

A photograph of a school laboratory table. On the table, there is a yellow digital scale with a red display showing '0.00'. To the right of the scale is a red rectangular block. The table surface is dark and has some white markings. In the background, there are wooden shelves and a sign with a red arrow pointing up.

Acção de formação
Utilização dos novos Laboratórios Escolares

Actividade laboratorial
**Será necessária uma força para que um corpo se
mova?**

(11º Ano de Física)

(Guião do professor)

Formanda: Guida Maria Martins de Bastos

Formador: Professor Vitor Teodoro

Introdução

A actividade laboratorial: “*Será necessária uma força para que um corpo se mova?*”, é uma actividade laboratorial obrigatória nos novos programas de Física e Química A. Nem sempre as Escolas têm nos seus laboratórios o material mais apropriado para otimizar as condições experimentais que, permitam a recolha de dados para promover o estudo pretendido.

Quando foi lançado o desafio, para a concepção de um protocolo experimental para a realização de uma experiência que poderia ser uma experiência colectiva ou em pequeno grupo, lembrei-me de partilhar com os colegas esta experiência, pois na minha opinião é uma experiência muito rica em conteúdo, apesar de ser simples, pois permite a discussão de um conceito científico que põe em causa a observação perceptual do aluno, a necessidade de uma força para um corpo estar em movimento. Por outro lado é um experiência que permite a sua exploração em sala de aula de diferentes modos: experiência colectiva (caso a Escola tenha equipamento adequado, sensores de posição) ou uma experiência realizada em pequeno grupo (caso os professores tenham como equipamento somente digitímetros, como é o caso da minha Escola).

O protocolo experimental é constituído por duas partes. Na primeira parte existe um conjunto de questões pré-laboratoriais que podem ser discutidas em grande grupo, ou em pequeno grupo, bem como o procedimento experimental. Quanto à montagem experimental, para fazer as medições, a minha proposta é que seja efectuada em pequeno grupo. Tal estratégia permitirá aos alunos desenvolverem competências inerentes ao trabalho laboratorial que vão além do simples registo correcto de medições, possibilita que o aluno optimize condições experimentais que lhe permita o controlo de variáveis para responder à questão problema em estudo.

No final é proposto que os alunos elaborem um relatório da actividade laboratorial que realizaram onde é pedido, os objectivos o procedimento detalhado e a interpretação dos resultados (resposta às questões pós-laboratoriais). Com a elaboração do relatório pretende-se desenvolver competências de comunicação em Ciência, produção de um documento escrito de cariz científico. Caso o professor pretenda desenvolver outras competências poderão os alunos responder oralmente, em grande grupo, às questões que constam no relatório. Cabe ao professor fazer a gestão da aula de acordo com as competências que pretende promover.

Actividade Laboratorial 1.- protocolo Experimental

Questão-Problema: *Dois alunos discutem: um diz que é preciso aplicar constantemente uma força num corpo para que este se mantenha em movimento, o outro afirma que a resultante das forças que actuam sobre um corpo pode ser nula e ele continuar em movimento. Quem tem razão?*

Questões pré-laboratoriais

1. A figura 1 mostra uma experiência idealizada por Galileu para o estudo do movimento dos corpos: uma bola, depois de descer por uma rampa, rola plano acima por outra rampa com inclinação variável (I, II e III). Segundo Galileu, a bola na segunda rampa só parava quando atingisse uma altura igual à altura inicial.

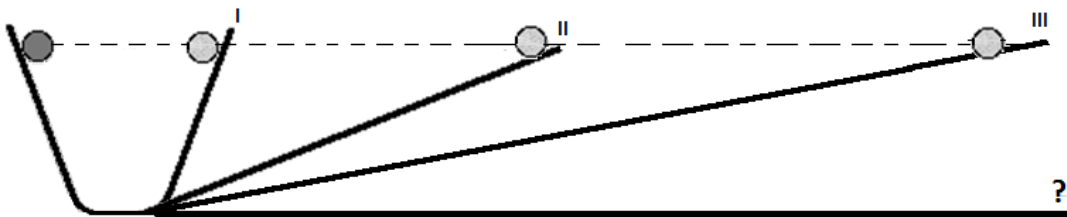


Figura 1

Questões para reflexão:

- Por que razão a bola na segunda rampa só pára quando atinge uma altura igual à da posição inicial?
- O que aconteceria ao movimento da bola se a segunda rampa fosse horizontal?
- Quais são as condições experimentais que se teriam de verificar, para comprovar experimentalmente os resultados da experiência idealizada por Galileu.
- O que pretendia provar Galileu com esta experiência?

Tópicos a discutir:






- Forças a actuar na bola: peso e reacção normal. Considerar o atrito desprezável.
- Das forças que actuam na bola somente o peso é uma força conservativa.
- A força reacção normal é uma força não conservativa. O trabalho realizado por esta força é nulo. Então neste sistema há conservação de energia mecânica.
- A bola pára na posição igual à posição inicial porque há conservação da energia mecânica do sistema: $(E_{c_{inicial}} + E_{p_{inicial}} = E_{c_{final}} + E_{p_{final}})$
- Quando a bola pára a energia cinética é nula, então quer no instante inicial (bola é abandonada) quer no instante final a $E_C = 0$ J. Nos dois instantes referidos a energia potencial gravítica do sistema Terra-bola é igual. Então a bola pára a uma altura igual à altura inicial.
- Se a rampa fosse horizontal, a bola não parava, continuava sempre em movimento (conservação de energia mecânica).
- Para comprovar experimentalmente os resultados da experiência idealizada por Galileu teríamos de ter um sistema em que o atrito possa ser desprezado.

Termos	Significado Físico
Velocidade instantânea	É uma grandeza vectorial que informa quanto à direcção e ao sentido do movimento e à rapidez com que o corpo muda de posição num referencial, em cada instante. Representa-se por um vector tangente á trajectória em cada ponto, que aponta no sentido do movimento.
Velocidade média	É uma grandeza vectorial que informa quanto á direcção e ao sentido do movimento e à rapidez com que o corpo muda de posição num referencial, num dado intervalo de tempo. Determina-se pelo quociente entre o vector deslocamento e o intervalo de tempo correspondente.
Aceleração média	É uma grandeza física que traduz a variação do vector velocidade num dado intervalo de tempo. Determina-se pelo quociente entre o vector variação velocidade e o intervalo de tempo correspondente.
Força	Força traduz uma interacção entre dois corpos, em que um corpo exerce a força e o outro sofre a acção desse força. Representa-se por um vector com ponto de aplicação no centro de massa do corpo.
Deslocamento	É uma grandeza física vectorial que traduz a variação de posição de uma partícula num referencial. Representa-se por um vector que une as posições inicial e final.
m.r.u.	O movimento rectilíneo uniforme. O movimento rectilíneo diz-se uniforme quando a aceleração é nula. A resultante das forças a actuar no corpo é nula. O vector velocidade é constante.
m.r.u.a	O movimento rectilíneo uniformemente acelerado. O movimento rectilíneo diz-se uniformemente acelerado quando a aceleração é constante e o vector aceleração tem a mesma direcção e sentido do vector velocidade. A resultante das forças é constante e tem e mesma direcção e sentido do vector aceleração e velocidade. O módulo da componente da velocidade na direcção do movimento aumenta linearmente com o tempo.
m.r.u.r	O movimento rectilíneo uniformemente retardado. O movimento rectilíneo diz-se uniformemente retardado quando a aceleração é constante e o vector aceleração tem a mesma direcção e sentido oposto ao vector velocidade. A força resultante é constante e tem e mesma direcção e sentido do vector aceleração, mas tem sentido oposto ao vector velocidade. O módulo da componente da velocidade na direcção do movimento diminui linearmente com o tempo.
Medição directa	O valor de uma dada grandeza pode ser obtido de uma forma directa, quando o valor é dado pela leitura directa de um instrumento de medida.
Medição indirecta	O valor de uma dada grandeza pode ser obtido de uma forma indirecta quando o valor é obtido por cálculos a partir de outras grandezas medidas directamente
Incerteza absoluta de leitura	Estimativa da incerteza associada à medição directa. <u>A incerteza absoluta de leitura</u> de uma medida é a amplitude da incerteza associada à escala do aparelho de medida. Toma-se como incerteza absoluta de leitura o valor da menor divisão da escala, para aparelhos digitais, e o valor de metade da menor divisão da escala para aparelhos de medida com escalas graduadas (analógicos).

Trabalho Laboratorial

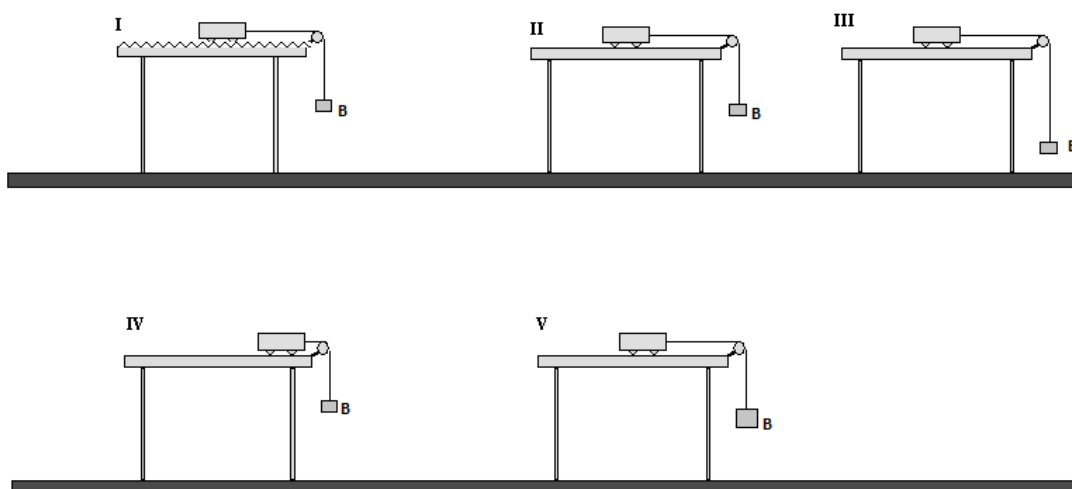
1. A partir da lista de material apresentada, é possível efectuar uma montagem experimental para efectuar medições, que permitem responder à questão problema

Material:

Células fotoeléctricas	Digitímetro	Carrinho com pino	Suporte Universal com garras	Fio e massas marcadas/corpo
				

Seleccione, de entre os esquemas **das montagens experimentais de I a V**, aquele que considera ser a mais apropriado para montar o carrinho com o corpo suspenso. Fundamente a sua escolha, indicando:

- as razões que o levaram a eliminar as restantes opções.
- em que medida a montagem experimental seleccionada permite criar as condições experimentais necessárias à concretização dos objectivos.
- o esquema de forças que actua no carrinho.



Tópicos a referir:

- As montagens a excluir são I, II, IV e V
- A montagem I deve ser excluída porque a superfície de contacto é rugosa (tampo da mesa) é rugosa logo há mais atrito.
- As outras montagens são excluídas porque o comprimento do fio não é adequado, a que o carrinho percorra uma parte do percurso sujeito a uma força resultante igual à força de tensão que o fio exerce sobre o carrinho, devido ao corpo suspenso e outra parte do percurso, quando o corpo suspenso atinge o solo, em que as únicas forças que estão a actuar é o peso e a reacção normal. Com esta montagens não existe nenhum instante a partir do qual a resultante das forças exercidas sobre carrinho é nula.
- O aluno deve representar as forças que actuam no carrinho nos dois troços do movimento. No primeiro troço no carrinho actuam as forças peso a força exercida pela superfície de apoio (reacção normal) e a força exercida pelo fio.
No segundo troço actua somente as forças peso e a força exercida pela superfície de apoio (reacção normal).

Procedimento

- Faça a montagem experimental esquematizada na figura, seguindo as indicações:



- Marque 10 pontos (A a J) ao longo do percurso.

Q₁- Que cuidados deve ter na marcação dos pontos?

Tópicos a referir:

Marcar pontos ao longo de todo o percurso.

Em cada parte do percurso marcar no mínimo 5 pontos (construção gráfico).



- Coloque as células fotoelétricas na posição inicial A e na posição B.

Q₂- Que cuidados deve ter na montagem das células?

Tópicos a referir:

A célula fotoelétrica deve estar perpendicular ao carrinho, para fazer a leitura da passagem do pino (largura do pino)



- Utilize um fio para suspender o corpo ao carrinho. Q₃-

Que cuidados deve ter com o comprimento do fio?

Tópicos a referir:

- Comprimento adequado, de acordo com o tamanho do percurso, para permitir que o continue em movimento, após o bloco atingir o solo. A partir deste instante, a resultante das forças exercidas sobre o carrinho é nula.



- **Selecione a função do digitímetro (função A e B) para a medição de tempo que pretende medir.**

Q4- Qual o significado do tempo registado no digitímetro quando o botão se encontra na função A? E na função B? Por que razão se irá medir os dois tempos de passagem do carrinho por cada uma das posições?



Tópicos a referir:

- Uma das funções permite a leitura do tempo de passagem do pino pela célula, quando a célula se encontra numa da posição (ponto). Nesta função é necessária somente uma célula fotoelétrica (Δt_1).

- Outra função mede o intervalo de tempo entre o instante que o carrinho parte da posição inicial e o instante em que o carrinho passa na posição onde se encontra o sensor (Δt_2). Nesta posição são necessários dois sensores.

- Com o valor de Δt_1 determina-se a velocidade no carrinho nessa posição (velocidade instantânea), fazendo o quociente entre a largura do pino (d) e o tempo passagem do pino ($v = d/\Delta t_1$)

- Com o valor de Δt_2 constrói-se o gráfico da velocidade-tempo, para o movimento do carrinho

- **Abandone o carrinho na posição inicial. Registe o tempo lido no digitímetro quando o carrinho passa em A (digitímetro na função A e na função B). Registe os tempos lido na tabela 1.**

Q5- Que cuidados deve ter quando abandona o carrinho na posição inicial?

Tópicos a discutir:

- **O carrinho deve ser abandonado sempre da mesma posição inicial.**

- **O carrinho deve ser abandonado nas mesmas condições para que a velocidade inicial seja nula.**

- **Repita o procedimento anterior, mudando a célula fotoelétrica da posição A para as restantes posições ao longo do percurso.**

Relatório da Actividade Laboratorial 1.2

Questão-Problema: *Dois alunos discutem: um diz que é preciso aplicar constantemente uma força num corpo para que este se mantenha em movimento, o outro afirma que a resultante das forças que actuam sobre um corpo pode ser nula e ele continuar em movimento. Quem tem razão?*

Objectivos:

- Identificar as forças que actuam sobre o corpo;
- Interpretar o conceito de movimento segundo Aristóteles, Galileu e Newton
- Distinguir os pressupostos em que se baseava o conhecimento científico para Aristóteles e para Galileu e Newton
- Identificar os tipos de movimento com base na determinação de velocidades e/ou com base num gráfico velocidade -tempo
- Interpretar a 1ª e 2ª leis de Newton
- Fazer o registo correcto de uma medida, atendo aos algarismos significativos.

Procedimento detalhado (tendo em conta as resposta às questões):

- 1 Seleccionar uma mesa polida e um carrinho de rolamento para minimizar o atrito entre as superfícies em contacto.
2. No topo do carrinho colocar um pino em cartolina com largura de 0,5 cm.
3. Utilizar um fio de comprimento adequado, para suspender um corpo de peso conhecido ao carrinho.
- 4-Montar um batente com uma roldana na extremidade da mesa.
5. Marcar dez pontos na mesa ao longo de todo o percurso que o carrinho vai efectuar, garantindo que em cada um dos percursos se marquem 5 pontos.
6. Fazer a montagem experimental do sistema de medição dos intervalos de tempo. Montar cada uma das células num suporte universal presa com uma mola. Ligar as células ao digitímetro.
- 7.Colocar uma célula na posição inicial (ponto A). Colocar a 2 célula na posição B. As células devem ser colocadas na vertical relativamente ao tampo da mesa.
9. Ligar o digitímetro na função que permite medir o tempo de passagem do pino pela célula fotoeléctrica (Δt_1).

10. Abandonar o carrinho da posição inicial. Regar o tempo de passagem do pino quando o carrinho passa na posição B.(medição directa)
11. Mudar a função do digitómetro para permitir a medição do tempo que o carrinho leva a percorrer a distância entre os pontos A e B.(Δt_2).
12. Abandonar o carrinho na posição inicial. Registrar o tempo lido no digitómetro.
13. Manter uma célula na posição inicial e mudar a posição da célula para a posição seguinte (ponto C). Repetir os passos de 9-12 do procedimento, com o sensor dois nesta posição.
- 14.Mudar o sensor dois de posição de modo a repetir o procedimento para as restantes posições.
15. Registrar as medições na tabela.
16. Fazer o cálculo da velocidade instantânea em cada uma das posições (medição indirecta).
17. Fazer os registos das medições na tabela1 e construir o gráfico velocidade do carrinho em função do tempo.

Registo e tratamento de dados.

1. Complete a tabela 1 registando os valores das medições directas e indirectas.
Apresentação dos cálculos

Cálculo da velocidade instantânea:

$$V = d/\Delta t_1$$

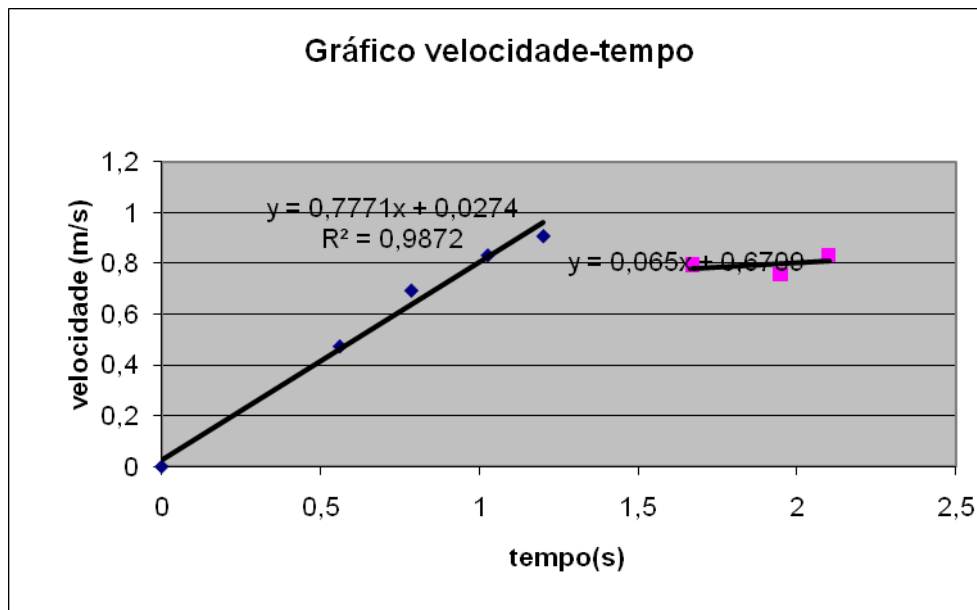
- largura do pino (5×10^{-3} m)

- tempo de passagem do pino (valores na coluna 3)

Pontos	$\Delta t \pm 0,001 \times 10^{-3}$ s s (tempo que decorre desde a posição inicial até cada um dos pontos)	$\Delta t_1 \pm 0,001 \times 10^{-3}$ s (tempo de passagem do pino)	$d \pm 5 \times 10^{-4}$ m (largura do pino)	V/ ($m \cdot s^{-1}$) (velocidade em cada ponto)
A	0,000		5×10^{-3}	0,0
B	0,560	$1,054 \times 10^{-2}$	5×10^{-3}	0,5
C	0,785	$7,200 \times 10^{-3}$	5×10^{-3}	0,7
D	1,025	$6,000 \times 10^{-3}$	5×10^{-3}	0,8
E	1,200	$5,500 \times 10^{-3}$	5×10^{-3}	0,9
F	1,670	$6,700 \times 10^{-3}$	5×10^{-3}	0,7
G	1,948	$6,900 \times 10^{-3}$	5×10^{-3}	0,7
	2,102	$6,803 \times 10^{-3}$	5×10^{-3}	0,7

Tabela 1: registo das medições directas e indirectas necessárias para responder á questão problema da A.L. 1.2.

2. Trace gráfico do valor da velocidade do carrinho, em função do tempo, utilizando a calculadora gráfica e ou *Excell*. (trace a recta que melhor se ajusta a cada troço do gráfico).



Questões pós – laboratoriais:

- 1- Identifique o intervalo de tempo em que terá ocorrido o embate do *corpo B* com o solo.

No intervalo de tempo de 1,2 a 1,7 s.

- 2- Identifique os dois tipos de movimento do carrinho, ao longo do percurso considerado, explicitando os intervalos de tempo em que cada um deles ocorreu.

Dos 0 s a 1,2 s movimento rectilíneo uniformemente acelerado.

Dos 1,2 a 1,7 s embate do corpo suspenso no solo. Há uma diminuição da velocidade do carrinho (força de atrito não pode ser desprezável)

A partir de 1,7 s movimento rectilíneo uniforme.

- 3- .Responda à questão-problema, fundamentando nos resultados da experiência. que realizou

Antes do embate do corpo suspenso com o solo, actuavam sobre o carrinho a força gravítica, a força exercida pela superfície de apoio (reacção normal) e a força exercida pelo fio.

Depois do embate do corpo com o solo, continuaram a actuar sobre o carrinho a força gravítica e a força exercida pela superfície de apoio.

- No intervalo de tempo $[0,0; 1,2]$ s, o movimento do carrinho foi rectilíneo uniformemente acelerado, e, no intervalo de tempo $[1,7; 2,1]$ s, o movimento foi rectilíneo uniforme.
- Depois do embate do corpo com o solo, embora a resultante das forças exercidas sobre o carrinho fosse nula, o carrinho continuou em movimento. Conclui-se assim que, apesar da resultante do sistema de forças que actua no carrinho ser nula, o carrinho mantém em movimento. Portanto não é necessária uma força para que um corpo se mantenha em movimento.

FIM