

Universidade Estadual de Campinas

Instituto de Física “Gleb Wataghin”

F809-Instrumentação Para O Ensino

O ensino de ferramentas Matemáticas via conceitos de Física.

(O Ar Tem Peso)

Gustavo André Ribeiro

Prof. M.Sc. Paulo Henrique Trentin

Objetivos

Desenvolver na criança a capacidade de compreender elementos da Matemática usados na Física, através do contato com experimentos Físicos.

Justificativa

A Física é a área das ciências que está mais próximo do que chamam de cotidiano, por isso não deve ser apresentada às crianças como um conjunto de fórmulas ou contas.

Muitas vezes, a criança recebe de seu professor a Física apenas como um apanhado de fórmulas prontas que nada tem haver com o seu dia a dia, como se a Física fosse muito distante de sua vida e existisse apenas nos livros ou fosse somente uma matéria que se tem que aprender na escola e nada mais. Esse tipo de relação construído entre a Física e a criança prejudica o entendimento dela relativo aos conceitos de ciência, chegando até a desestimular o interesse ou fazendo com que ela não queira aprender. Eu mesmo, dizia não gostar de Geografia, até que tive um professor que me a apresentou como uma coisa que influencia a minha vida todos os dias, passei então a entender e não a decorar Geografia apenas para passar de ano.

Não é raro às vezes em que o aluno após fazer algum exercício proposto pelo professor chega a um resultado em que ele não sabe interpretar fisicamente, por exemplo, se o aluno se depara com o resultado de que certo evento ocorreu no instante $t = -30$ min, ele diz que está errado, pois não existe tempo negativo, ele não pára para pensar que o sinal de menos pode indicar que o evento ocorreu em um instante anterior ao instante em que o tempo começou a ser marcado.

Em outras ocasiões, para ele se trata apenas de um número ou do resultado do exercício, ele não consegue tirar nenhuma conclusão daquele resultado final, por exemplo, o aluno encontra em um problema físico que a área da secção transversal de um fio é $A = 300$ m

e simplesmente diz que o resultado é esse, não nota que essa área é exageradamente grande, e provavelmente o resultado está errado.

Por isso queremos através da física e principalmente de experimentos físicos, que coloquem a criança em contato com a física, fazer com que ela a perceba perto dela, que a criança entenda que as fórmulas matemáticas têm significado e motivo para serem como são, diretamente proporcionais, inversamente proporcionais, equações do segundo grau, enfim, que, sobretudo, entendam a física, se interessem e passem a ter prazer em aprender.

Experimento

O ar tem peso.

Mostrar através de experimento simples, que pode ser reproduzido por qualquer criança que esteja cursando o ginásio ou o segundo grau, que o ar que respiramos tem massa e conseqüentemente tem peso. Podemos ainda introduzir a diferença entre massa e peso.

Inicialmente colocamos um balão de festas (bexiga) vazio em uma jarra graduada com água, forçando-a a submergir, e pelo deslocamento do nível da água saberemos o volume de ar dentro da bexiga, nesse caso zero, aqui usaremos o princípio de que o volume ocupado por um determinado elemento é proporcional à sua massa. Feito isso colocamos a bexiga em uma balança de pratos equilibrada. A balança penderá para o lado da bexiga, será quando a equilibraremos novamente colocando, por exemplo, cliques de papel. Ao equilibrarmos a balança exploraremos o conceito de equilíbrio de forças, alavanca e torque. Teremos então sua massa em unidades de cliques de papel. Repetiremos todo o procedimento, mas desta vez com a bexiga cheia de ar. As crianças notarão que a quantidade de cliques anterior não foi capaz de equilibrar a balança, foi preciso usar mais cliques de papel, logo a bexiga cheia tem mais massa que a vazia, assim essa massa vem do ar que esta dentro dela. Se através de uma balança graduada encontrarmos a massa dos cliques de papel, e conseqüentemente do ar dentro da bexiga, em g, e dividirmos pelo volume, em mL, de ar dentro da bexiga teremos a densidade do ar em g/mL. Sempre que uma medida é feita, devemos ressaltar que elas têm certa

imprecisão que depende entre outras coisas do grau de precisão do nosso instrumento de medida. O passo seguinte seria de passar a densidade que está em unidades de g/mL para as unidades do Sistema Internacional (SI), no caso Kg/m^3 trabalhando o conceito de transformação de unidades. De posse dessa densidade conseguimos saber a massa de ar dentro de qualquer volume conhecido. Podemos, por exemplo, pedir para que a criança calcule a massa de ar de sua sala de aula, explorando na criança o conceito de cálculo matemático de volume. Supondo que sala tenha as medidas de 4 m, 6 m e 5 m, logo tem volume de 120 m^3 ou 120000 L de ar. Multiplicando esse volume por 1,3 g/litro, para saber a massa em grama (divida por 1000 para ter a resposta em quilograma). No exemplo, obtém-se 156 kg. Como é objetivo que as crianças percebam o que esse valor representa, podemos mostrar que essa massa sofre ação da força peso de 1560 N, o mesmo peso de 12 bujões de gás juntos ($[13 \text{ Kg} * 10 \text{ m/s}^2] * 12 = 1560 \text{ N}$). Todos os passos devem ser feitos sempre de forma que as crianças participem do experimento, pensem nos porquês e façam sugestões.

Montagem

Lista de material:

- Balões infláveis para festa (bexiga).
- Béquer de 4000 ml.
- Balança de precisão
- Aparato usado para submergir a bexiga.

A bexiga foi escolhida de forma a evitar deformações e que ela estoure durante qualquer fase do experimento. Não enchemos a bexiga com a boca porque o ar que resulta de nossa expiração contém, além do gás carbônico, umidade e está aproximadamente $36 \text{ }^\circ\text{C}$, e queremos que dentro da bexiga exista somente o ar da atmosfera e em temperatura ambiente. Não colocamos muito ar dentro dela para que além de evitar que o empuxo resultante não impossibilite que ela seja colocada debaixo d'água e conseqüentemente a medição do volume

não seja efetuada, a balança de precisão usada, fica envolvida por uma redoma de acrílico, para evitar que deslocamentos de ar e poeira interfiram na medida, e o béquer tinha capacidade total de 4000 ml, de forma que se a bexiga fosse muito inflada não caberia nem na balança, nem no béquer. Tive alguma dificuldade de submergi-la com as mãos, por isso montei um aparato para que a bexiga submergisse e se mantivesse embaixo d'água. Foi usada uma circunferência de arame que deu base para um pedaço de tela, esse aparato lembra uma raquete de tênis. A bexiga foi submersa em um recipiente com água, para facilitar a medição foi colocado um corante na água, sendo que esse recipiente graduado deve ser alto e de largura estreita para diminuir o nosso erro de medida e foi colocado a menor quantidade de água possível, para não termos uma coluna de água muito grande e pressionar a bexiga diminuindo assim seu volume. Quando usado um recipiente de largura grande, percebi que o deslocamento vertical do nível da água era pequeno, pois o volume da bexiga era relativamente pequeno comparado à área da base do recipiente, sendo que para ter um maior deslocamento, teve de encher mais a bexiga, causando maior empuxo e maior dificuldade para que ela se mantivesse embaixo d'água. Por isso usando um recipiente estreito e alto, percebemos maior deslocamento no nível d'água diminuindo erro e sem ter de colocar tanto ar dentro da bexiga e nem tanta água no recipiente, diminuindo o empuxo resultante.

O objetivo inicial, era de usar uma balança de pratos e medir a massa do ar usando cliques de papel como unidade de medida e posteriormente encontrar a massa dos cliques de papel em Kg, mas não tivemos acesso à uma balança de pratos com precisão suficiente, foi então usada uma balança convencional de alta precisão, que já nos dá a massa em Kg, desta forma não podemos fazer a conversão de unidades de cliques de papel para Kg.

O béquer, como a balança, foi cedido pelo Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas, onde os béqueres com média capacidade, 4000 ml, eram pouco graduados, o béquer mais graduado tinha uma escala com intervalo de 250 ml. Ao contrário do béquer a balança tinha alta precisão, capaz de medir massas de 0,001 g.

Repetimos o processo para dez bexigas diferentes.

Depois de medirmos a massa da bexiga vazia (m_v), da bexiga cheia (m_c), o volume inicial no béquer (V_i), o volume final do béquer (V_f), encontramos a massa de ar (m_{ar}), o volume de ar (V_{ar}) e a densidade de ar (D) dentro da bexiga, da seguinte forma.

$$m_{ar} = m_c - m_v \quad (1)$$

$$V_{ar} = V_f - V_i \quad (2)$$

$$D = m_{ar}/V_{ar} \quad (3)$$

Dados experimentais:

Tabela 1 dados obtidos

m_v (g)	m_c (g)	V_i (ml)	V_f (ml)	m_{ar} (g)	V_{ar} (ml)	D ($\cdot 10^{-4}$ g/ml)	ΔD ($\cdot 10^{-4}$ g/ml)
0,923	3,183	2830	3900	2,260	1070	21	2
1,266	4,366	2750	3940	3,100	1190	26	2
0,927	3,223	2750	3915	2,296	1165	19	2
1,167	4,150	2750	3940	2,983	1190	25	4
0,936	3,316	2750	3915	2,380	1165	20	3
1,085	3,853	2750	3500	2,768	750	36	1
1,069	3,730	2750	3750	2,661	1000	26	4
1,121	3,930	2750	3625	2,809	875	32	7
1,127	4,030	2750	3750	2,903	1000	29	6
1,039	3,490	2750	3150	2,451	400	68	1

Os erros nas medidas de massa e volume são 0,0005 g e 125 ml em todas as medidas respectivamente.

Vamos agora calcular uma densidade média.

$$D_M = \sum D_i / 10, i = 1, 2, 3, \dots 10.$$

$$D_M = 30,4 \cdot 10^{-4} \text{g/ml} \pm \Delta D_M = 13 \cdot 10^{-4} \text{g/ml}$$

Para trabalharmos com a no o de transforma o de unidades, vamos colocar a densidade média nas unidades do Sistema Internacional (SI). As unidades de massa e volume e conseqüentemente de densidade são no SI respectivamente quilograma (Kg), metro cúbico (m^3) e quilograma por metro cúbico (Kg/m^3).

Sabemos que em 1 Kg temos 1000gramas, então para passarmos de grama para quilograma temos que dividir por 1000, logo $D_M = 30,4 \cdot 10^{-4} \text{g/ml} / 1000 = 30,4 \cdot 10^{-1} \text{Kg/ml}$. Agora temos que transformar a unidade de volume. 1 ml tem 1000l, novamente temos que dividir por 1000. $D_M = 30,4 \cdot 10^{-1} \text{Kg/ml} / 1000 = 30,4 \cdot 10^2 \text{Kg/l}$. Resta agora uma ultima transformação, passar para metro cúbico. Em 1 m³ temos 1000l, então novamente fazemos uma divisão por 1000. $D_M = 30,4 \cdot 10^2 \text{Kg/ml} / 1000 = 30,4 \cdot 10^{-1} \text{Kg/m}^3$. Agora, temos a densidade em termos das unidades do SI.

Conclusão

O experimento é capaz de mostrar que o ar tem massa e que conseqüentemente sofre a ação da força peso, mas não é capaz de encontrar a densidade do ar a 1 atm, que é a pressão ao nível do mar e aproximadamente na cidade de Campinas, onde o experimento foi realizado. A densidade encontrada é maior que esta porque o ar dentro da bexiga está a uma pressão maior que 1atm, porque a parede da bexiga esta tencionada e faz com que o ar dentro dela ocupe menor espaço e com isso temos uma maior pressão no interior da bexiga. Essa pressão maior é comprovada olhando-se a densidade encontrada, que é maior que a do ar na CNTP, 1,3 g/l. a densidade maior nos diz que temos mais ar no mesmo volume, logo temos maior pressão.

Se o ar não estivesse numa maior pressão e conseqüentemente maior densidade, a balança não seria capaz de registrar a massa de ar dentro da bexiga. Isso devido ao empuxo. A força de empuxo é exercida por um fluido qualquer, líquido ou gás, sobre um objeto que esteja mergulhado nele. O valor da pressão no interior dos líquidos aumenta com a profundidade. As forças que atuam nas partes do objeto que estão mais próximas do fundo do recipiente têm um valor maior que as forças que atuam nas partes superiores do objeto. Dessa maneira, um corpo, submerso em um líquido fica sujeito a uma força resultante vertical e para cima. Essa força é o empuxo. O valor do empuxo é dado pelo seguinte princípio, formulado por Arquimedes: "Todo corpo imerso num líquido, fica sujeito a uma força vertical, de baixo para cima, igual ao peso do volume líquido deslocado e aplicada no centro de gravidade desse volume." Esse princípio também é válido para o ar (ou qualquer outro gás). Essa força é

utilizada, por exemplo, para fazer subir os balões. Eles sobem porque contêm um gás menos denso que o ar, habitualmente hidrogênio, hélio ou mesmo ar quente. Se ao pesarmos a bexiga sem pressão interna maior ou seja, que contém ar com a mesma densidade que a do ar externo, o empuxo fará com que o ar dentro da bexiga se equilibre com o peso, não suba nem desça desta forma a balança apenas registrará o peso do material que compõe a bexiga, ou seja o mesmo peso da bexiga vazia.

Bibliografia

BARTON, Bill David - Matemática e Linguagem: Divergência ou Convergência?
<http://paje.fe.usp.br/~etnomat/anais/BillDavidBarton.html>. Tradução: Ana Maria Petraitis Liblik.

DAMBROSIO, Ubiratan - Educação Matemática - da teoria a prática.
Editora Papirus, 1996.

DANVIUK, Ocsana. Alfabetização Matemática - o cotidiano da vida escolar. Editora Educ, 1991.

NETTO, Luiz Ferraz – Feira de Ciências - <http://www.feiradeciencias.com.br/>.
http://www.feiradeciencias.com.br/sala02/02_008.asp

SADER, Patricia Maria Almeida (Mestranda da FE/UNICAMP) e Fiorentini, Dario (Docente da FE/UNICAMP <dariof@obelix.unicamp.br>) - Tendências da pesquisa brasileira sobre a prática pedagógica: Um estudo descritivo.

SILVA, Luiz Carlos Marques – Sala de Física -
http://72.14.207.104/search?q=cache:eU5a7hqkpa8J:geocities.yahoo.com.br/saladefisica3/laboratorio/empuxo/empuxo.htm+empuxo&hl=pt-BR&lr=lang_pt.