma intensidade da força resistente.

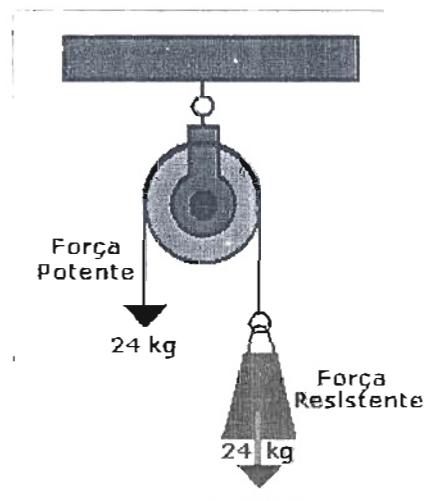


Figura 6 - Polia fixa

Polia Móvel – Este tipo de roldana, para uma polia móvel, simples, com dois segmentos suportando o peso a intensidade da força potente é igual a metade da força resistente.

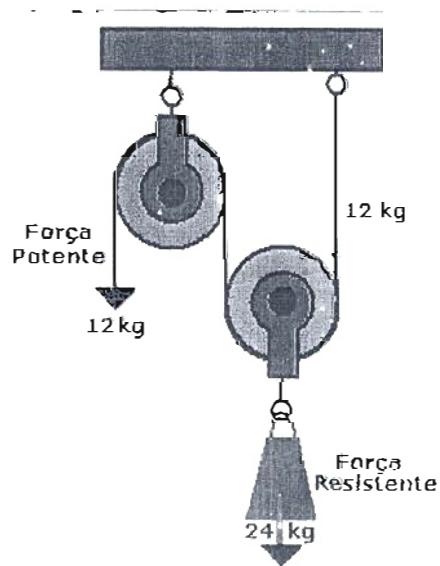


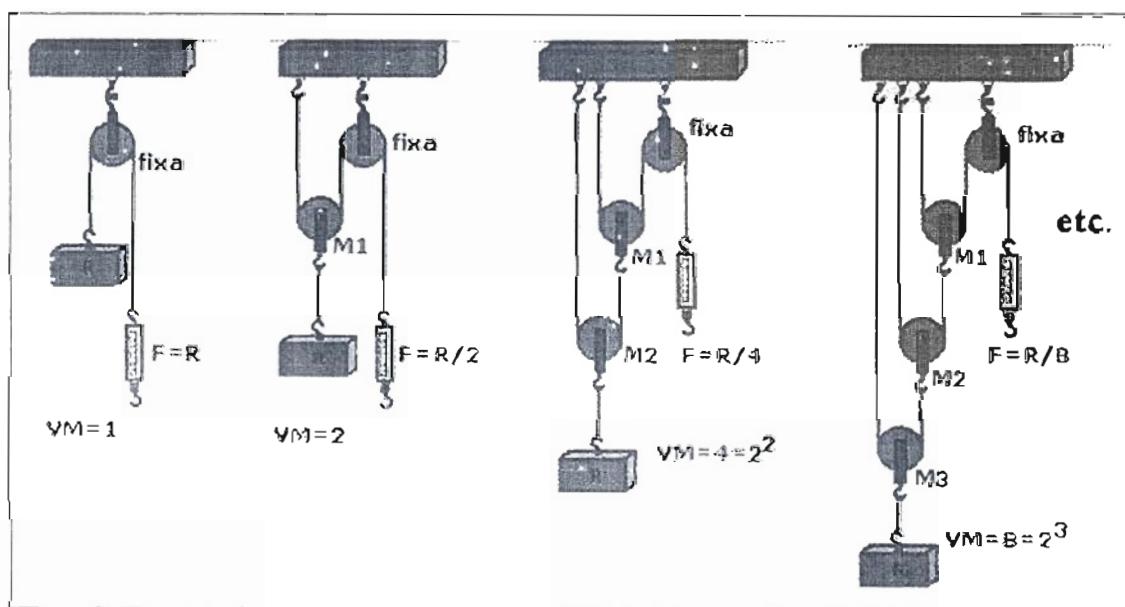
Figura 7 – Polia móvel associada com uma fixa

Associação de Polias

Dessa forma, associando-se roldanas móveis com fixas, pode-se obter vantagens mecânicas, não somente desviando-se a direção da força potente, bem como reduzindo o seu módulo conforme as inúmeras arranjos.

Abaixo, uma montagem sugerida para o desenvolvimento da talha exponencial, os dois primeiros arranjos são os mesmos acima. Já no terceiro com uma polia fixa e duas móveis, a vantagem mecânica é igual a quatro, ou seja, o dinamômetro marcaria uma força equivalente a um quarto da força resistente. No quarto arranjo, com uma polia fixa e três móveis, a vantagem mecânica é igual a oito, ou seja, o dinamômetro marcaria uma força equivalente a um oitavo da força resistente.

Talha Exponencial



$$F = \frac{R}{2^n}$$

$$VM = 2^n$$

n = número de polias móveis

Figura 8 – Associação de Roldanas

F = Força, R = Força Resistente

VM = Vantagem mecânica

Existem, ainda, outros arranjos, mas, ficaremos apenas com os mostrados a título de ilustração.

4.1.4 - Plano Inclinado e Cunha

Outra máquina é o plano inclinado e a cunha. Pode-se compreender melhor a cunha ao olhar-se para o plano inclinado, que nada mais é do que uma cunha cortada ao meio. Enquanto a cunha faz o seu trabalho por moção, o plano inclinado permanece estacionário à medida que sobre ele se move o "material cunhado".

Da mesma forma que a alavanca, o plano inclinado também reduz o esforço para levantar um objeto e a cunha consiste de dois planos inclinados unidos na ponta e é usada para facilitar o corte. Em geral são os instrumentos cortantes como exemplo; o machado, formão, facão, foice, serrote, etc. Na figura abaixo é mostrado como é utilizado o plano inclinado para facilitar a elevação de objetos.

FORÇAS EM UM PLANO INCLINADO

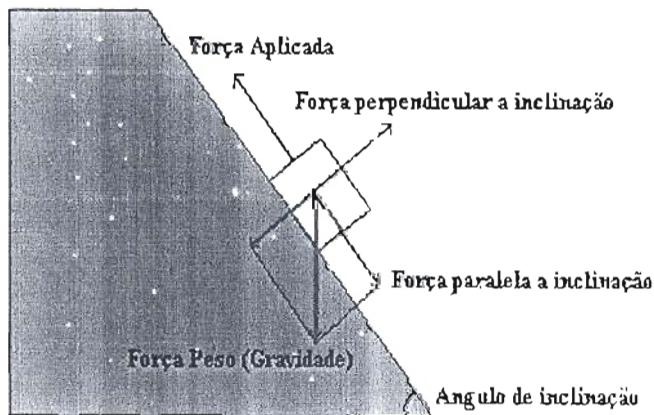


Figura 9a - Plano inclinado

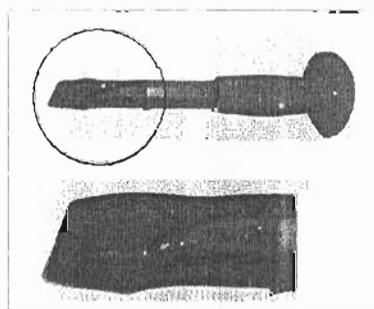


Figura 9b - A ponta ampliada do ponteiro mostra o formato de uma cunha

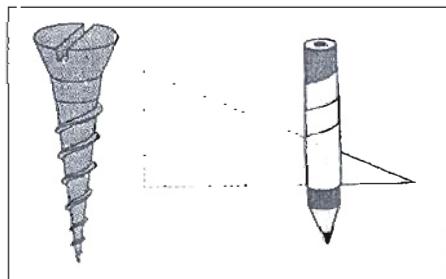
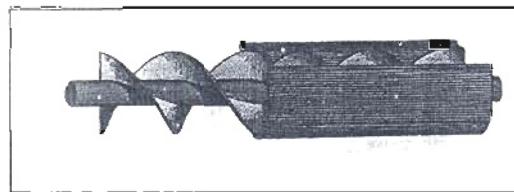
Pode-se demonstrar que a força aplicada é menor que a força peso. A relação entre a força aplicada e a força peso é: Força Aplicada é igual a Força Peso vezes o seno do ângulo de inclinação. Como o seno do ângulo de inclinação é menor que um (1), logo a força aplicada é menor que a força peso.

4.1.5 – Parafuso ou Rosca

A rosca pode ser explicada a partir do plano inclinado. Em alguns compêndios esta máquina simples é abrangida dentro do conceito do plano inclinado. Como estudamos as ferramentas ou objetos específicos, é apresentada separada por uma questão meramente didática. Exemplos de rosca, o torno, a prensa, o macaco mecânico, moedor de carne, etc.

A rosca, geralmente, depende de outra máquina; a alavanca. Ela extraí sua força do giro, feito em geral pela alavanca. Uma rosca famosa na antiguidade é o parafuso de Arquimedes que servia para elevar a água.

Figura 10 – Parafuso de Arquimedes – "As Máquinas" - Biblioteca Científica Life



A relação entre o parafuso e o plano inclinado pode-se perceber ao enrolar um triângulo de papel em um torno de um cilindro, como por exemplo, um lápis. A hipotenusa do triângulo formará a espiral idêntica ao padrão da rosca do parafuso.

Figura 11 – Plano e Parafuso – "Forças Físicas – Time Life."

Enquanto o parafuso gira, normalmente no sentido horário, sua rosca exerce uma força sobre o material que está perfurando. Se o giro for no sentido anti-horário, a direção da força é para trás.

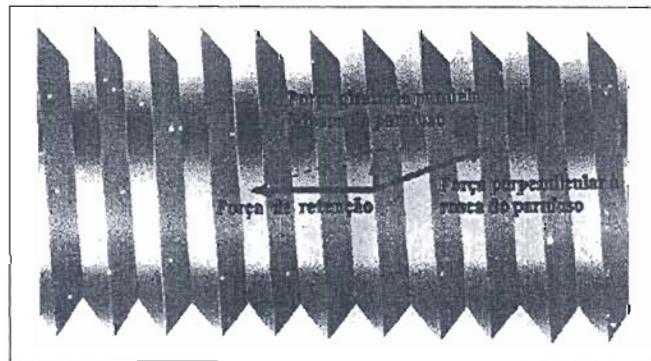


Figura 12 – Plano e Parafuso – "Forças Físicas – Time Life"

4.2 – Ferramentas e Simulações

Apresentamos, a seguir, na tabela abaixo, ferramentas no contexto das máquinas simples e duas simulações associadas a conceitos físicos que podem ser usadas para o aprendizado formal da física. Com o tempo, outras poderão ser incluídas.

OBJETO	CONCEITO
<i>Alicate Universal</i>	Força, Isolante, Alavanca, Binário;
<i>Arado</i>	Atrito, pressão;
<i>Bomba d'água</i>	Pressão, Fressão atmosférica, Alavanca;
<i>Cardenal</i>	Associação de Polias e Roldanas;
<i>Carrinho de Mão</i>	Alavanca, Vantagem Mecânica;
<i>Chave de Fenda</i>	Binário, Torque, Alavanca;
<i>Colher de pedreiro</i>	Impulso, Quantidade de Movimento, Atrito;
<i>Enxada</i>	Pressão, Energia, Cunha, Alavanca;
<i>Foice</i>	Movimento circular, Energia, Cunha;
<i>Formão</i>	Pressão, Cunha
<i>Lima</i>	Atrito
<i>Machado</i>	Movimento circular, Energia, Cunha;
<i>Martelo</i>	Vetores, Quantidade de Movimento, Alavanca;
<i>Monjolo</i>	Energia Potencial, Energia Cinética, Movimento oscilatório, Equilíbrio, Alavanca;
<i>Nível de bolha</i>	Densidade, Equilíbrio;
<i>Nível de mangueira</i>	Pressão Atmosférica, Vasos Comunicantes;
<i>Pá</i>	Impulso, velocidade tangencial, inércia e atrito;
<i>Pé de cabra</i>	Alavanca
<i>Prumo</i>	Centro de Gravidade
<i>Roldana ou Polia</i>	Torque, vantagem mecânica
<i>Serrote</i>	Centro de Massa, Alavanca, Atrito, Cunha;
<i>Serra para Metal</i>	Atrito, Cunha;
<i>Tesoura de grama</i>	Força, Torque, Binário;
<i>Torno</i>	Alavanca; Plano Inclinado;

Tabela I – Tabela de Elementos Motivadores usados no Cotidiano do Educando

Para melhor ilustração vamos analisar algumas ferramentas que podem ser levadas para a sala de aula, para iniciar o trabalho ensino-aprendizagem dos conceitos físicos.

4.2.1. - Foice

Instrumento muito usado para roçar o mato. Compõe-se de uma lâmina curva com a parte de corte interna e existem vários tipos, normalmente os catálogos nas lojas trazem os tipos com a devida discriminação. sendo, porém, que a maioria utilizada possui um cabo, como mostra a figura 13.

Figura 13 – Foice comum
[Catálogo da Tramontina,
2004]



Perguntas para discussão:

Qual a melhor maneira de trabalhar com a foice. Segurando-a perto da lâmina, na metade do cabo, ou na outra extremidade?

A resposta correta é: segurar na extremidade oposta a lâmina.

Vejamos como estudar o movimento circular com esta ferramenta:

Normalmente o profissional, segura a foice com o braço esticado e aplica um giro, velocidade angular, cuja transferência rápida da quantidade de movimento (velocidade escalar média) será responsável pelo corte. Veja o desenho e o desenvolvimento matemático abaixo.

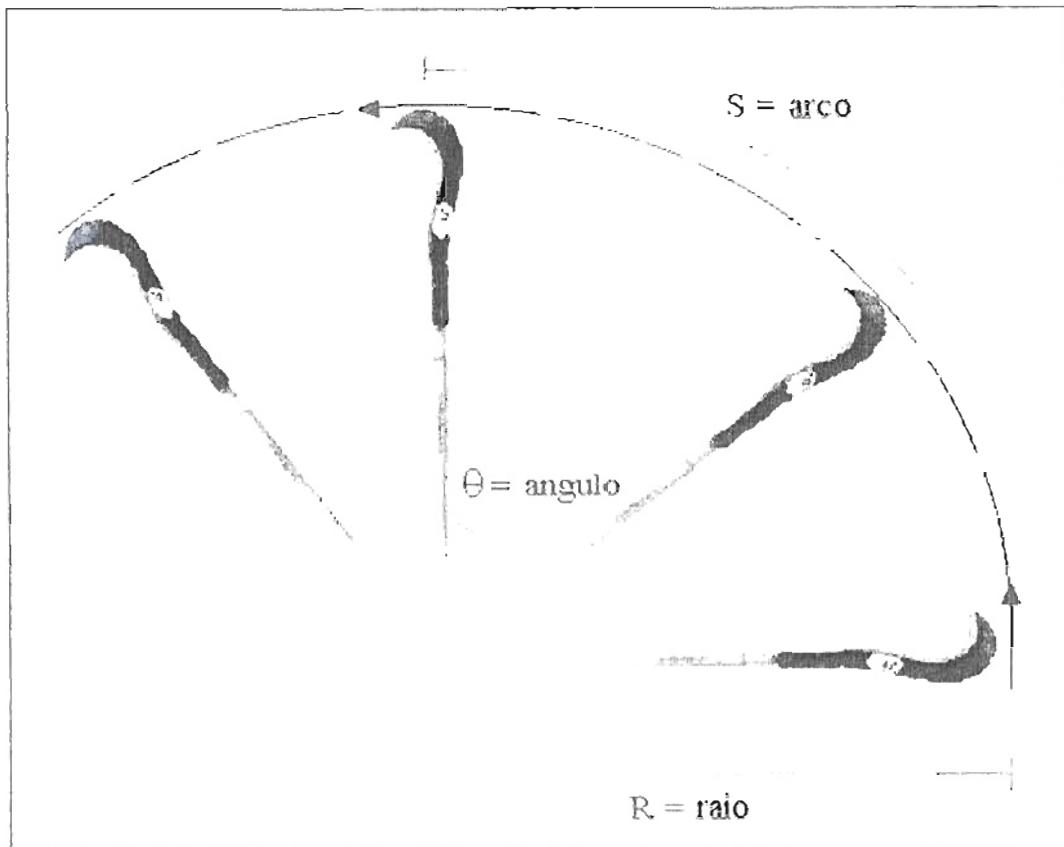


Figura 14 – Movimento de uma foice [Catálogo da Tramontina, 2004]

Fazendo a variação do ângulo θ igual à variação do arco dividido pelo raio R obtemos:

$$\Delta\theta = \frac{\Delta s}{R} \quad \text{Equação 4.2.1.1}$$

Em seguida, multiplicando ambos lados da igualdade por R (raio) e simplificando, obtemos:

$$R \cdot \Delta\theta = \frac{\Delta s}{R} \cdot R \quad \text{Equação 4.2.1.2}$$

Dividindo, agora, pelo tempo (t) chegamos a:

$$R \frac{\Delta\theta}{t} = \frac{\Delta s}{t} \quad \text{Equação 4.2.1.3}$$

A razão $\Delta\theta/t$ chamamos de velocidade angular e representamos por w e a razão $\Delta s/t$, chamamos de velocidade escalar média representada por v , logo;

$$\boxed{v = wR} \quad \text{Equação 4.2.1.4}$$

Pode-se inferir da Equação 4 que a velocidade tangencial (ponta da foice) é proporcional ao Raio. Mantendo a velocidade angular w constante e aumentando o raio, maior será a velocidade tangencial v . Isto implica que trabalhar com a foice segurando-a na ponta do cabo e com os braços esticados é a forma ideal para se obter melhor resultado para roçar o mato. Os trabalhadores o fazem de forma intuitiva e prática. Como podemos observar a velocidade escalar média é proporcional ao raio. Se conservarmos a velocidade angular e aumentarmos o raio, a velocidade escalar média na ponta da foice irá crescer. Então, quanto mais afastado da extremidade da lâmina segurarmos, maior será a velocidade de corte. Devemos, ainda, observar que há o prolongamento em função do braço do trabalhador, que geralmente o mantém esticado, o que favorece ainda mais o trabalho de roçar.

Outro conceito que pode ser ilustrado é o Impulso e Quantidade de movimento. Parte da quantidade de movimento da foice ($Q = mv$) é transmitida ao mato e como o tempo de contato é muito pequeno a força exercida pelo impulso é grande e, devido a inércia do mato, rompe-o em vez de deslocá-lo. Sabendo que o impulso é igual a variação da quantidade de movimento, podemos escrever:

$$\boxed{I = \Delta Q = m \cdot \Delta v = \Delta t \cdot F} \quad \text{Equação 4.2.1.5}$$

Por outro lado a lâmina deve estar bem afiada para que a quantidade de movimento, transferida ao fazer pressão sobre o capim, com um impulso grande, mas um tempo de aplicação da força pequeno, esta se torne extremamente grande e bem localizada, impedindo que a energia, devido a inércia do capim, possa ser transmitida ao longo do gramado impedindo o corte da grama.

O mesmo conceito aplica-se a outra ferramenta muito utilizada, que é o machado. Existem vários tipos, como, o facão, a machadinha, etc. O machado é um instrumento cortante, formado de uma espécie de cunha afiada e fixa num cabo de madeira, que serve para rechar troncos, para cortar árvores, aparelhar madeira para a serração, etc.

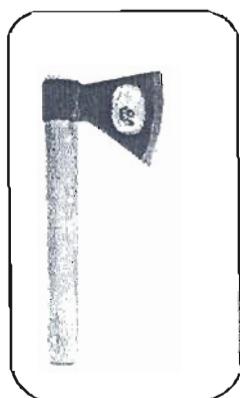


Figura 15 – Machado [Catálogo da Tramontina 2004]

4.2.2 Carrinho de Mão

Boa ferramenta para demonstrarmos o princípio da alavanca. Carrinho, com caçamba geralmente metálica, com pneu de borracha maciça ou de câmara, muito utilizado em obras e também em residências. Podemos também trabalhar o conceito de atrito conforme o solo onde será realizado o trabalho.

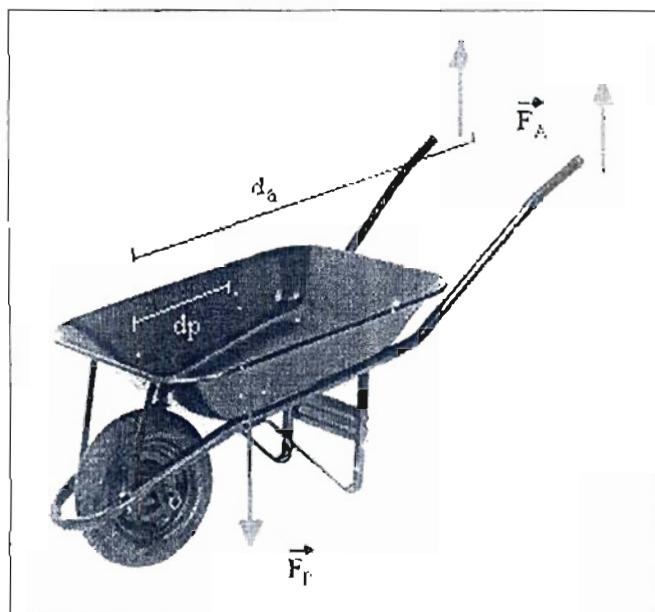
Perguntas sugestivas para debate.

I – Se você fosse carregar uma pessoa no carrinho de mão, onde esta pessoa deveria sentar-se: no centro, mais perto do cabo ou na frente, perto do ponto de apoio?

Observemos o formato da caçamba. Ela é mais profunda perto do ponto de apoio. Certamente isto induz uma análise correta.

Verificamos, ainda, que o carinho de mão é um tipo de máquina classificada como alavanca inter-resistente, ou seja, o ponto de aplicação da força resistente fica entre os pontos de apoio e de aplicação da força potente.

No desenho, a seguir, a força resistente é a força peso. A força potente é a aplicada para levantar o carrinho e o ponto de apoio fica no centro da roda do carrinho. Podemos perceber que a força aplicada é inversamente proporcional ao braço da alavanca. Quanto maior o braço, menor será a força aplicada.



Sendo:

F_a = força aplicada no carrinho de mão;

da = distância do ponto onde a força é aplicada ao ponto de apoio do carrinho de mão;

F_p = força peso do objeto

dp = distância do ponto onde está o objeto ao ponto de apoio do carrinho de mão

Figura 16 – Carrinho de mão [Catálogo da Tramontina, 2004]

Utilizando torque,

$$\tau_1 = F_a \times da, \quad \tau_2 = F_p \times dp \quad \text{e} \quad \tau_R = \tau_1 - \tau_2$$

τ_R (Torque resultante) = $F_a \times da - F_p \times dp$. supondo $F_a = F_p$ então

$$\tau_R = F_a \times da - F_a \times dp. \quad \tau_R = F_a \times (da - dp). \quad \tau_R / (da - dp) = F_a$$

$F_a = \tau_R / (da - dp)$

Equação 4.2.2.1

A força aplicada, é inversamente proporcional a distância entre o ponto de aplicação da força até o objeto. Assim, a maior distância entre os dois pontos é a extremidade dos braços até o eixo da roda do carrinho de mão.

4.2.3 - Pá e Colher de Pedreiro

Utensílio chato, de madeira ou ferro, com rebordos laterais e um cabo, destinado a trabalhos agrícolas ou de construção. Possui diversos usos, própria para cavar e remover materiais. Existem variedades, sendo as principais a pá de bico e a quadrada. Veja a Figura 17.

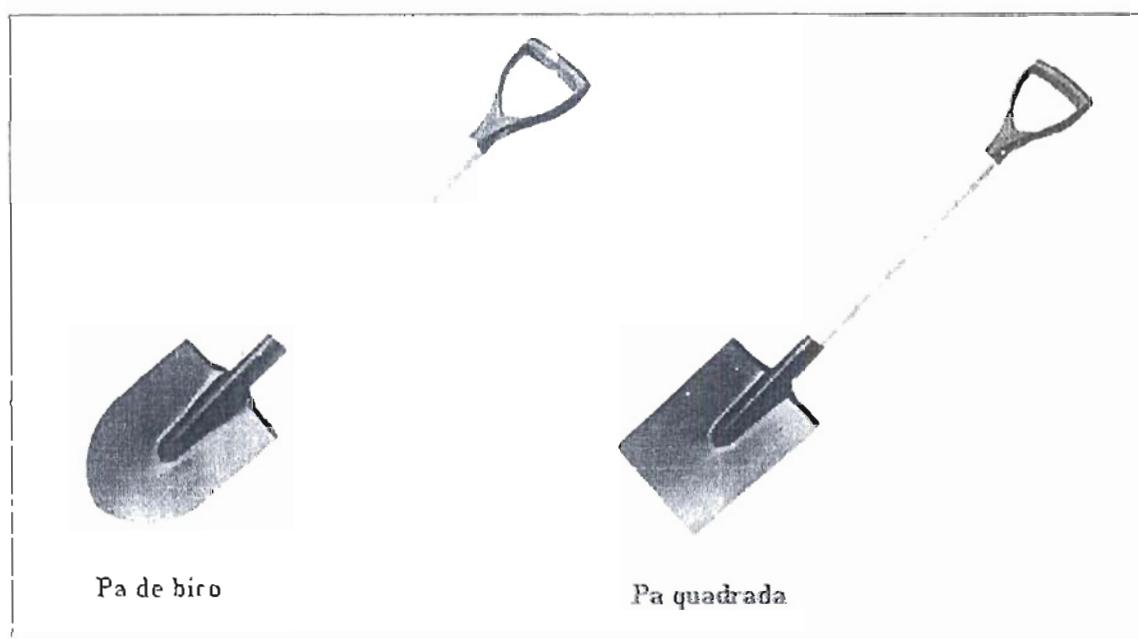


Figura 17 – Tipos de pá encontradas no mercado [Catálogo da Tramontina, 2004]

Aqui podemos mostrar o conceito de impulso, inércia, trajetória, energia, pressão, atrito e conjugação de movimentos.

Parece simples o uso desta ferramenta, mas não é. Quando usamos a pá, como por exemplo, para jogar areia ou outro material na caçamba de um caminhão, devemos segurá-la com uma das mãos na extremidade do cabo e a outra mão perto da parte metálica, sustentando o peso e então, damos um impulso girando com o corpo a pá e depois esta

velocidade deverá ser diminuída levemente de maneira que o material desprenda-se, por inércia, com velocidade suficiente para percorrer uma trajetória e atingir a caçamba do caminhão. Isso é feito de forma intuitiva pelos trabalhadores e com experiência arremessam a terra aonde desejam.

No caso de grãos, é importante que estes não deslizem sobre a pá, pois isto causaria atrito que seria transmitido entre os grãos, o que diminuiria a velocidade de todo o conjunto, com perda de energia. Neste caso a pá deve estar mais próxima da caçamba e o trabalhador gira a pá e os grãos caem.

4.2.4 - Colher de Pedreiro

Ferramenta muito usada pelos trabalhadores da construção civil. Tem funções semelhantes às da pá, porém dimensões muito menores. Com uma das mãos usa-se esta ferramenta para distribuir massa ou emboço. Exige certa prática e habilidade.

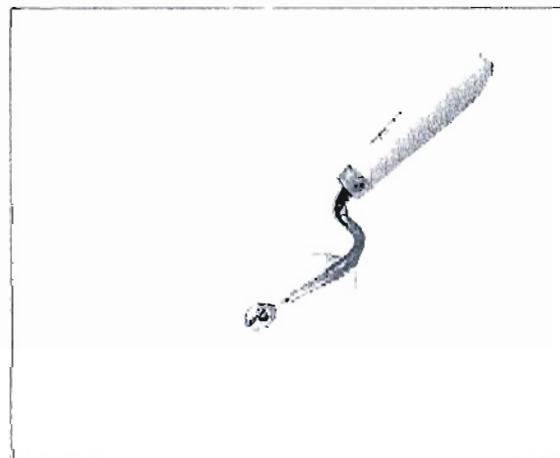


Figura 18 – Colher de Pedreiro – Catálogo da Tramontina - 2004

Umas das atividades interessantes durante o revestimento de uma parede com emboço é o ato de chapiscar. Qual a diferença... arremessar areia com a pá e o ato de chapiscar com a colher de pedreiro?

Chapisco é uma camada de massa pastosa, fina e quase líquida, feita com cimento e areia, que é distribuída de forma homogênea sobre a parede. Esta primeira massa quando

seca, é bem áspera. Posteriormente é colocado o emboço. Quando o profissional chapisca ele o faz de maneira que a massa fluia pela colher e se espalhe homogeneousmente sobre a parede revestida, ou seja, o atrito é fundamental para que ele consiga a distribuição adequada. É dito que os bons pedreiros conseguem chapiscar um teto sem se sujar. Neste caso, ao contrário da pá (arremesso objetos), trabalhamos com o atrito.

4.2.5 - Serrotes

Existem inúmeros tipos de serrotes, que são usados para diversos fins. Abaixo se apresentam os mais usados:

Serrote de Carpinteiro

É um serrote, com cerca de 50cm, que permite serrar todos os tipos de madeira e painéis. Freqüentemente, os serrotes de madeira têm dentadura universal, prático para cortar, mas que também permite fasquiar. Os serrotes de madeira com dentes temperados duram cinco vezes mais tempo.

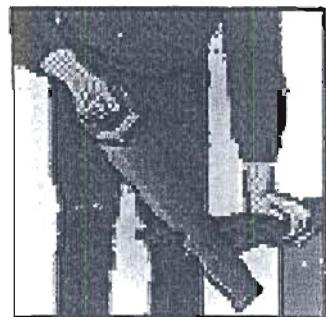
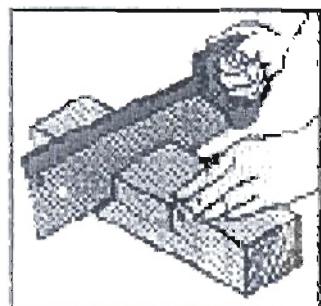


Figura 19 - Serrote de Carpinteiro [Brico ficha, 2006]

Serrote de Costas



O serrote de costas caracteriza-se por ter uma barra de aço sobre as costas e que é sensivelmente mais espessa que a lâmina retangular. Esta barra mantém a lâmina bem direita e permite um corte limpo e direito. Ideal para serrar entalhes, por exemplo. Figura 8- Serrote de costas [Brico ficha, 2006]

Figura 20 – Serrote de Costas (Brico ficha, 2006)

Serrote de Caixa Meia-Esquadrão

O serrote de caixa meia-esquadria é um pequeno serrote de costas que serve principalmente para serrar pequenas ripas, pequenos paus, etc., em combinação com uma caixa de meia-esquadria. Os dentes são muito finos para obter um corte estreito.

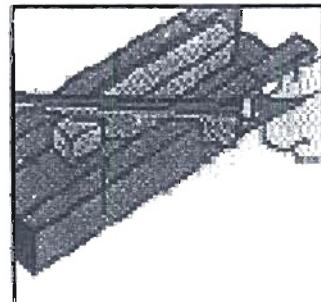
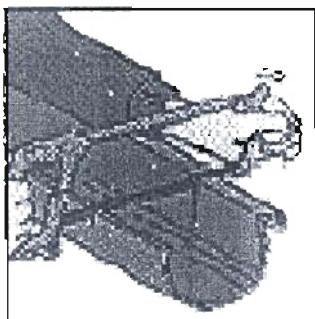


Figura 21 – Serrote de Caixa Meia-Esquadrão [Brico ficha, 2006]

Serrote de Metais + Mini Serra



A lâmina de uma serra de metais fixa-se numa armação. Contrariamente a uma serra para madeira, a serra de metais tem os dentes dirigidos para frente. A mini-serra é por vezes mais prática nos locais de difícil acesso. Estas serras cortam metal e também matérias sintéticas.

Figura 22 - Serrote de Metais + Mini Serra [Brico ficha, 2006]

Podemos levar estas ferramentas para a sala de aula para ilustrar o conceito e a obtenção do centro de massa, atrito, força e alavanca.

Para um melhor entendimento, podemos fazer comparações. Porque o serrote serra? Porque o serrote de carpinteiro tem este formato e a serra não? Quais as vantagens deste formato? Como obter o centro de massa de um serrote? São perguntas que podem ser feitas para aquecer o raciocínio dos alunos.

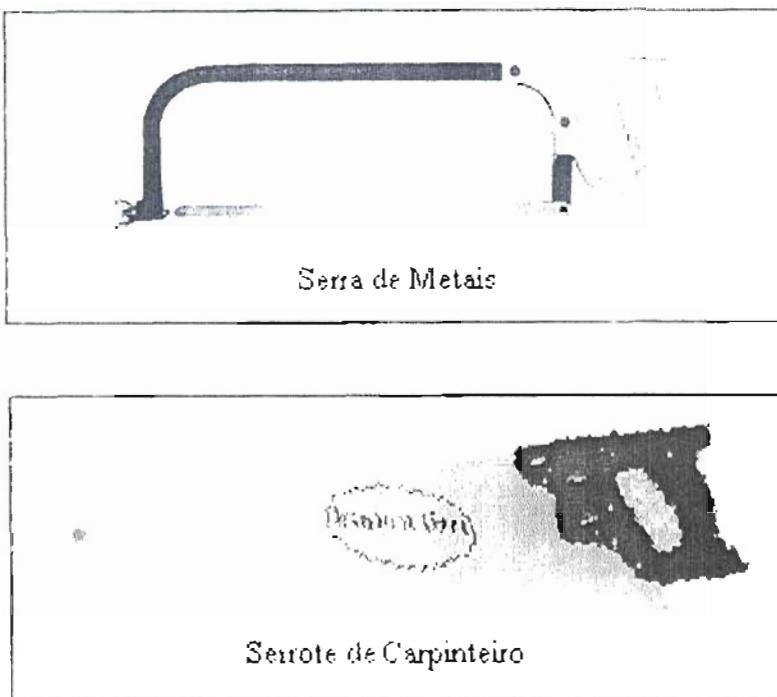


Figura 23 – Visão frontal da serra de metal e do serrote de carpinteiro [Catálogo da Tramontina, 2004]

Usando o serrote de carpinteiro obtém-se o centro de massa deste objeto e a partir deste conhecimento levamos o aluno à importância de tal conceito na projeção desta ferramenta visando a melhor maneira a utilizá-la.

Para obtermos o centro de massa basta segurar o serrote pelo furinho na ponta e deixá-lo em repouso, de maneira que se possa traçar uma linha reta vertical. Se necessário usamos um prumo e o alinhamento do fio será a reta. Posteriormente fazemos o mesmo segurando o serrote de maneira que ele fique equilibrado na horizontal, e traçamos uma linha vertical a partir dos dedos. O encontro das retas será o centro de massa do serrote. Deve-se prestar atenção que tal ponto é obtido de forma qualitativa. Ver figura 1.24.

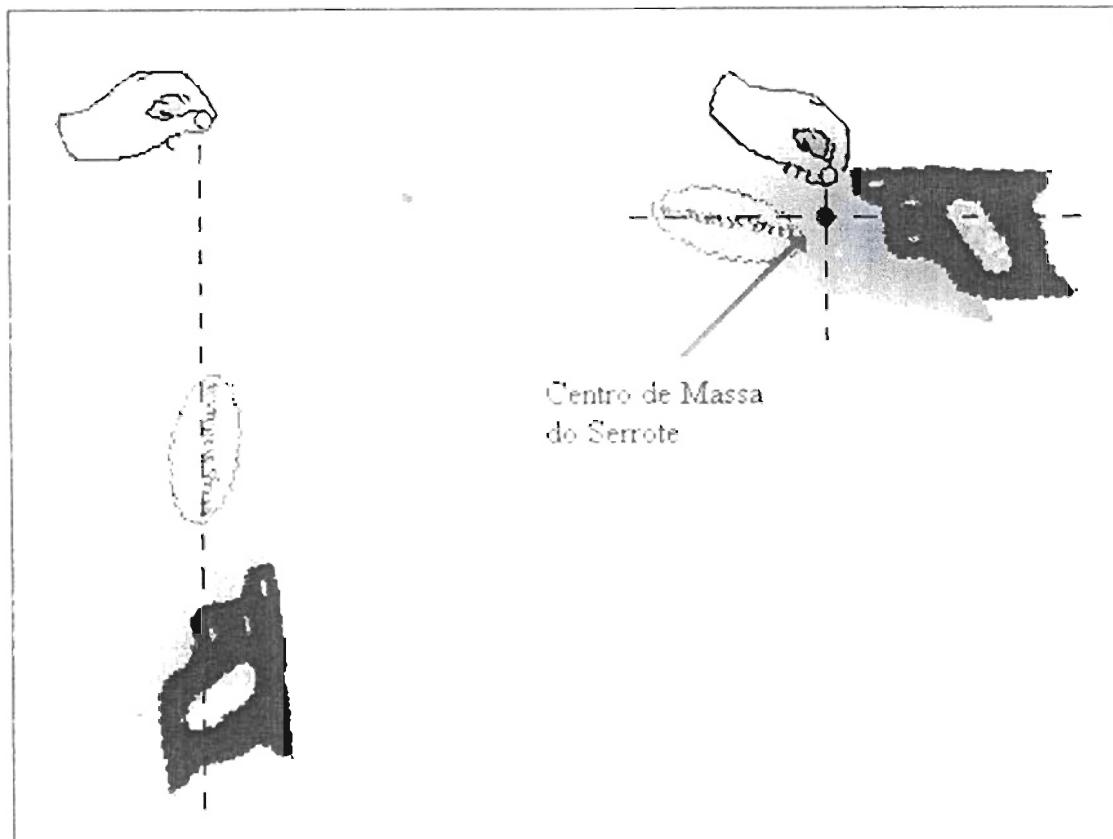


Figura 24 – Obtenção do centro de massa do serrote de carpinteiro

Este serrote é constituído de uma fina lâmina e possui uma região de atrito considerável. Diminuindo a distância entre o ponto de aplicação da força e o centro de massa, forma-se um braço de alavanca curto, reduzindo à possibilidade da lâmina envergar durante o ato de serrat.

O mesmo não ocorre com a serra de metais, que possui um reforço na parte superior, impedindo-a de envergar.

4.2.6 Monjolo e Pilão

Objetivo - estudar a princípio grandezas físicas como torque, equilíbrio, alavanca e transformação de energia sugerimos a construção de um monjolo.

Os habitantes do meio rural procuram morar nas proximidades de rios, riachos, lugares onde haja água. Se ele é plantador de milho ou trigo terá uma das mais prestativas máquinas: o monjolo.

Dizem que o monjolo veio da China e que ele foi introduzido no Brasil pelos portugueses. Braz Cubas introduziu o monjolo em Santos – São Paulo.

O monjolo trabalha no Brasil desde a época colonial. É uma máquina rudimentar, movida a água, constando de duas peças distintas: o pilão e haste.

O pilão é escavado na madeira, com fogo. Depois é aparelhado com formão. A madeira usada é a peroba, a canela preta ou o limoeiro.

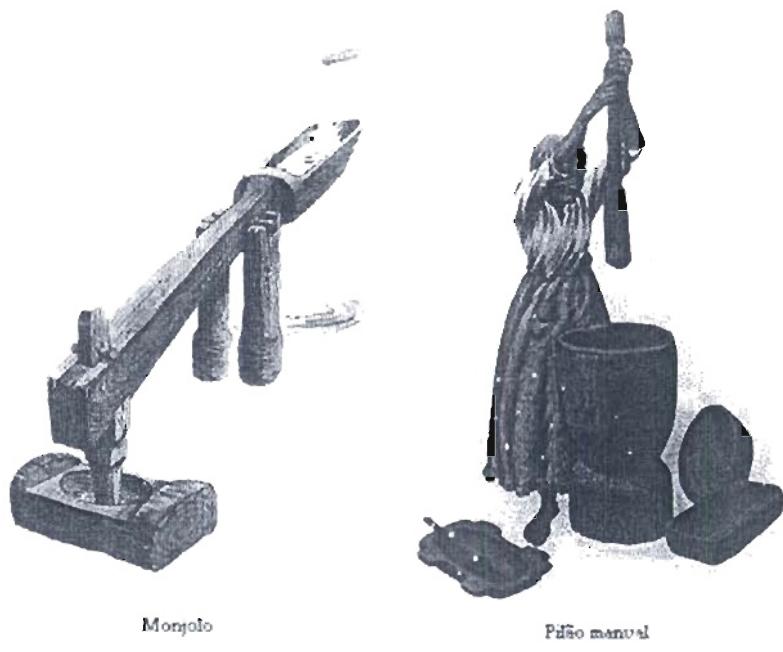


Figura 25 – a) Monjolo utilizado em fazendas para triturar grãos -- b) pilão [Araújo, 2000]

No pilão coloca-se o milho, arroz, café ou amendoim, para socar.

A haste do pilão também é feita de uma madeira dura: macaranduba, limoeiro, guatambu, canela preta ou peroba. A haste compõe-se de duas peças: a haste propriamente dita, onde está escavado o cocho, a mão do pilão e a forqueta, onde se apóia a haste, é chamada de “virgem”.

A água movimenta o pilão. A água, que chega através de uma calha, cai no cocho e quando este fica cheio, desequilibra a alavanca e abaixa com o peso da água elevando a haste. Assim que a água escorre a haste desce pesadamente, socando o que esteja no pilão. Chamam de “inferno” o poço que fica sob o “rabo” do monjolo é um inferno de água fria.

Vários são os tipos de monjolos: de martelo, de roda, de pé, de rabo, de pilão de água. O monjolo é o “trabalhador sem jornal” como diziam antigamente, sem nenhum ganho. Os caipiras diziam: “trabalhar de graça, só monjolo”. [Araújo, 2000]

A seguir construiremos a simulação de um monjolo, com objetivo de estudar o princípio grandesas físicas como torque, equilíbrio, alavanca e transformação de energia.

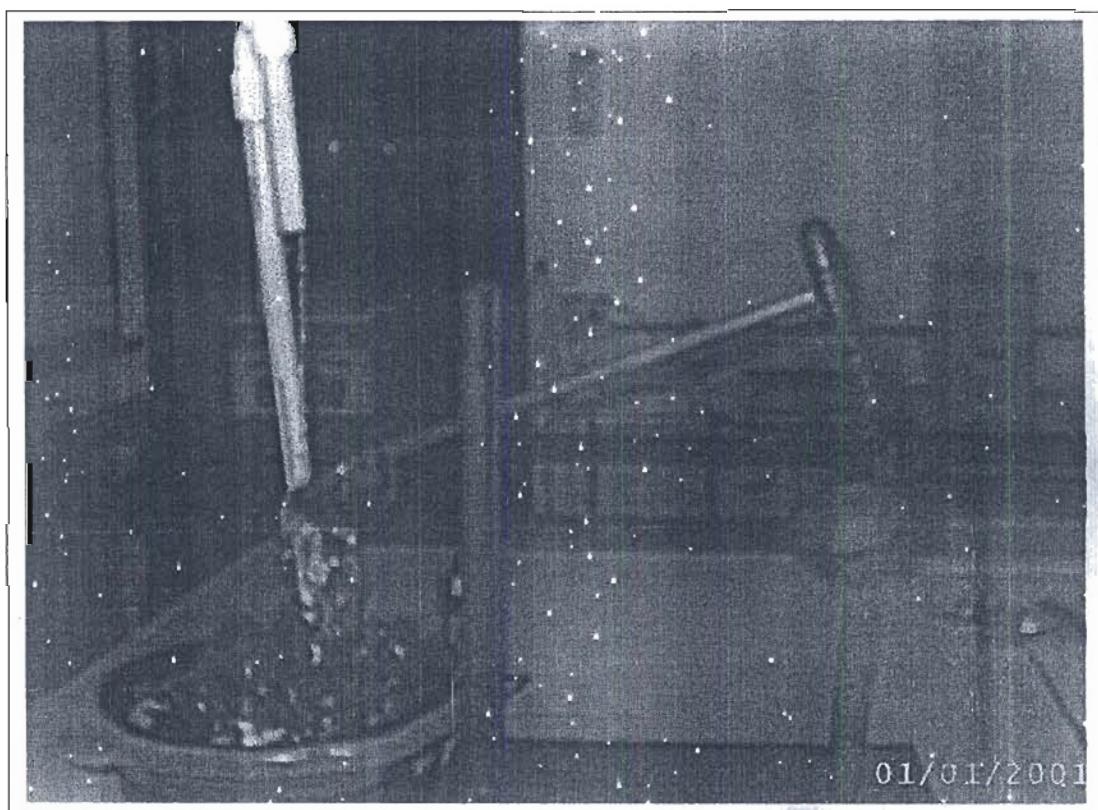


Figura 26 – Montagem do monjolo

Construção de um Monjolo

Material utilizado

Pedaço de tábua (40 x 20 cm)

Um pedaço de fórmica (40 x 20 cm)

Um cabo de vassoura

Colher de pau (aproximadamente 20 cm)

Duas bandas de casca de um coco.

Um pilão (aproximadamente 14cm, vendido em lojas)

Carvilhas

Uma bacia plástica (200 ml) de preferência com alça.

(Utilizamos a bacia da marca SANREMO que encaixou melhor no prato plástico)

Prato de plástico para plantas (Este prato deve encaixar na borda da bacia)

Bomba de aquário (60 lts.)

Pedras decorativas de aquário

Galhos de plástico (servem para amortecer a água além de melhorar a estética)

50 cm de mangueira de meia polegada

20 cm de mangueira de três oitava

60 cm de cano PVC

Uma luva

Uma curva de meia polegada

Um joelho de meia polegada

Montagem do reservatório para queda d'água.

Corte o cano de PVC em dois pedaços de 50cm e 10 cm

Faça rosca em uma das extremidades do cano de PVC de 50 cm e no de 10 cm.

Fure o prato de plástico de maneira que o cano de PVC passe bem apertado e fique na vertical.

Faça outros pequenos furos no prato de plástico para não acumular água. Faça quantos furos forem necessários.

Coloque a mangueira por dentro do cano de PVC. Coloque a bomba dentro da bacia e encaixe a mangueira na bomba.

Encaixe a mangueira de três oitavos de polegada na outra extremidade da mangueira de meia polegada. Agora encaixe a luva na curva e no joelho e passe a mangueira de três oitavos de polegada por dentro e por fim enrosque o conjunto no cano de PVC de 50 cm.

Montagem da Simulação do Monjolo.

Faça a base do monjolo com a tábua. Cola-se a fórmica na tábua. A fórmica protegerá a madeira dando mais resistência a base contra os respingos d'água.

Para fazer os pés, cortamos quatro pedaços do cabo de vassoura, aproximadamente de 3 cm e, devem ser parafusados, na parte sem fórmica, próximo aos quatro cantos da base. Deve se fazer ranhuras nos pés para que apenas a parte de madeira destes e não a cabeça dos parafusos toque na superfície.

Corta-se dois pedaços, de 39 cm, do cabo de vassoura e um de, aproximadamente, 17cm. Os cabos iguais, devem ser parafusados paralelamente, tomando-se o cuidado de passar o cabo da colher de pau livremente. Antes, para melhorar a fixação paralela, com a broca, devem ser feitos furos, em ambos os cabos, próximos as extremidades dos mesmos, com a mesma altura. Os cabos deverão ser fixados, então, pelas cavilhas. Entre estes cabos oscilará o cabo da colher.

Somente o cabo da colher será utilizado, logo a colher será serrada. Fixamos o pilão numa extremidade do cabo e, na outra, a casca de coco, voltada para cima. Para procurar o ponto de equilíbrio, apóia-se o cabo no dedo deslocando-o até achar o ponto de equilíbrio, entre a cuia e o pilão. Marca-se um ponto de tal forma que o braço da alavanca do pilão, fique ligeiramente mais pesado e, fura-se com a broca.

Prendemos o outro pedaço de coco no cabo de vassoura menor. Este será fixado da base de maneira que o pilão, quando descer, fique exatamente no centro da casca de coco.

Pode-se demonstrar o conceito de alavanca, utilizando o monjolo. Colocando-se um pouco de água, manualmente, na casca até que a alavanca fique em equilíbrio, etc.

Juntando-se os dois aparelhos, ligarmos a bomba, de maneira que a água caia constantemente na casca. Está montado o monjolo.

Quando a casca enche de água esta fica mais pesada que o pilão fazendo com que este suba. Mas, ao descer, a água cair da cuia e, portanto, este lado fica mais leve desequilibrando o sistema. Assim o pilão torna a descer rapidamente esmagando o que estiver na outra casca de coco. Continuando, a primeira casca de coco torna a encher provocando a subida do pilão, e assim sucessivamente. Este experimento é excelente para demonstrar o conceito de alavancas.

CAPÍTULO 5

5.1 MECÂNICA DOS FLUÍDOS

Foi preparado, como exemplo, o roteiro detalhado de uma aula sobre mecânica dos fluidos e as experiências envolvidas com o cotidiano do aluno.

As experiências apresentadas são as que constam de forma comum nos livros de Ensino Médio, como por exemplo, experiência do lápis para explicar a pressão, um kit com duas seringas de área de secção diferente para demonstrar o teorema de Pascal, além de algumas ferramentas e da simulação de uma bomba de poço manual (preemente-aspirante). As ferramentas incluídas são as seguintes:

- Nível de bolha.
- Nível de mangueira
- Bomba hidráulica

Os textos históricos fazem parte da motivação e podem ser tirados de literatura diversas.

A seqüência dos assuntos, que também deve ser objeto de estudo do educador, certamente virá com a experiência.

5.1.1 - Desenvolvimento Histórico do Conceito de Densidade

Deve-se a Arquimedes, engenheiro e matemático grego, que viveu na Sicília de 287 a.C. a 212 a.C., o passo inicial no conceito de densidade e de alavanca, entre outros.

Relatada pelo arquiteto romano Vitrúvio no livro IX de “*De architectura*”, esta história provavelmente apócrifa, foi inventada simplesmente para ilustrar de modo impressionante uma descoberta científica, que não deixa de ter o mérito da clareza pedagógica.

O rei de Siracusa, Heirônimo mandou fazer uma coroa de ouro aos deuses imortais. Contratou, então, um artesão, que aceitou o trabalho, mediante uma boa quantia de dinheiro e a entrega do ouro necessário para a coroa. Na data prevista o artesão entregou a coroa, que aparentemente era perfeita, porém o rei desconfiou que o artesão pudesse ter trocado

parte do ouro por prata e pediu ao sábio Arquimedes que investigasse. Quando, em certo dia, Arquimedes foi tomar banho, pensando em como poderia resolver o problema, pôde comprovar que à medida que ao entrava na banheira a água subia. Esta observação, de súbito fez-lo descobrir o que procurava, e de tão contente que ficou, saiu da banheira e no caminho pela rua foi dizendo: "EURECA, EURECA!" - "Descobri, descobri". Assim, em recipiente com água, mergulhou um pedaço de ouro, do mesmo peso da coroa, e registrou quanto a água tinha subido. Encheu a taça novamente e fez o mesmo com um pedaço de prata e registrou. Pôde comprovar que o ouro não fez a água subir tanto quanto a prata. Novamente encheu a taça com água e inseriu a coroa que por sua vez elevou o nível da água bem próximo ao nível elevado pela prata. Pode-se assim desvendar o mistério da coroa e desmascarar o artesão.

Esta descoberta veio dar em homenagem a Arquimedes uma lei da hidrostática conhecida como o "Princípio de Arquimedes": "Qualquer corpo mergulhado num líquido recebe da parte deste uma impulso vertical, de baixo para cima, de valor igual ao do peso do volume de líquido deslocado".

Esta lei permite determinar o peso específico dos corpos. Será visto adiante esta lei bem como resolvido, com valores, o problema da coroa.

[Michel Rival, "Os Grandes Experimentos Científicos", 1966].

Cabe aqui uma observação. O erro introduzido na obtenção do volume imerso é muito grande, uma vez que o recipiente deveria ter uma abertura muito larga para caber a coroa. O mais provável é que ele tenha obtido seu resultado comparando a massa necessária para contrabalançar a força de flutuação (chamada atualmente de empuxo) utilizando uma balança de braço.

5.1.2. Conceito de Densidade

Considerando a solução atribuída a Arquimedes para o problema da coroa, é possível introduzir o importante conceito de **densidade**. O que havia realmente de diferente entre os dois blocos metálicos? O volume, pois as massas eram iguais à da coroa. Verifica-se que, para a mesma massa, o volume de prata é maior que o de ouro (cálculo na pagina 41). Há, portanto, uma característica, dependente da massa e do volume, que

distingue o ouro da prata: a densidade d , expressa pela relação entre a massa m do objeto e seu volume V :

$$d = \frac{m}{V} \quad \text{Equação 5.1}$$

Como a massa m é a mesma, quanto maior o volume V , menor será a densidade d . Daí se conclui que a prata tem densidade menor que o ouro, pois tem maior volume para uma mesma massa. Se o bloco utilizado na experiência fosse de alumínio, o volume seria ainda maior, pois a densidade do alumínio é menor que a da prata. As unidades usuais da densidade são o grama por centímetro cúbico (g/cm^3), o quilograma por metro cúbico (kg/m^3) e o quilograma por litro (kg/l).

Uma maneira simples de ilustrar o conceito de densidade consiste em levar para a sala de aula três copos e três ovos pequenos, sendo que um deles é cozido. Coloca-se um ovo cru num copo de água (o ovo afunda), um ovo cru num copo de água com sal (o ovo bóia) e em um copo com água com um ovo cozido (o ovo bóia). Os alunos devem discutir e escrever em uma folha de papel as suas observações e suas explicações.

SUBSTÂNCIA	d (g/cm^3)	SUBSTÂNCIA	d (g/cm^3)
Hidrogênio	0,000090	Alumínio	2,7
Ar	0,0013	Ferro	7,9
Cortiça	0,24	Cobre	8,9
Gasolina	0,70	Prata	10,5
Gelo	0,92	Chumbo	11,3
Água	1,00	Mercúrio	13,6
Água do mar	1,03	Ouro	19,3
Glicerina	1,25	Platina	21,4

Tabela 2 – Densidade de diversos materiais

Os valores da tabela foram considerados em condições normais de temperatura e pressão (CNTP), isto é, a 0°C e ao nível do mar. [Alvarenga, 1992]

Quando a densidade se refere a um corpo homogêneo, líquido, gasoso ou sólido, usa-se também o termo massa específica, em vez de densidade. Geralmente a massa específica é representada pela letra grega μ . Assim, por exemplo, a densidade de uma esfera maciça de chumbo é $11,3 \text{ g/cm}^3$ e coincide com sua massa específica. Já a densidade de uma esfera oca de chumbo, de mesmo raio, é menor do que $11,3 \text{ g/cm}^3$. O professor pode levar um pouco de massinha de brinquedo e inicialmente fazer uma bolinha que afundará na água e depois, com a mesma massa fazer um barquinho que flutuará. Esta experiência simples ilustra a diferença entre densidade e massa específica.

5.1.3 Empuxo

É provável que, ao mergulhar nas águas da banheira, Arquimedes tenha notado, além do transbordamento de água, que seu corpo mergulhado parecia mais leve e, a partir dessa constatação, tenha realizado alguns experimentos que o levaram a enunciar o princípio que leva o seu nome, embora de forma diferente da atual.

Todo corpo mergulhado parcial ou totalmente num líquido em equilíbrio sofre a ação de uma força vertical de baixo para cima, de intensidade igual ao peso do volume de líquido deslocado pelo corpo.

Essa força com que o líquido atua sobre o corpo é chamada de empuxo, representada por E . O princípio é aplicado para os fluidos em geral, pois também os gases em equilíbrio atuam com empuxo sobre os corpos neles imersos.

A força de empuxo representa a soma vectorial de todas as forças que o fluido exerce sobre o corpo. A pressão, exercida pelo fluido não é a mesma em todas as partes do corpo, varia, proporcionalmente, com a profundidade.

Levando em conta que o empuxo E têm intensidade igual ao peso do fluido deslocado P_L , podemos relacioná-lo com a densidade d_L do líquido:

$$E = P_L = m_L \cdot g \quad \text{Equação 5.2}$$

Mas $d_L = m_L/V_L$ de onde $m_L = d_L \cdot V_L$.

Substituindo:

$$E = d_L \cdot V_L \cdot g$$

Equação 5.3

Desta forma conhecendo a densidade d_L do líquido e o volume V_L do líquido deslocado P_L do líquido que o corpo desloca, podemos determinar a intensidade do empuxo E que atua sobre o corpo.

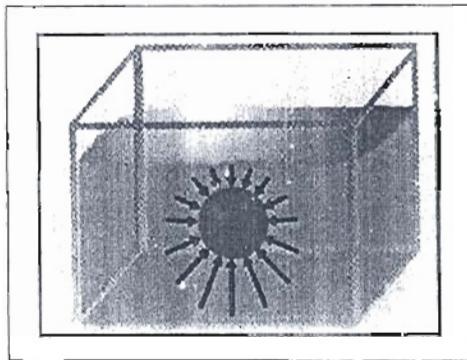


Figura 27 (Golçalves e Toscano) – Representação das forças que atuam em diversos pontos de um corpo mergulhado em um fluido.

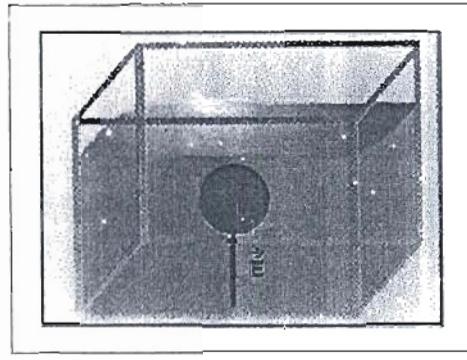


Figura 28 (Gonçalves e Toscano) – Representação da resultante das forças da figura ao lado que constitui o empuxo.

5.1.4. O Peso Aparente

Se um corpo tem seu peso “aliviado” quando mergulhado num fluido, isso significa que aparentemente ela pesa menos. Daí falar-se em **peso aparente** (P_{ap}) para um corpo imerso, dado pela diferença entre as intensidades de seu peso pela força peso (P) e do empuxo (E) que ele sofre do líquido.

$$P_{ap} = P - E \quad \text{Equação 5.4}$$

O mesmo efeito é observado num elevador acelerado verticalmente. Então, para calcular o peso aparente de um corpo mergulhado, devemos conhecer seu peso e o empuxo que o líquido exerce sobre ele.

Uma experiência simples consiste numa balança feita de cabide tendo numa extremidade um copo vazio e pendurado neste um molde de gesso com o volume interno do copo. Do outro lado coloca-se um peso que equilibra o outro lado. Ao imergir o molde de gesso na água observamos um desequilíbrio, isto é, devido a força de empuxo o lado do

copo fica "mais leve". Basta encher o copo com água e teremos novamente o sistema em equilíbrio. É interessante mostrar que isto só ocorre se colocarmos o mesmo líquido tanto no copo onde estará imerso o molde de gesso como no copo acima do molde.

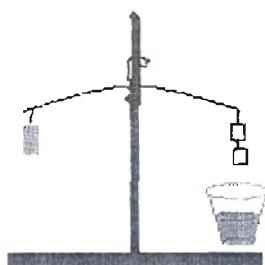


Figura 29 – experiência de Arquimedes

5.1.5 - Flutuação dos Corpos

Um líquido sempre exerce uma força, o empuxo \vec{E} , sobre um corpo imerso no seu interior e a intensidade dessa força depende do volume de líquido que o corpo desloca. Quando flutuando, o corpo está em equilíbrio, o que significa que a resultante das forças que sobre ele atuam é nula. As forças atuantes, como vimos, é a força peso exercida pela Terra (\vec{P}) e o empuxo (\vec{E}) exercido pelo líquido. A resultante, que chamamos de peso aparente \vec{P}_{ap} deve ser nula. Então:

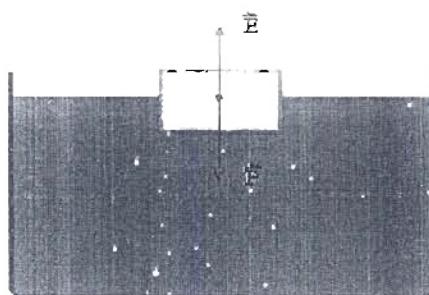


Figura 30 – Peso Aparente nulo $\Rightarrow |\vec{P}| = |\vec{E}|$

$$\boxed{\vec{P}_{ap} = \vec{P} - \vec{E}} \quad \text{Equação 5.5} \qquad 0 = \vec{P} - \vec{E}$$

Portanto

$$\boxed{\vec{P} = \vec{E}} \quad \text{Equação 5.6}$$

Quando um corpo está flutuando em equilíbrio num líquido em repouso, seu peso e o empuxo que ele sofre do líquido têm intensidades iguais.

Vimos que, quando um corpo flutua num fluido, seu peso e o empuxo têm intensidades iguais. A partir daí, podemos relacionar as densidades do fluido (d_L) e do corpo (d).

Como:

$$|\vec{P}| = |\vec{E}|$$

E sabendo que a intensidade do empuxo vale $E = d_L \cdot V_L \cdot g$. De forma análoga, para o peso do corpo flutuante podemos escrever $P = m \cdot g = d \cdot V \cdot g$, onde V é o volume do corpo. Então:

$$d_L \cdot V_L \cdot g = d \cdot V \cdot g$$

$$\boxed{d_L \cdot V_L = d \cdot V} \quad \text{Equação 5.7}$$

Como o volume de líquido deslocado V_L é menor que o volume V do corpo, concluímos que a densidade do corpo é menor que a densidade do líquido d_L :

$$V_L < V \Rightarrow d < d_L$$

Portanto:

Quando um corpo flutua em equilíbrio num líquido em repouso, podemos concluir que sua densidade d é menor que a densidade do líquido d_L e o volume imerso, que é igual ao volume do líquido deslocado depende da razão entre as densidades e do volume do corpo.

Se o corpo estiver fluindo em equilíbrio totalmente imerso no líquido, as densidades do corpo e do líquido serão iguais:

$$V_1 = V \Rightarrow d = d_1.$$

Retomando ao problema de Arquimedes, conhecidas as densidades do ouro e da prata podemos calcular a diferença entre os volumes:

Densidade do ouro = 19,4 g/cm³

Densidade da prata = 10,5 g/cm³

Densidade do ouro = (massa do ouro/volume do ouro)

$$d_o = m_o/V_o$$

$$\text{logo } m_o = d_o \cdot V_o$$

Igualando as massas

$$m_o = m_p \quad \text{então} \quad d_o \cdot V_o = d_p \cdot V_p \quad V_o = (d_p/d_o) \cdot V_p$$

$$V_o = (10,5 \text{ g/cm}^3 / 19,4 \text{ g/cm}^3) \cdot V_p$$

$$V_o = 0,54 V_p$$

No caso de uma coroa de ouro e outra de prata, feitas com massas iguais, o volume de líquido deslocado pela coroa de ouro seria aproximadamente a metade do volume deslocado pela de prata. É evidente que uma coroa feita com mistura dos dois metais, deslocaria um volume intermediário. Por esta razão o ourives da história, certamente foi condenado.

5.1.6.1. Nível de Bolha

No nível de bolha, por exemplo, existem dois fluidos imiscíveis onde ocorre a flutuação do menos denso, conforme figura 31 (a bolha pode ser de ar). É muito usado nas construções para nivelar. A bolha flutua e, quando está exatamente equidistante entre as

duas linhas que marcam a superfície sobre a qual está apoiado o nível, indica que este está na horizontal.

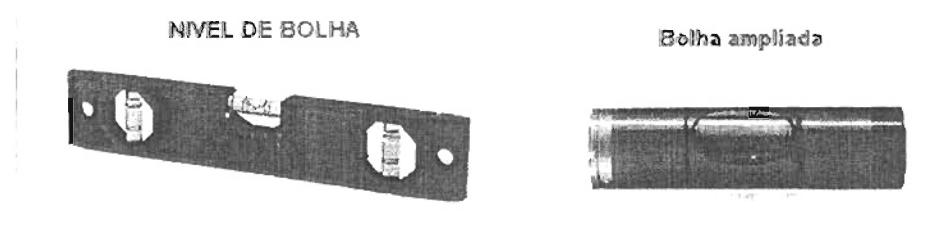


Figura 31 – Tipos de níveis de bolha - Catálogo da Tramontina - 2004

A forma correta de preparar uma estrutura para construção de residências em terrenos com aclives é fazê-la em forma de degraus. Abaixo, é mostrado, como é utilizado o nível de bolha para fazer a estrutura.

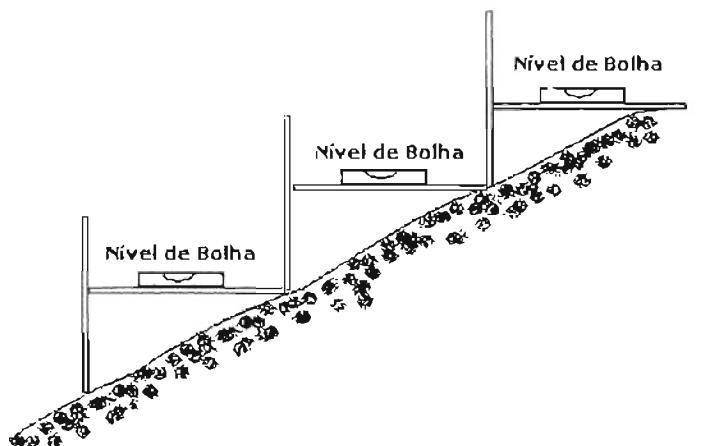


Figura 32 – Como usar um nível de bolha em obras [Brandalize, 2006]

5.1.7. O Empuxo do Ar

As considerações feitas para um corpo imerso num líquido valem também para corpos imersos nos gases. Sendo assim, o ar exerce um empuxo sobre todos os objetos na Terra. Considerando d_{ar} a densidade média do ar, a intensidade desse empuxo é dada por:

$$E = d_{\text{ar}} \cdot V \cdot g \quad \text{Equação 5.8}$$

Nessa fórmula, V representa o volume de ar deslocado, que corresponde ao volume do próprio corpo, pois ele está sempre totalmente imerso.

Comparativamente a intensidade do empuxo no ar é bem menor que a do empuxo na água, em vista da diferença de densidades. Por isso é freqüente desconsiderarmos o empuxo exercido pelo ar, sobretudo na resolução de problemas.

Entretanto para corpos leves, o empuxo do ar tem intensidade comparável ao peso e, portanto, precisa ser levado em consideração. Por exemplo, nos balões, o empuxo do ar é muito importante no tratamento desses veículos na atmosfera. A resultante que faz com que o balão se desloque para cima, usualmente chamada de força ascensional (F_{asc}), tem intensidade dada pela diferença entre a intensidade do empuxo exercido pelo ar e o peso do balão:

$$F_{\text{asc}} = E - P \quad \text{Equação 5.9}$$

À medida que o balão sobe, a intensidade do empuxo E diminui pois o ar vai ficando rarefeito, isto é, sua densidade torna-se cada vez menor. Na situação de equilíbrio, o balão deixa de subir, pois o empuxo acaba por igualar ao peso e a força ascensional se anula.

Na prática as coisas não acontecem de forma tão simples, pois, na verdade o volume do balão não se mantém invariável. Ele tende a expandir-se, pois a pressão interna do gás dentro do balão se torna maior que a pressão exercida pelo ar do lado externo. Então, o volume do balão aumenta, pois o material que o constitui é elástico. Assim o empuxo tende a aumentar, numa tendência oposta à causada pela diminuição da densidade do ar.

Dessa forma, fica difícil prever até que altura o balão poderá subir, pois depende da elasticidade do material do balão.

5.1.8. Conceito de Pressão

Pressão é uma palavra familiar. Quantas vezes ouvimos que alguém está com pressão alta, ou baixa e que por isso deve se cuidar. Pressão da família para estudar, panela de pressão e até “depressão”.

Se segurarmos um lápis com as duas mãos e aplicarmos uma força sentiremos dor na mão que aperta a ponta do lápis. Cuidado para não se furar.

Notemos que a força que o lápis exerce em cada uma das mãos é a mesma. Entretanto, do lado da ponta essa força se distribui por uma superfície de área pequena, ou seja, menor que a do outro lado do lápis. Dizemos então que a pressão é maior na ponta do lápis.

Podemos definir pressão p como a relação entre a intensidade da força F que age perpendicularmente sobre uma superfície e a área A dessa superfície.

$$p = \frac{F}{A} \quad | \quad \text{Equação 5.10}$$

Portanto, para uma mesma força, quanto menor a área, maior será a pressão.

Por isso objetos cortantes, como facas e lâminas, devem estar afiados para bem exercerem sua função. Igualmente pregos, percevejos e alfinetes são objetos pontiagudos para serem cravados com maior facilidade.

Sendo dada pela relação entre uma força cuja unidade no SI é o Newton (N), e a área de uma superfície, cuja unidade no SI é o metro quadrado (m^2), a pressão tem como unidade, no sistema Internacional, o Newton por metro quadrado (N/m^2). Essa unidade pode também ser chamada de pascal, cujo símbolo é Pa. Existem outras unidades de pressão, principalmente utilizadas em países de língua inglesa como libra/polegada².

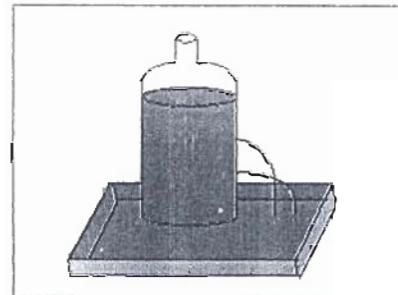
5.1.9. Pressão em um Líquido em Equilíbrio

Quando mergulhamos fundo num riacho, lago, ou piscina, sentimos certa dor nos ouvidos. Notamos que essa dor se acentua quanto mais para o fundo vamos. A causa desta dor é a pressão que a água exerce sobre nossos ouvidos. Quanto maior a profundidade maior a pressão exercida. Essa pressão é devida ao peso do líquido existente acima, distribuindo-se na superfície dos tímpanos.

Apesar de Arquimedes ser com muita justiça considerado o pai da Hidrostática, pode-se dizer que, na verdade, o estudo formal dessa parte da Física teve início com o matemático e físico flamengo Simon Stevin (1548-1620). Ele concluiu, por meio de suas investigações, que a pressão exercida por uma coluna de líquido depende da altura dessa coluna e da densidade do líquido, estabelecendo o teorema que leva seu nome.

Para melhor ilustrarmos o teorema de Stevin, que será dado a seguir, podemos utilizar uma garrafa pet com água e fazermos dois furos. Os alunos podem observar que no furo de baixo a água sai com mais força ilustrada na figura 31. Cuidado para que os furos estejam numa altura suficiente para que as parábolas que saem possam se completar. Caso contrário a experiência não dará certo. Chamados a explicar o que observam, de modo geral, os alunos atribuem ao peso de água que está acima do furo.

Figura 33 – Experiência de Stevin



5.1.10. Teorema de Stevin

Considere, no interior de um líquido em equilíbrio, um cilindro desse líquido com altura h e área da base A . Se, nessa base, for colocada uma placa plana de mesma área, a

pressão hidrostática p que a coluna cilíndrica de líquido exerce sobre a placa é dada pela relação entre o peso do líquido P acima e a área da placa.

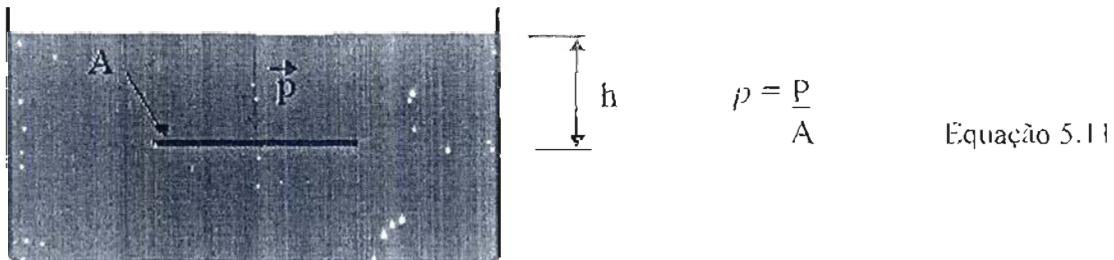


Figura 34 – Pressão exercida sobre uma placa pelo líquido acima

Como o peso da coluna líquida é dado por: $P = m \cdot g = d \cdot V \cdot g = d \cdot A \cdot h \cdot g$

Substituindo

$$p = \frac{d \cdot A \cdot h \cdot g}{A}$$

Equação 5.12

Portanto

$$p = d \cdot h \cdot g$$

Equação 5.13

Teorema de Stevin: [Penteado, 2001]

A pressão hidrostática p exercida no interior de um líquido em equilíbrio é o produto da densidade d do líquido pela profundidade h e pela aceleração da gravidade g .

Conclui-se assim que a pressão exercida no interior do líquido não depende da área da superfície colocada no ponto considerado.

Uma consequência imediata do teorema de Stevin é que as pressões em pontos situados à mesma profundidade são iguais, que denominamos princípio dos vasos comunicantes. Este princípio é muito usado nas construções civis para nivelar terreno.

Nas considerações acima, falou-se sempre em pressão hidrostática, porque, de fato, a pressão total no interior do líquido deve ser acrescida da pressão atmosférica que o ar exerce na superfície livre do líquido e da qual falaremos no próximo tópico.

5.1.11. Pressão Atmosférica

Do mesmo modo que líquidos exercem pressão, os gases também o fazem. Então, qualquer corpo imerso num gás estará sujeito a pressão por ele exercida. Ora, como sabemos, estamos envolvidos pelo ar de todos os lados, ou, usando um lugar-comum, vivemos em um oceano de ar, a atmosfera terrestre. A pressão que qualquer objeto fica submetido em consequência disso é denominada **pressão atmosférica**.

BALÕES NUMA BALANÇA

Podemos mostrar para os alunos que o ar pesa utilizando duas bolas de encher e uma balança de braço. Colocarmos as bolas vazias, uma em cada prato e equilibramos o sistema. Pegamos uma das bolas e enchemos e tornamos a pesar. A balança se inclina para o lado da bola cheia. No Ensino Médio cabe uma discussão mais detalhada, pois a inclinação da balança para a bola cheia é devido ao peso aparente do balão cheio, isto é, o peso do ar no interior do balão comprimido para vencer a elasticidade do balão e a pressão atmosférica na exterior do mesmo, menos o empuxo exercido pelo volume do balão cheio.

Objetivo

Evidenciar que o ar tem peso

Material Utilizado

Linha de costura

Dois balões “iguais” (do mesmo tamanho)

Vareta longa para pipas

Montagem

- Amarrar 40 cm de linha em cada extremidade da vareta
- Amarrar os balões vazios, um em cada extremidade livre das linhas do item (a)
- Amarrar um terceiro pedaço de linha na região central da vareta de tal forma que a vareta disponha-se na horizontal quando sustentada por essa linha de costura; o sistema deverá ficar como na ilustração abaixo em “antes”;
- Com uma bomba de bicicleta encher um dos balões e mantê-lo amarrado em sua linha;
- Suspender o sistema através do fio e constatar que o sistema adquire a disposição ilustrada abaixo em “depois”

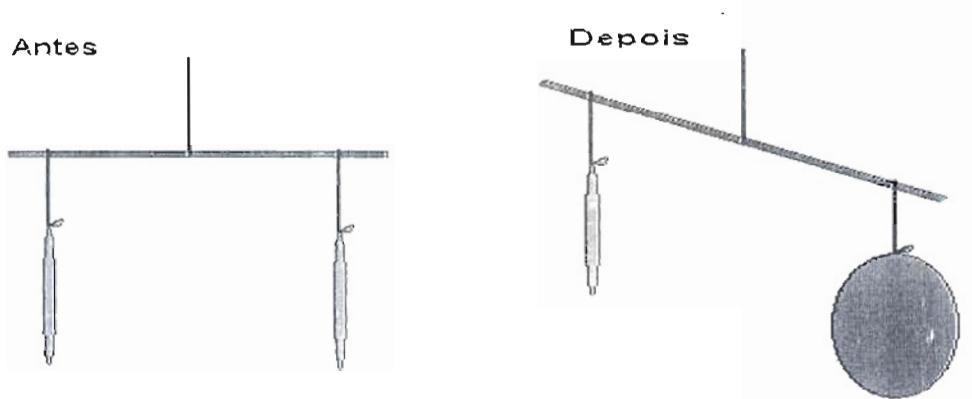


Figura 35 – Comparação entre balões vazio e cheio de ar

Para o aluno do ensino médio que tenha estudado hidrostática, o conhecimento de Princípio de Arquimedes gera dúvidas do tipo: “O peso do ar colocado no balão deveria estar sendo equilibrado pelo empuxo extra devido ao ar atmosférico que envolve o balão cheio, pois segundo Arquimedes, deve ser igual ao peso de ar deslocado pelo balão”.

Porque, então, a balança pende para o lado do balão cheio? Segundo o professor Luiz Ferraz Neto, em primeiro lugar, explicar apenas com a massa específica é cômodo, porém falho, pois esconde o agente de ação que é a gravidade. Introduzindo no argumento a gravidade pode-se substituir o conceito de massa específica por peso específico. Este desloca os corpos de menor peso específico e descem para ocuparem posições de energia potencial gravitacional mínima.

No caso do balão cheio pender para baixo, pode-se perceber que o ar não entra espontaneamente, mas sim através de uma ação mecânica. Entra sob pressão. A película de borracha do balão também faz pressão comprimindo o ar. O peso específico do ar interno é maior que o ar externo e desprezando-se a espessura da borracha do balão pode-se que o volume de ar aprisionado é igual ao volume de ar externo deslocado pelo balão.

Então, o peso do ar interno será: $P_{int} = m_{int} \cdot g = d_{int} \cdot V \cdot g = \rho_{int} \cdot V$; onde $\rho_{int} = d_{int} \cdot g$ é o seu peso específico.

O peso do ar deslocado será $P_{desl} = m_{desl} \cdot g = d_{desl} \cdot V \cdot g = \rho_{desl} \cdot V$; onde $\rho_{desl} = d_{desl} \cdot g$ é o peso específico do ar ambiente.

Como $\rho_{int} > \rho_{desl}$, segue que $P_{int} > P_{desl} = E_{Arquimedes}$, porém o empuxo não é suficiente para equilibrar o peso do balão cheio.

Fonte: Professor Luiz Ferraz Neto
 (leobarreiros@uol.com.br)

É importante salientar que a pressão atmosférica, como de resto qualquer pressão, é uma grandeza escalar e, como tal, é desprovida de direção e sentido. Veja bem, a força é uma grandeza vetorial e, portanto, para bem caracterizá-la, devemos dizer, além de sua direção, qual é o seu sentido (de cima para baixo, de baixo para cima, da esquerda para direita, da direita pra a esquerda, etc.) A pressão não. Basta seu valor e sua caracterização está feita.

Para ilustrarmos a pressão atmosférica para os alunos temos vários pequenos experimentos para demonstração em aula. Uma garrafa de pet é furada e depois tampada. A água ainda escorrerá por breves momentos e depois pára de sair, como ilustra a figura 36a. Outro experimento é utilizarmos uma garrafa Pet, cheia de água, com um canudo introduzido na rolha como mostra a figura 36b. Apertamos um pouco a garrafa para sair um pouco de água. Quando cessarmos de fazer pressão o nível da água no canudo abaixará. Três furos são feitos, com alfinetes, na garrafa, um na direção do nível da água no canudo, outro acima e outro abaixo, deixando os alfinetes para vedar. Ao perguntarmos o que

ocorre se tirarmos o alfinete do meio os alunos dirão que vai sair água. Mostramos que, na verdade nada acontece, pois a pressão naquela altura, indicada pelo nível da água no canudo, é igual a pressão atmosférica do exterior. Se tirarmos o alfinete de cima, veremos entrar bolhas de ar e o nível de água no canudo subirá até a altura deste alfinete. Se retirarmos o alfinete de baixo a água começará a escorrer e teremos uma vazão constante até que a água atinja a altura deste alfinete. Depois a água continuará a escorrer, mas obedecendo o teorema de Stevin. Estes dois exemplos servem para discutirmos a pressão no interior de garrafas fechadas

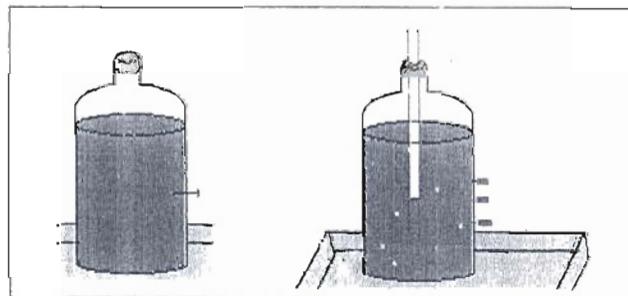


Figura 36a – Garrafa PET cheia e tampada com um furo

Figura 36b – Garrafa PET com canudo e três furos tampados com alfinete

Em um recipiente que contém um líquido, a pressão em um determinado ponto deste líquido é igual a soma da pressão atmosférica mais a pressão exercida pela coluna do líquido.

$$p = p_a + \rho gh$$
Equação 5.14

5.1.12. Vasos Comunicantes

Se dois recipientes, mesmo sendo de tamanho e forma diferentes, estão ligados por meio de um tubo, dizemos que os recipientes são “vasos comunicantes”. Se ambos os recipientes estão com líquido em posição de equilíbrio, dois pontos no mesmo nível horizontal em cada recipiente devem estar submetidos a pressões iguais, pois, do contrário,

o líquido não estaria em equilíbrio. Como a pressão em ambos é igual, podemos concluir que a altura é a mesma em cada recipiente.

5.1.12.1. Nível de mangueira

O método da mangueira é um dos mais utilizados em construção civil. Fundamenta-se no princípio dos vasos comunicantes, que nos fornece o nível. Este é o método que os pedreiros utilizam para nivelar a obra toda, desde a marcação da obra até o nivelamento dos pisos, batentes, azulejos etc... A mangueira deve ter pequeno diâmetro, parede espessa para evitar dobras e ser transparente. Para uma boa marcação ela deve estar posicionada entre as balizas, sem dobras ou bolhas no seu interior. A água deve ser colocada lentamente para evitar a formação de bolhas.

Anotações

1 – Deve-se ter o cuidado de não deixar nenhuma bolha de ar dentro da mangueira.

Para que as medições fiquem corretas (Figura 33):.

2 - A mangueira deve ser transparente, e de pequeno diâmetro, da ordem de $\varnothing 1/4"$ ou $5/16"$ para obter maior sensibilidade;.

3 - A espessura da parede da mangueira deve ser grossa para evitar dobras:

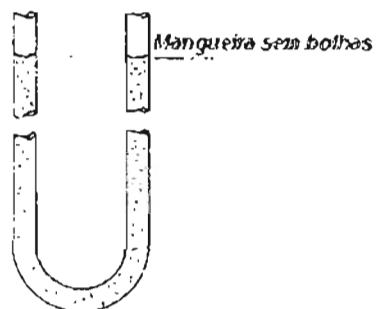


Figura 37 - Nível de mangueira

Obs: Quando existem bolhas de ar a água da mangueira não fica nivelada

Posição da água quando não existe bolhas

Método de utilização do Nível de Mangueira

Materiais: - Mangueira, 2 balizas com escalas .

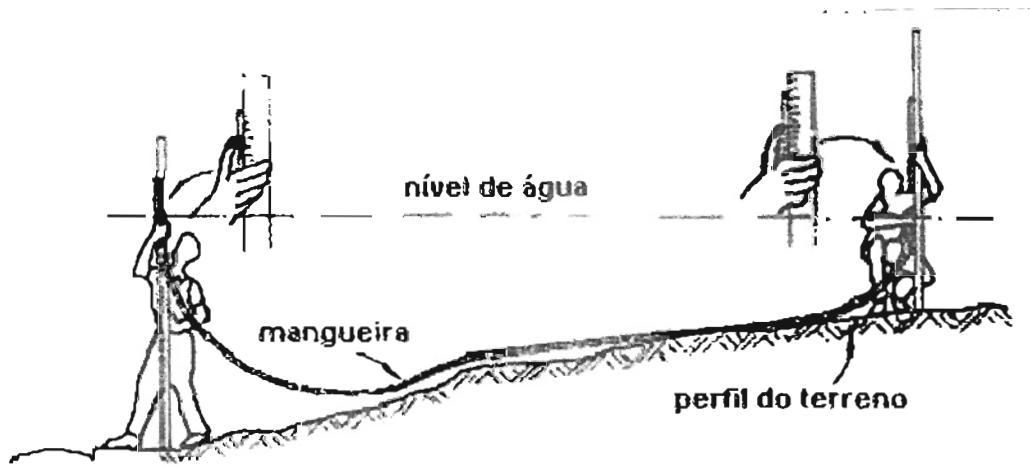


Figura 38 – Processo da mangueira de nível [Técnicas de Construção Civil e Construção e Edifícios – Aula 01 – 2004]

Procedimento:

A baliza de referência deve ficar na parte média do terreno. A outra é colocada em vários pontos do terreno e feita a leitura. Fazemos um mapa do terreno colocando valores positivos se a leitura na baliza for maior do que da referência ou negativos se for ao contrário. Assim sabemos quanto de terra devemos tirar de um lado para colocar do outro. O terreno pode ser nivelado sem custo de compra de aterro ou custo de retirada de entulho. É uma experiência interessante que pode ser feita com os alunos no terreno da escola ou em pequena escala numa maquete.

5.1.13 Bomba de água

Ao bombear água de poços através de bombas aspirantes, verifica-se que ela sobe dentro do tubo até uma altura de aproximadamente 10,3 m , e não mais que isso. Durante muito tempo esse fato ficou sem explicação. Quem, pela primeira vez, percebeu que o ar exercia pressão e propôs uma experiência para medir a pressão atmosférica foi o físico italiano Evangelista Torricelli (1608-1647). Esta é uma experiência perigosa devido ao mercúrio ser uma substância altamente tóxica.

Torricelli encheu com mercúrio um tubo de vidro com cerca de 1 m de comprimento. Tampou com o dedo sua extremidade aberta e inverteu-o no interior de um recipiente contendo mercúrio. Verificou que, no local em que fez o experimento, a coluna de mercúrio desceu até se manter a 76 cm do nível de mercúrio no recipiente. Concluiu, daí que a pressão exercida pelo ar, isto é, a pressão atmosférica p_A , equivalia a pressão exercida por uma coluna de mercúrio com 76 cm de altura.

Construção de uma Bomba d'água

Construímos uma bomba manual premente aspirante como simulação de uma bomba manual de poço com o objetivo de estudar o conceito de pressão e sua transmissão através dos fluidos.

Material utilizado:

- 1 Uma seringa de 20 ml, mangueira de três quartos;
- 1 Adaptador de mangueira de três quartos de polegada;
- 1 Tê de três quartos com redutor para meia polegada;
- 1 Joelho de meia polegada;
- 1 Redutor de três quartos para meia, dois adaptadores de mangueira de meia polegada;
- 2 tampinhas de cola (as tampinhas devem ter tamanho de forma a entrar bem justas na mangueira de meia polegada);
- 2 pontas de agulha de tricô de plástico;
- Mangueira de meia polegada (50 cm);
- Mangueira de três quartos de polegada (15 cm);

Recipiente transparente (garrafa de dois litros de refrigerante);

Pedaço de borracha (sandália) cilíndrico com diâmetro da mangueira de meia polegada.

Montagem:

A montagem é simples, bastando seguir o esquema abaixo, tendo o cuidado de adaptar as tampas dentro da mangueira como mostra o esquema da figura 36. Também é importante tomar cuidado na montagem das válvulas, ilustrada na figura 35.

Esquema da válvula

Colocar a tampinha de cola com a ponta da agulha de tricô. Na válvula colocamos uma borracha com ranhuras nas bordas de mangueira que deixe a água passar mas não a ponta da agulha. Uma forma de segurança para não perdê-la.

Esquema da Bomba

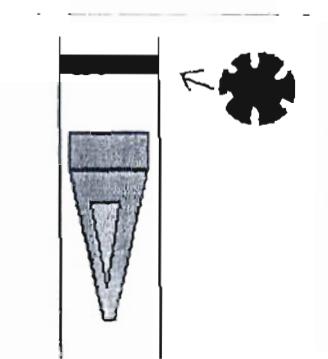


Figura 39 – esquema da válvula

Material Utilizado:

- 1 - Seringa de 20 ml
- 2 - Mangueira de $\frac{3}{4}$ " (10 cm)
- 3 - Adaptador de mangueira $\frac{3}{4}$ "
- 4 - "T" $\frac{3}{4}$ " com redutor para $\frac{1}{2}$ "
- 5 - Redutor de $\frac{3}{4}$ " para $\frac{1}{2}$ "
- 6 e 12 - Adaptador de mangueira $\frac{1}{2}$ "
- 7 e 13 - Válvula (Tampa com bico, de cola)
- 8 e 14 - Mangueira de $\frac{1}{2}$ "
- 9 - Recipiente transparente
- 10 - Nip's $\frac{1}{2}$ "
- 11 - Joelho de $\frac{1}{2}$ "

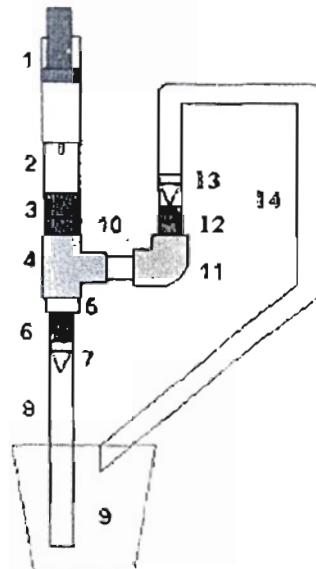


Figura 40 - Esquema da bomba

Montagem da base da bomba

Material necessário:

Um pedaço de madeira retangular de compensado de 15 mm medindo 20 x 50 cm. para a base horizontal;

Um pedaço de madeira de 80 cm de altura por 8 cm de largura. A espessura da madeira pode ser de 25 mm para sustentar a bomba;

1 pedaço de madeira de 20x10x2 cm para afastar a bomba e prender as braçadeiras;

2 pedaços de madeira de 20x2x2 cm para servir de alavanca;

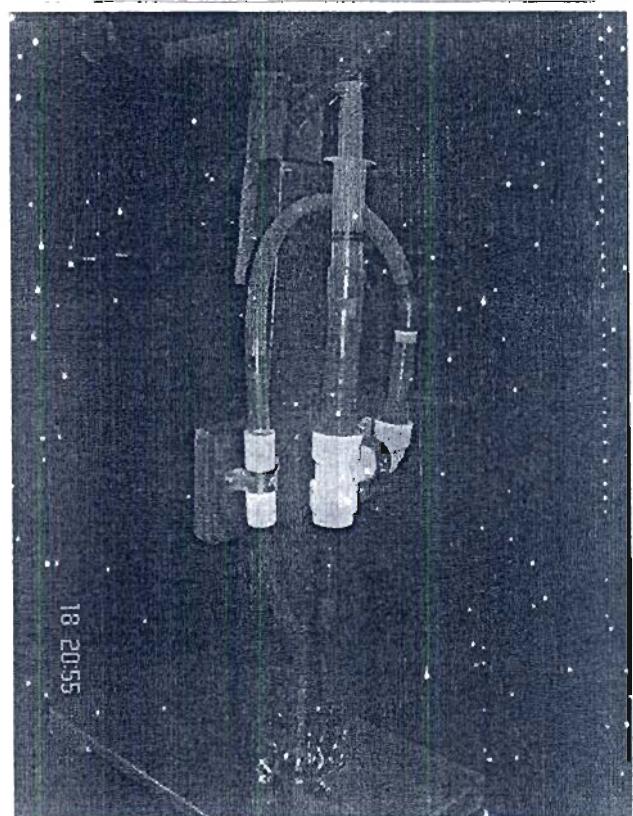
Uma braçadeira de $\frac{3}{4}$ polegadas;

Uma braçadeira de $\frac{1}{2}$ polegadas;

Uma colher de pau. de 40 cm para puxar o émbolo da seringa ou a parte curva de um cabide de madeira;

Pedaço de arame de 50 cm.;

Figura 41 - Foto do experimento montado da bomba manual



A bomba aspirante funciona da seguinte maneira: quando o êmbolo da seringa sobe, a pressão exercida pelo ar dentro desta diminui, a válvula inferior (peça 7) abre, isto é, a ponta da agulha de tricô tenta subir deixando a água ser empurrada para cima pela pressão atmosférica na superfície da jarra, entretanto como o êmbolo foi puxado a válvula superior é fechada, pois está colocada invertida em relação a válvula de baixo. A água fica armazenada na seringa. Ao empurramos o êmbolo a válvula inferior fecha, isto é, a ponta da agulha se posiciona no fundo tampando a saída da água, mas ao mesmo tempo a válvula superior abre deixando a água escapar por esta saída.

A construção de uma bomba de água para o aluno que retira água de poço constitui uma excelente motivação.

6 – CONCLUSÃO

O conceito físico por si é neutro, mas a função do ensino e por conseguinte, da escola, transcende a transmissão de conceitos. A questão é profunda e requer daqueles que ministram o conhecimento, o desenvolvimento de técnicas que relacionem conceitos, aparentemente abstratos à praticidade do cotidiano do educando.

Este trabalho segue esta tendência. A relação da disciplina física com o cotidiano se intensifica, deixando de ser meramente uma questão de didática. Como o cotidiano e o ambiente cultural do educando estão ligados a questões sociais, questões estas, que influem de forma acentuada na formação do educando. Tal influência, se for negativa, refletir-se-á na relação ensino aprendizagem, requerendo do professor mobilidade e criatividade face as necessidades.

Em nossa sociedade brasileira, sem entrar no mérito, o ensino do primeiro grau e médio deterioraram-se ao longo dos anos. Cito o emérito Prof. Luiz Antonio Cunha, UFRJ, no, seu livro: *Educação, Estado e Democracia no Brasil*, aponta algumas razões para a queda no ensino: empresários do ensino e grupos confessionais assumiram o controle do sistema educacional encastelados nos conselhos de educação, rebaixaram progressivamente os salários dos professores, pelo experimentalismo curricular irresponsável e pelo padrão irresponsável de gestão das redes públicas de ensino. Também, a constante mudança de gestores que a cada mudança, alteram o sistema escolar, visando fins eleitoreiros, etc.

A grande diferença, sócio-econômica e cultural da sociedade brasileira, também, se torna um desafio para o ensino. A banalização do ensino médio, cuja cessão de diplomas, pode ser obtida, sem a freqüência à sala de aula, apenas por prestação de exames, também leva ao desinteresse do educando pela escola devido a formas alternativas.

A proposta deste trabalho é minimizar estes efeitos. Se a disciplina de física, em determinadas escolas públicas, não poucas, for apresentada de forma considerada difícil, pelo educando, provocará um atrito no ambiente entre professor e aluno, resultando, ou

numa larga reprovação ou evasão. Se o aluno voltar no ano posterior, ficará em dependência e obterá aprovação com “trabalhos”.

Minimizar os efeitos é melhorar esta relação ensino aprendizagem na saída de aula. O que pode ser feito através do conhecimento do cotidiano do aluno, evidenciado com inúmeras ilustrações, evitando a princípio, o rigor matemático, sem, no entanto, perder o alvo do conhecimento matemático e conceitual da disciplina.

BIBLIOGRAFIA

- Araújo, Alceu Maynard, *Brasil. Histórias, Costumes e Lendas*. São Paulo: Editora Três. 2000
- Brandão, Carlos Rodrigues, *O Que É o Método Paulo Freire* – Ed. Brasiliense – São Paulo, 1996
- Catálogo da Framontina, 2004
- Coletânea: *A Educação no Brasil*. Rio: Confederação Nacional do Comércio, 1995
- Freire, Paulo, *Pedagogia do Oprimido*, Editora Paz e Terra, Rio, 1970
- “*Educação como Prática da Liberdade*” – Editora Paz e Terra, Rio 1975
- Blackwood, Oswald H., e outros, *Física na Escola Secundária*. Lisboa, Ed Fundo de Cultura, 1958
- Herron, Wilmer B. Herron e outros, *Física na Escola Secundária*. MEC, 1962.
- Álvares, Beatriz Alvarenga e outros, *Curso de Física*, Volume I, editora HARBRA, Ita, 1992.
- Ferraro, Nicolau Gilberto, Torres, Carlos Magno, *Física Ciência e Tecnologia*, Volume Único, 2001
- Michel Rival, J.Z.E., *Os Grandes Experimentos Científicos* – Jorge Zahar Editora, 1997
- Niskier, Arnaldo, *Filosofia da Educação* — Rio de Janeiro, Ed. Traço + Linha, 1992
- Paiva, Vanilda Pereira, *Paulo Freire e o Nacionalismo Desenvolvimentista* – Civilização Brasileira: Edições UFC 1980
- Revista VEJA – nº de 29/06/96
- Cunha, Luiz Antônio, *Educação, Estado e Democracia no Brasil*, Cortez Editora, EDUFE,

APÊNDICE

I - MÉDIAS POR DISCIPLINA NO VESTIBULAR DA UFRJ (2003 A 2006)

DISCIPLINA	MÉDIAS			
	2006	2005	2004	2003
<u>Redação</u>	5,35	5,62	5,81	5,50
<u>L. Portuguesa</u>	4,71	5,71	5,36	5,34
Biologia	<i>específica</i>	2,15	3,05	2,06
	<i>não espec.</i>	3,24	4,21	3,56
Matemática	<i>específica</i>	3,78	2,50	2,54
	<i>não espec.</i>	2,00	4,51	3,11
Geografia	<i>específica</i>	4,50	3,45	2,64
	<i>não espec.</i>	2,41	4,41	3,45
História	<i>específica</i>	3,83	3,83	2,86
	<i>não espec.</i>	3,64	3,52	2,62
Física	<i>específica</i>	1,89	2,15	2,21
	<i>não espec.</i>	2,32	5,10	1,48
Química	<i>específica</i>	3,13	3,83	2,94
	<i>não espec.</i>	2,35	4,42	1,88
Inglês	<i>específica</i>	7,30	7,00	4,66
	<i>não espec.</i>	6,16	6,99	3,57
Espanhol	<i>específica</i>	4,47	4,61	5,48
	<i>não espec.</i>	4,75	6,31	6,10
Francês	<i>específica</i>	5,81	4,84	5,90
	<i>não espec.</i>	6,27	6,92	6,54

1- NOME DO ALUNO:

Rodrigo PEREIRA de OLIVEIRA

2- NÚMERO DE REGISTRO DO ALUNO:

1111111111111111

3- NOME DO R.C.S.:

Projeto Final de Curso

4- CÓDIGO DO R.C.S.:

ELIUTKU

5- INÍCIO DO R.C.S.:

ANO / PERÍODO
06 / 1

6- CONCLUSÃO DO R.C.S.:

ANO / PERÍODO
06 / 2

7- NOTA (SÓ PREENCHA SE CONFERIR GRAU)

--	--

8- CONCEITO: (VEJA LEGENDA DOS CONCEITOS NO VERSO)

COD. COD
1- AP 4- RFM
2- RM 5- NAP

COLOQUE 1, 2, 3, 4 ou 5, CONFORME O CASO

--

9- CÓDIGO DA OPERAÇÃO:

CÓDIGO

- I - INCLUSÃO
- E - EXCLUSÃO
- S - SUBSTITUIÇÃO

COLOQUE I, E ou S, CONFORME O CASO

--

10- LOCAL DE REALIZAÇÃO

Instituto de Pesquisas

11- NOME DO TRABALHO DESENVOLVIDO

- PREENCHA ESTE CAMPO COLOCANDO UM CARACTER EM CADA QUADRÍCULA;

- NÃO COLOQUE TRACOS Nem SEPARA SILABAS;

- DEIXE APENAS UMA QUADRÍCULA ENTRE CADA DUAS PALAVRAS.

Recebi em 04/08/2014

uma proposta para ensinar

aplicada ao

caminho

DATA: 12.12.06

LUGAR: Santa

ESCOLA

1º ANO 1º SEMESTRE

PROJETO FINAL DE CURSO



UFRJ

REGISTRO DE R.C.S. DO ALUNO

CENTRO
UNIDADE

CIMA

INSTITUTO DE FÍSICA

1 - NOME DO ALUNO:

BRUNO DUTRA MIDEIRO

2 - NÚMERO DE REGISTRO DO ALUNO:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3 - NOME DO R.C.S.:

PROJETO FINAL de CURSO INSTR. ENGENHARIA

4 - CÓDIGO DO R.C.S.:

H1UK01

5 - INÍCIO DO R.C.S.:

ANO / PERÍODO
06 / 2

6 - CONCLUSÃO DO R.C.S.:

ANO / PERÍODO
07 / 1

7 - NOTA: (SÓ PREENCHA SE CONFERIR GRAU)

		,	
--	--	---	--

8 - CONCEITO: (VEJA LEGENDA DOS CONCEITOS NO VERSO)

COD. - COD.

- 1 - AP 4 - RFM
-
- 2 - RM 5 - NAP
-
- 3 - RF

COLOQUE 1, 2, 3, 4 ou 5, CONFORME O CASO

1

+

9 - CÓDIGO DA OPERAÇÃO:

CÓDIGO

I - INCLUSÃO

E - EXCLUSÃO

S - SUBSTITUIÇÃO

COLOQUE I, E ou S, CONFORME O CASO

10 - LOCAL DE REALIZAÇÃO:

INSTITUTO DE FÍSICA

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

11 - NOME DO TRABALHO DESENVOLVIDO:

- PREENCHA ESTE CAMPO COLOCANDO UM CARACTER EM CADA QUADRÍCULA;

- NÃO COLOQUE TRAÇOS NEM SEPARA SÍLABAS;

- DEIXE APENAS UMA QUADRÍCULA ENTRE CADA DUAS PALAVRAS.

A HISTÓRIA DA FÍSICA E

EXPERIMENTOS FÁCILMENTE

DO ENGENHARISTA

PROJETO FÍSICO

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

RECEBIDO O DE 04/04/07
Em \$3041026
Rodrigo Pinto
Branco

DATA

12.04.2007

Wilma Missanti

Bell Zanetti

ASSINATURA

Wilma Missanti / Penha M. C. J. A.S.

DIRETOR

CARLOS RENTO DE LIMA

MBC

MARCO R. R. COSTA

Licenciatura em Física
Instituto de Física
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza

Projeto de Instrumentação de Ensino

**UMA ABORDAGEM
ALTERNATIVA PARA AS LEIS DE
KEPLER NO ENSINO MÉDIO**

Aluna: Carla de Souza Lucas

2 - QUANTIDADE DE NOTAS ZERO NAS PROVAS ESPECÍFICAS NO VESTIBULAR DA UFRJ (2004 A 2006)

DISCIPLINA	% DE ZEROS		
	2006	2005	2004
Redação	2,7	1,0	8,0
Língua Portuguesa	0,8	0,2	0,3
Biologia	10,9	3,5	4,0
Matemática	1,4	4,5	5,2
Geografia	0,6	0,1	1,9
História	0,1	0,2	0,4
Física	19,6	5,3	17,4
Química	4,3	0,7	7,5
Inglês	0,3	0,4	2,7
Espanhol	4,1	3,4	0,8
Francês	5,5	8,0	3,9