

## Experimentação

### **1. Medição da massa de alguns objetos usando a balança doméstica**

Utilizando uma balança comum (de cozinha), meça pacotes de 1kg de açúcar. Use apenas uma balança. Observe se o mostrador está indicando zero quando não há nada sobre o prato da balança.

1. Identifique o pacote com o nome de cada aluno.
2. Meça a massa dos diferentes pacotes.
3. Organize os valores obtidos em uma tabela.
4. Faça um histograma dos valores obtidos.

### **Observação sobre a calibração de balanças comerciais:**

Frequentemente encontram-se valores diferentes de "peso" das pessoas quando são utilizadas balanças de diferentes farmácias. Acontece que a calibração das balanças não é exatamente a mesma. Às vezes a indicação do "zero", isto é, quando não há nada sobre a balança, não coincide com o zero da escala. Em outros casos, colocando-se um "peso" padrão de 10kg, o valor indicado não é o mesmo. Como não há um controle desse tipo de serviços, ficamos sujeitos a essa situação. As balanças, que apresentam o zero fora ou discordância na leitura relativa a um peso padrão determinada, dão medidas erradas. Não se trata de desvio de leitura, mas de erro de calibração. O mesmo tipo de diferença ocorre quando usamos réguas diferentes para medir um papel ou fitas métricas diferentes para medir tecidos.

## 2. Construir um dinamômetro e utilizá-lo

### Objetivos:

Construir um medidor de pequenas massas.

Calibrar o medidor.

Medir massas com o medidor construído.

### PARTE EXPERIMENTAL:

Você vai precisar de uma régua, uma espiral de caderno, moedas, uma tampinha de plástico, fio de linha e cola. Desmonte a espiral de um caderno velho e corte um pedaço de aproximadamente 10cm. Faça uma argola em cada extremidade e fixe uma delas numa régua, como mostra a figura abaixo. Na outra extremidade, fixe uma tampa de plástico com fios, formando o prato da balança. Na última volta da espiral, você pode colar uma ponta de grafite de lapiseira ou um fio, para facilitar as leituras.

Escolha moedas de um determinado valor, apenas para facilitar as contas e a tomada de dados. Você pode misturar moedas de valores diferentes se usar os valores correspondentes de massa. Foram medidas aproximadamente 10 moedas de cada valor. Os valores médios obtidos e suas respectivas incertezas estão mostrados na Tabela 1 abaixo.

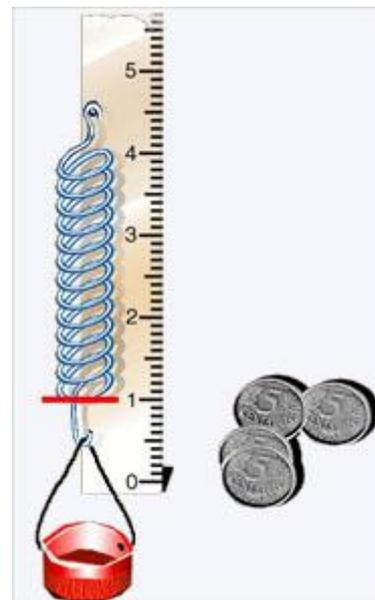


Tabela 1 - Valores das massas das moedas (junho de 1998)

valor (R\$)	massa (g)	incerteza (g)
1	4,30	$\pm 0,07$
0,50	3,95	$\pm 0,07$
0,25	4,74	$\pm 0,08$
0,10	3,56	$\pm 0,08$

**Observação:** As incertezas acima significam que uma moeda de um dado valor tem aproximadamente 70% de probabilidade de ter a sua massa dentro do intervalo do valor médio menos a incerteza e o valor médio mais a incerteza. Por exemplo, uma moeda qualquer de 1 real deve ter a massa entre 4,23g e 4,37g com 70% de probabilidade. De cada 10 moedas 7 devem ter a massa dentro do intervalo acima.

### CALIBRAÇÃO

Observe a posição da última volta da espiral (ou o ponteiro) sem colocar nada no prato da balança. Este é o "zero" da sua balança. A balança vai indicar valores diferentes na escala, conforme o peso das moedas colocadas no prato. Verifique sempre se, ao tirar as moedas, a indicação da balança volta ao "zero".

Coloque moedas no prato, uma de cada vez, e observe se é possível ler valores diferentes na escala. Se não for possível (não dá para ler a diferença), escolha ou moedas mais pesadas ou trabalhe com conjuntos de duas ou três moedas de cada vez. Massas diferentes vão dar leituras diferentes de deslocamentos do ponteiro, são os valores de  $x_i$  correspondentes. Vamos supor que possamos usar uma moeda de cada vez. Vamos fazer as medidas e organizar os dados numa tabela.

**Tabela: Calibração da balança**

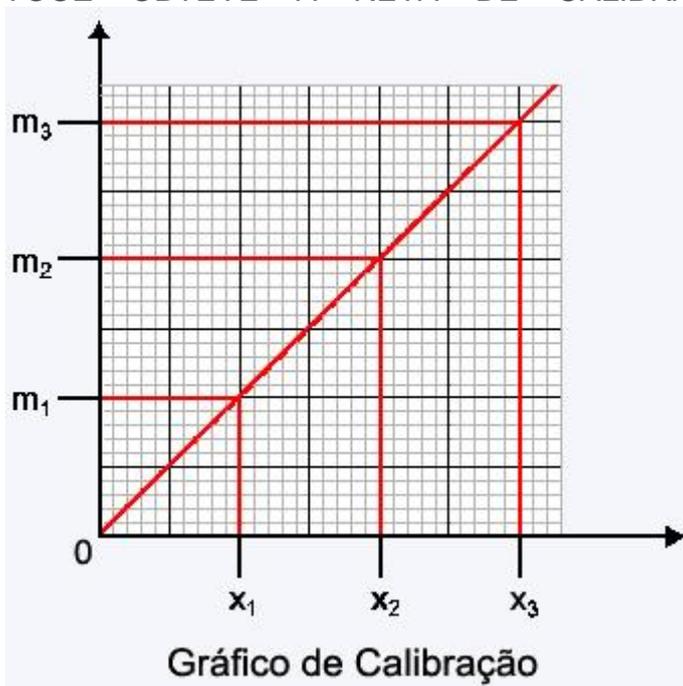
n de moedas	$x_i (cm)$	$m_i (g)$	$x'_i = x_i - x_0 (cm)$
0	$x_0$	zero	zero
1	$x_1$	$m_1$	$x'_1$
2	$x_2$	$m_2$	$x'_2$
3	$x_3$	$m_3$	$x'_3$
4	$x_4$	$m_4$	$x'_4$
etc.			

Construa num papel milimetrado o gráfico das massas em função dos deslocamentos.

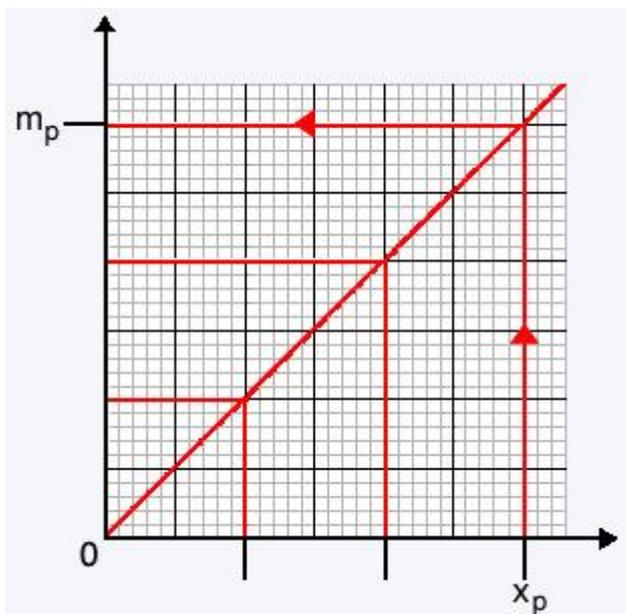
### GRÁFICO DE CALIBRAÇÃO

Você deve obter uma reta que passa pelo zero. Trace a melhor reta pelos pontos experimentais. A melhor reta deixa alguns pontos para cima e outros para baixo, contrabalançando.

VOCÊ OBTVEU A RETA DE CALIBRAÇÃO DA SUA BALANÇA.



Agora você pode medir massas de algum objeto, desde que a massa seja compatível com a balança. Por exemplo, uma folha de papel. Leia o valor de deslocamento  $x_p = (x_p - x_0)$  obtido para uma folha colocada no prato (tem que amassar para caber). Determine o valor de  $m_p$  que se quer determinar através do gráfico de calibração.



### CONFIABILIDADE

Para testar a confiabilidade da sua balança, você precisaria repetir a calibração e verificar se o mesmo resultado é obtido. Se não for reprodutível, você não pode confiar na balança construída. É óbvio que, pela despreensão com que foi construída a balança, não se espera muita qualidade. Este procedimento será justificado em balanças de alta precisão.

### PRECISÃO

A precisão da balança construída depende drasticamente da precisão das massas usadas para efetuar a calibração e da reprodutibilidade dos deslocamentos para cada uma das massas utilizadas. A precisão depende também da precisão da régua.

### ALCANCE

O alcance das massas possíveis de serem medidas com a balança construída depende da mola e do seu comprimento. Você pode construir uma balança para massas de zero a 10kg utilizando uma mola de aço. Você já viu um dinamômetro de comprador de jornal velho?

### **MEDIÇÃO DA MASSA DE UMA FOLHA DE PAPEL**

Com o dinamômetro construído obter a massa de uma folha de papel. Cada grupo de alunos pode usar o seu dinamômetro.

1. Amasse o papel para poder colocá-lo no prato do dinamômetro. Faça a medida do deslocamento em relação ao "zero".
2. Repita a medida várias vezes, observando se o "zero" do dinamômetro permanece o mesmo. Organize os dados em uma tabela. Use a reta de calibração e obtenha as massas.
3. Obtenha o valor médio da massa e o respectivo desvio.
4. Compare o valor obtido pelos diferentes grupos de alunos.

**Observação:** A leitura deve ser feita com o número de algarismos significativos adequados.