

## ACTIVIDADE LABORATORIAL 1.1 – FÍSICA 11º ANO

### DOIS ATLETAS COM MASSAS DIFERENTES, EM QUEDA LIVRE, EXPERIMENTAM OU NÃO A MESMA ACELERAÇÃO?



Fig:1

### O que se pretende

1. Distinguir força, velocidade e aceleração;
2. Reconhecer que, numa queda livre, corpos com massas diferentes experimentam a mesma aceleração;
3. Explicar que os efeitos de resistência do ar ou de impulsão podem originar acelerações de queda diferentes;
4. Determinar, a partir das medições efectuadas, o valor da aceleração da gravidade e compará-lo com o valor tabelado.

### Questões pré-laboratoriais:

Tendo em conta as concepções alternativas que alguns alunos apresentam relativamente aos conceitos: força, velocidade e aceleração, considero pertinente a resolução das questões pré-laboratoriais a seguir apresentadas.

1. Qual o significado da expressão: “um corpo em queda livre”?
2. Suponha que um corpo é deixado cair. Trace a/ou as forças que actuam sobre ele assim como os vectores velocidade e aceleração, se a resistência do ar for desprezável. O movimento é acelerado ou retardado?
3. Responda às questões anteriores para o caso de um corpo ser lançado para cima e estar na fase de subida.

4. A Terra estará em queda livre à volta do Sol? Se sim, por que não cai para o Sol?
  
5. Para responder à questão problema, utilize na sala de aula, a montagem experimental esquematizada na figura 2 do procedimento experimental.
  - 5.1. Que grandeza física se deve medir experimentalmente?
  
  - 5.2. Quais são as variáveis a controlar durante a realização experimental?

## Procedimento

6. Fazer uma **lista do material** a utilizar, tendo em conta a montagem esquematizada e o procedimento exemplificado nas fotografias seguintes.

### 6.1.



Utilizar uma noz para montar no suporte universal a garra que irá segurar a mola de madeira.

### 6.2.



Montar a célula fotoelétrica junto à base do suporte usando a outra noz.

6.3.



ligar a célula fotoelétrica ao CBL2 e este à máquina de calcular gráfica.

6.4.



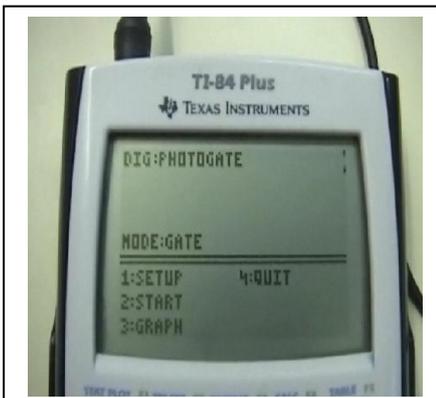
Prender uma placa de acrílico transparente, rectangular (6,0 cm x 40,0 cm) com duas fitas adesivas opacas (massa  $m_1$ ), à mola de madeira.

6.5.



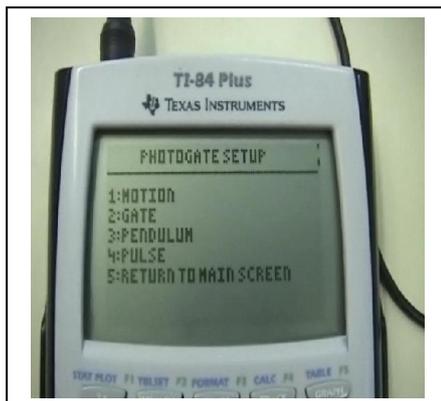
Colocar no chão uma almofada de material que amortea a queda da placa.

6.6.



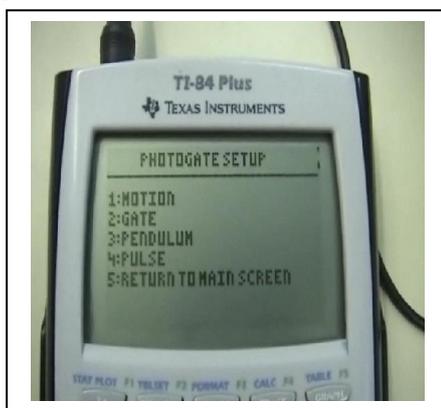
Seleccionar na calculadora gráfica o programa DATAGATE e escolher a opção 1: SETUP

6.7.



Seleccionar a opção **2: GATE**, que permite determinar os intervalos de tempo ( $\Delta t_1$  e  $\Delta t_2$ ) que cada fita opaca colocada na placa demora a passar no sensor, (estes intervalos de tempo permitem determinar as velocidades com que cada fita atravessa o sensor, sendo  $v_1$  a velocidade da primeira fita que atravessa o sensor e  $v_2$  a velocidade da segunda fita).  $\Delta y$  corresponde à largura de ambas as fitas.

6.8.



Para determinar o intervalo de tempo total ( $\Delta t_{total}$ ) entre a passagem da primeira fita e a passagem da segunda fita pelo sensor, seleccionar a opção **4: PULSE**

6.9. Repetir as medições até ter três valores concordantes.

6.10.



Repetir novamente os passos de 6.3 a 6.9, utilizando duas placas de acrílico ligadas uma à outra, com fita adesiva e medir a respectiva massa ( $m_2$ ).

**6.11.** Lista de material:

Descrição	Quantidade

**7.** Registrar as medições no quadro I

	Massa (g)	$\Delta t_1$ (s)	$\Delta t_2$ (s)	$\Delta t_{total}$ (s)
Uma placa de acrílico				
Duas placas de acrílico				
Largura da fita ( $\Delta y$ ) (m)		Modo: GATE		Modo: PULSE

Quadro I

**8.** A partir dos dados do quadro I, determinar as seguintes grandezas e registrar os valores no quadro II:

**8.1.  $v_1$**  (valor da velocidade correspondente à passagem da primeira fita opaca pelo sensor);

**8.2.  $v_2$**  (valor da velocidade correspondente à passagem da segunda fita opaca pelo sensor);

$\Delta v$  (variação do valor da velocidade que corresponde à diferença entre  $v_2$  e  $v_1$ );

**8.3.  $g$**  (valor da aceleração gravítica) e o erro percentual associado (percentagem do erro relativo  $\delta_r$ ).

(g)	Medições	$v_1$ ( $ms^{-1}$ )	$v_2$ ( $ms^{-1}$ )	$\Delta v$ ( $ms^{-1}$ )	$g_{\text{experimental}}$ ( $ms^{-2}$ )	$g_{\text{experimental}} \text{ médio}$ ( $ms^{-2}$ )	$\delta_r$ (%)
	1						
	2						
	3						
	1						
	2						
	3						

Quadro II

### Discussão de resultados/conclusões

Analisar os resultados obtidos pelos alunos, elaborando um texto no qual aborde os seguintes tópicos:

- Comparar os valores da aceleração obtidos experimentalmente nos dois casos entre si e com o valor-padrão ( $g=9,80 \text{ ms}^{-2}$ );
- Tirar conclusões quanto à exactidão do valor determinado.
- Resposta ao problema proposto, fundamentada nos resultados da experiência.

## ACTIVIDADE LABORATORIAL 1.1 – FÍSICA 11º ANO

### DOIS ATLETAS COM MASSAS DIFERENTES, EM QUEDA LIVRE, EXPERIMENTAM OU NÃO A MESMA ACELERAÇÃO?



Fig:1

### O que se pretende

5. Distinguir força, velocidade e aceleração;
6. Reconhecer que, numa queda livre, corpos com massas diferentes experimentam a mesma aceleração;
7. Explicar que os efeitos de resistência do ar ou de impulsão podem originar acelerações de queda diferentes;
8. Determinar, a partir das medições efectuadas, o valor da aceleração da gravidade e compará-lo com o valor tabelado.

### Questões pré-laboratoriais:

Tendo em conta as concepções alternativas que alguns alunos apresentam relativamente aos conceitos: força, velocidade e aceleração, considero pertinente a resolução das questões pré-laboratoriais a seguir apresentadas.

9. Qual o significado da expressão: “um corpo em queda livre”?  
Um corpo diz-se em queda livre quando sobre ele actua apenas a força gravítica.
10. Suponha que um corpo é deixado cair. Trace a/ou as forças que actuam sobre ele assim como os vectores velocidade e aceleração, se a resistência do ar for desprezável. O movimento é acelerado ou retardado?  
O peso é a única força que actua sobre o corpo em queda livre, a velocidade é um vector que indica a direcção e o sentido do movimento (neste caso com direcção e sentido do peso) e a aceleração com o mesmo sentido e direcção da velocidade, uma vez, que o movimento é rectilíneo e acelerado, isto é, o módulo da velocidade aumenta.
11. Responda às questões anteriores para o caso de um corpo ser lançado para cima e estar na fase de subida.  
Actua a mesma força (o peso) e o vector velocidade aponta, neste caso, para cima (sentido e direcção do movimento). Contudo, a aceleração continua a apontar para baixo, porque o movimento é retardado, isto é, o módulo da velocidade diminui e, por isso, tem sentido contrário ao da velocidade.
12. A Terra estará em queda livre à volta do Sol? Se sim, por que não cai para o Sol?

A Terra está em queda livre à volta do Sol pois, desprezando outras interacções, a única força que actua sobre ela é a força gravítica. Não cai para o Sol pelo facto de ter uma velocidade adequada que, em combinação com a força gravítica, determina a sua órbita elíptica.

**13.** Para responder à questão problema, utilize na sala de aula, a montagem experimental esquematizada na figura 2 do procedimento experimental.

**13.1.** Que grandeza física se deve medir experimentalmente?

A aceleração.

**13.2.** Quais são as variáveis a controlar durante a realização experimental?

A massa.

## Procedimento

**14.** Fazer uma **lista do material** a utilizar, tendo em conta a montagem esquematizada e o procedimento exemplificado nas fotografias seguintes.

**14.1.**



Utilizar uma noz para montar no suporte universal a garra que irá segurar a mola de madeira.

Suporte universal, noz, garra, mola de madeira

**14.2.**



Montar a célula fotoelétrica junto à base do suporte usando a outra noz.

Célula fotoelétrica, noz

14.3.



Ligar a célula fotoelétrica ao CBL2 e este à máquina de calcular gráfica.

CBL2, máquina de calcular gráfica, 2 fios de ligação

14.4.



Prender uma placa de acrílico transparente, rectangular (6,0 cm x 40,0 cm) com duas fitas adesivas opacas (massa  $m_1$ ), à mola de madeira.

Placa de acrílico, fita adesiva opaca, balança

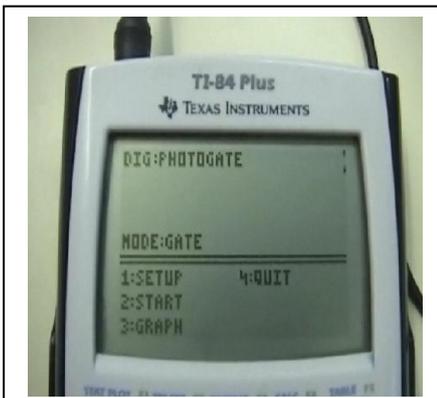
14.5.



Colocar no chão uma almofada de material que amortea a queda da placa.

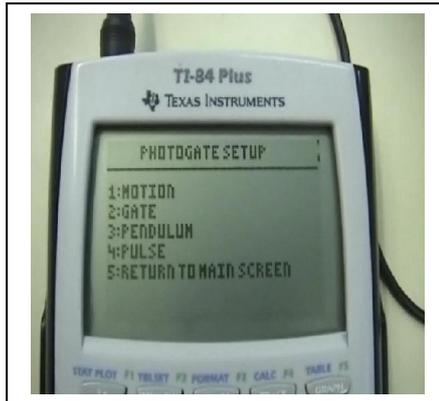
Almofada de plástico

14.6.



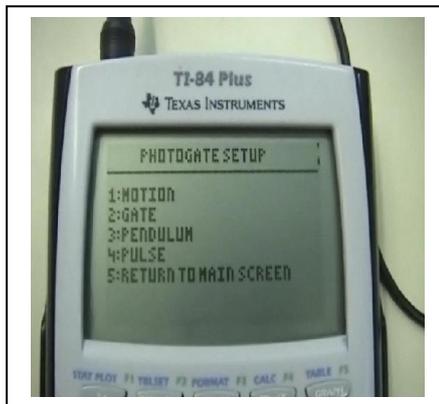
Seleccionar na calculadora gráfica o programa DATAGATE e escolher a opção 1: SETUP

14.7.



Seleccionar a opção **2: GATE**, que permite determinar os intervalos de tempo ( $\Delta t_1$  e  $\Delta t_2$ ) que cada fita opaca colocada na placa demora a passar no sensor, (estes intervalos de tempo permitem determinar as velocidades com que cada fita atravessa o sensor, sendo  $v_1$  a velocidade da primeira fita que atravessa o sensor e  $v_2$  a velocidade da segunda fita).  $\Delta y$  corresponde à largura de ambas as fitas.

14.8.



Para determinar o intervalo de tempo total ( $\Delta t_{total}$ ) entre a passagem da primeira fita e a passagem da segunda fita pelo sensor, seleccionar a opção **4: PULSE**

14.9.

Repetir as medições até ter três valores concordantes.

14.10.



Repetir novamente os passos de 6.3 a 6.9, utilizando duas placas de acrílico ligadas uma à outra, com fita adesiva e medir a respectiva massa ( $m_2$ ).

Placa de acrílico, fita adesiva, balança

14.11. Lista de material:

Descrição	Quantidade
Noz	2
Garra	1

Mola de madeira	1
Suporte universal	1
Célula fotoelétrica	1
CBL2	1
Calculadora gráfica	1
Placa acrílica	2
Fita adesiva opaca	1

15. Registrar as medições no quadro I

	Massa (g)	$\Delta t_1$ (s)	$\Delta t_2$ (s)	$\Delta t_{total}$ (s)
Uma placa de acrílico	90,0	0,0197	0,0071	0,1758
		0,0200	0,0070	0,1776
		0,0204	0,0071	0,1799
Duas placas de acrílico	182,5	0,0203	0,0070	0,1819
		0,0208	0,0070	0,1838
		0,0210	0,0071	0,1819
Largura da fita ( $\Delta y$ ) (m)	$1,9 \times 10^{-2}$	Modo: GATE		Modo: PULSE

Quadro I

16. A partir dos dados do quadro I, determinar as seguintes grandezas e registrar os valores no quadro II:

16.1.  $v_1$  (valor da velocidade correspondente à passagem da primeira fita opaca pelo sensor);

Calcular a partir da expressão matemática:  $v_1 = \frac{\Delta y}{\Delta t_1}$

16.2.  $v_2$  (valor da velocidade correspondente à passagem da segunda fita opaca pelo sensor);

Calcular a partir da expressão matemática:  $v_2 = \frac{\Delta y}{\Delta t_2}$

**16.3.**  $\Delta v$  (variação do valor da velocidade que corresponde à diferença entre  $v_2$  e  $v_1$ );

Calcular a partir da expressão matemática:  $\Delta v = v_2 - v_1$

**16.4.**  $g$  (valor da aceleração gravítica) e o erro percentual associado (percentagem do erro relativo  $\delta_r$ ).

Calcular a partir da expressão matemática:  $g = \frac{\Delta v}{\Delta t_{total}}$

e percentagem erro relativo:  $\delta_r = \frac{|g_{exp} - g|}{g} \times 100\%$

Massa (g)	Medições	$v_1$ (ms <sup>-1</sup> )	$v_2$ (ms <sup>-1</sup> )	$\Delta v$ (ms <sup>-1</sup> )	$g_{experimental}$ (ms <sup>-2</sup> )	$g_{experimental}$ médio (ms <sup>-2</sup> )	$\delta_r$ (%)
90,0	1	0,96	2,68	1,72	9,78	9,81	0,20
	2	0,95	2,71	1,76	9,91		1,12
	3	0,93	2,68	1,75	9,73		0,71
182,5	1	0,94	2,71	1,77	9,73	9,77	0,71
	2	0,91	2,71	1,80	9,79		0,10
	3	0,90	2,68	1,78	9,79		0,10

Quadro II

## Discussão de resultados/conclusões

Analisar os resultados obtidos pelos alunos, elaborando um texto no qual aborde os seguintes tópicos:

- Comparar os valores da aceleração obtidos experimentalmente nos dois casos entre si e com o valor-padrão ( $g=9,80 \text{ ms}^{-2}$ );

Os resultados obtidos experimentalmente para o valor de  $g$  são muito próximos um do outro (quer com uma placa de acrílico, quer com duas placas), e coincidem, aproximadamente, com o valor padrão, sendo o valor médio entre os dois  $9,79 \text{ ms}^{-2}$ .

- Tirar conclusões quanto à exactidão do valor determinado.

A incerteza relativa oscilou entre 0,10% e 1,12%. O 2º e 3º ensaio com o corpo de maior massa são os mais exactos, porque apresentam um menor erro relativo.

- Resposta ao problema proposto, fundamentada nos resultados da experiência.

A partir dos cálculos efectuados, foi possível verificar que o resultado obtido, experimentalmente, para o valor de  $g$  com corpos de massas diferentes ( $m_1 = 90$  g e  $m_2 = 182,5$  g) é respectivamente,  $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$  e  $g = 9,77 \text{ ms}^{-2}$ , ou seja valores muito próximos um do outro. O que nos permite concluir que, para lugares próximos da superfície da Terra (resistência do ar desprezável), todos os corpos em queda livre (que se encontrem no mesmo local), independentemente da sua massa ficam sujeitos à mesma aceleração gravítica.