

*Escola Secundária Dr. Manuel Gomes de Almeida*

## **Oficina de formação sobre a organização e utilização dos laboratórios escolares**



*Formadores: Vítor Teodoro, Carlos Cunha, Filipa Silva, Celeste Calado, João Fernandes*

*Formanda: Helena Pedrosa*

## Introdução

A actividade experimental apresentada neste guião é do âmbito da disciplina de Físico-Química A do 11º Ano e é realizada após a leccionação dos conteúdos relacionados com o estudo da mecânica, nomeadamente o estudo das Leis de Newton.

Nesta pretende-se que os alunos interpretem esquemas, observem, meçam, tirem conclusões, planeiem e repitam procedimentos experimentais de modo a perceberem e interiorizarem os conhecimentos adquiridos.

Dada a importância da nova tecnologia e consciente que cada vez mais a Ciência e a Tecnologia são faces da mesma moeda resolvi elaborar um guião para este trabalho com recurso ao sensor de movimento e à máquina gráfica TI 84, para além do computador e do software da Texas instrumnets “grapycal analyses for Windows”.

Na altura da realização desta actividade os alunos já aprenderam a trabalhar com o sensor, o programa da calculadora e o software do computador que lhes permite recolher e interpretar os dados e resultados obtidos.

Como metodologia prévia, na semana anterior à realização do trabalho experimental é pedido aos alunos para lerem e interpretarem o protocolo da actividade constante no manual adoptado.

No início da aula experimental, os alunos colocam as suas dúvidas e só depois de esclarecidos e conscientes dos objectivos do trabalho passam para o guião por mim apresentado.

O trabalho é efectuado e explorado em grupos de dois alunos.

## Guião para a realização da actividade experimental

### Identificação da actividade experimental :

#### **AL 1.3 – Será necessária uma força para que um corpo se mova?**

### Procedimento :

- Observem a imagem abaixo que traduz um possível esquema para a realização da actividade.



- Identifiquem os diferentes materiais necessários à realização desta actividade.

---

---

---

- Com o material disponível, façam uma montagem idêntica à da imagem.
- Apresentem a(s) justificação(ões) para alguns dos cuidados/alterações por vocês introduzidas, ou para a montagem por vocês efectuada.

---

---

---

---

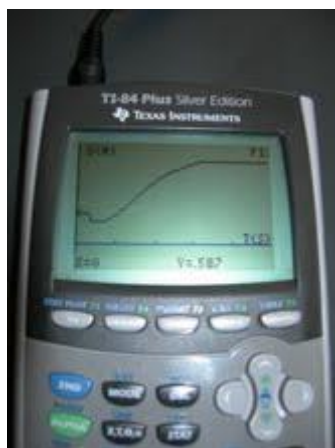
- Recorrendo à calculadora gráfica seleccionem o programa que vos permita recolher os dados enviados pelo sensor.



- Um aluno deve ligar o sensor e o outro em simultâneo largar a mão que segura o carro.



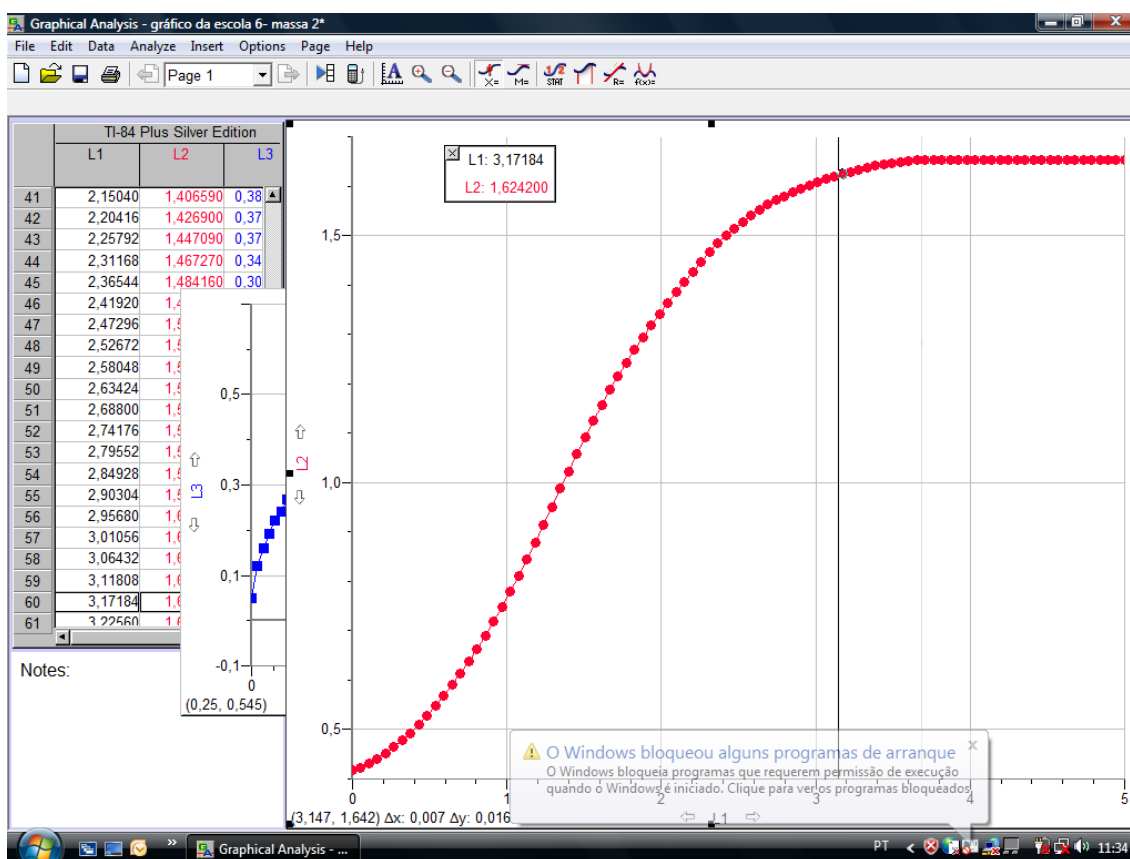
- Transferir os dados do sensor para a máquina.



- Efectuem a ligação da máquina ao computador e no programa “grapycal analyses for Windows” obtenham os gráficos distância em função do tempo e velocidade em função do tempo.



- Observem, na máquina e/ou no computador os resultados obtidos.



- Verifiquem se os resultados obtidos são os esperados tendo em conta os objectivos do trabalho.

- No caso dos resultados obtidos não corresponderem ao esperado, reflectam sobre o que terá falhado e só depois repetem o procedimento, com as devidas alterações caso necessário.

### Análise e discussão dos resultados:

- Analisem e discutam os resultados obtidos.
- Após análise e discussão, respondam às questões seguintes:

**A-** Refiram o instante de tempo em que terá ocorrido o embate da massa marcada com o solo.

**B-** Identifiquem as forças que actuam sobre o carrinho, antes e depois do embate da massa marcada com o solo (podem representar por esquema).

**C -** Caracterizem o movimento do carro nos diferentes intervalos de tempo.

**D-** Para o intervalo de tempo anterior ao embate da massa marcada com o solo, comparem a equação de ajuste aos dados da velocidade, com a expressão da lei das velocidades para o movimento rectilíneo e uniformemente variado.

**E-** Indiquem, para o intervalo de tempo referido em D, o valor da velocidade final e o valor da aceleração.

**F-** Determinem e caracterizem a força resultante no intervalo de tempo referido em D.

**G-** Para o mesmo intervalo de tempo, calculem o valor da força de atrito.

**H-** Apresentem agora uma resposta à questão problema desta actividade experimental: “Será necessária uma força para que um corpo se mova?”.

FIM

## Guião para a realização da actividade experimental

(Professor)

Identificação da actividade experimental :

**AL 1.3 – Será necessária uma força para que um corpo se mova?**

Procedimento :

- Observem a imagem abaixo que traduz um possível esquema para a realização da actividade.



- Identifiquem os diferentes materiais necessários à realização desta actividade.

Carro

Sensor de movimento (CBR2)

Máquina de calcular gráfica (TI 84 plus)

Tábua com cerca de 2m (polida para diminuir o atrito)

Roldana

Massas marcadas

Fio

Tesoura

Balança

- Com o material disponível, façam uma montagem idêntica à da imagem.

- Apresentem a(s) justificação(ões) para alguns dos cuidados/alterações por vocês introduzidos, ou para a montagem por vocês efectuada.

Cuidado de limpar a tábua com um óleo de madeira de modo a diminuir o atrito.

Utilizar um fio de comprimento tal que permita que o corpo embata no solo antes de o carrinho chegar ao fim da superfície horizontal.

Colocar devidamente o sensor de modo a que este consiga fazer as leituras correctas das grandezas relacionadas com o movimento do carrinho (tempo e distância).

Variar as massas marcadas de modo a poder inferir sobre a influência delas no valor da aceleração da primeira parte do movimento.

- Recorrendo à calculadora gráfica seleccionem o programa que vos permita recolher os dados enviados pelo sensor.



**TEXAS INSTRUMENTS** ⋮

**RANGER (V1.00)**

**PRESS [ENTER]**

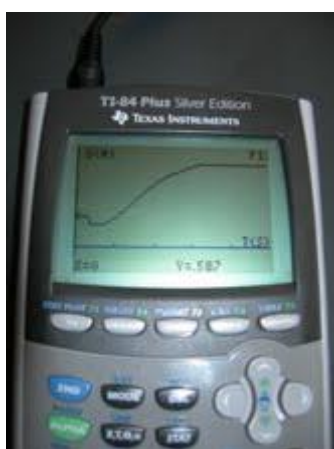
- Um aluno deve ligar o sensor e o outro em simultâneo largar a mão que segura o carro.





```
MAIN MENU
1: SETUP/SAMPLE
2: SET DEFAULTS
3: APPLICATIONS
4: PLOT MENU
5: TOOLS
6: QUIT
```

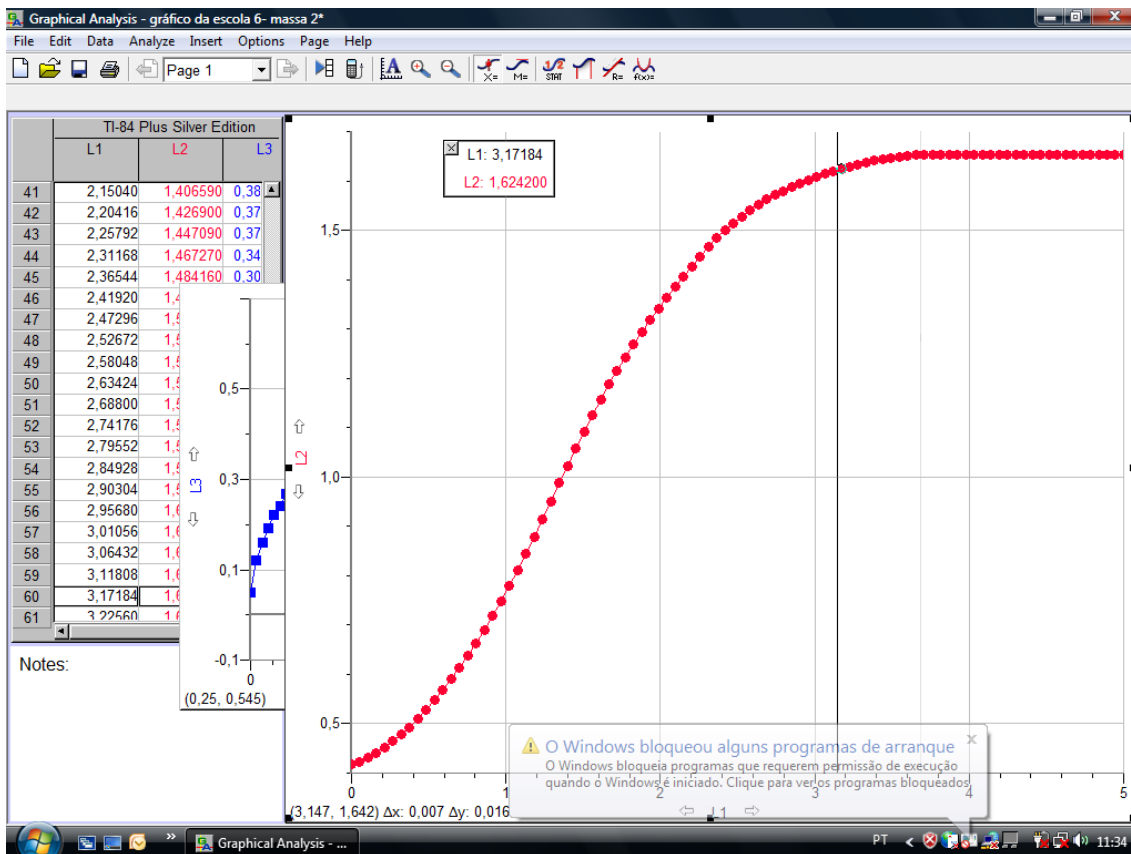
- Transferir os dados do sensor para a máquina.



- Efectuem a ligação da máquina ao computador e no programa “grapycal analyses for Windows” obtenham os gráficos distância em função do tempo e velocidade em função do tempo.



- Observem, na máquina e/ou no computador os resultados obtidos.



- Verifiquem se os resultados obtidos são os esperados tendo em conta os objectivos do trabalho.

## Resultados obtidos

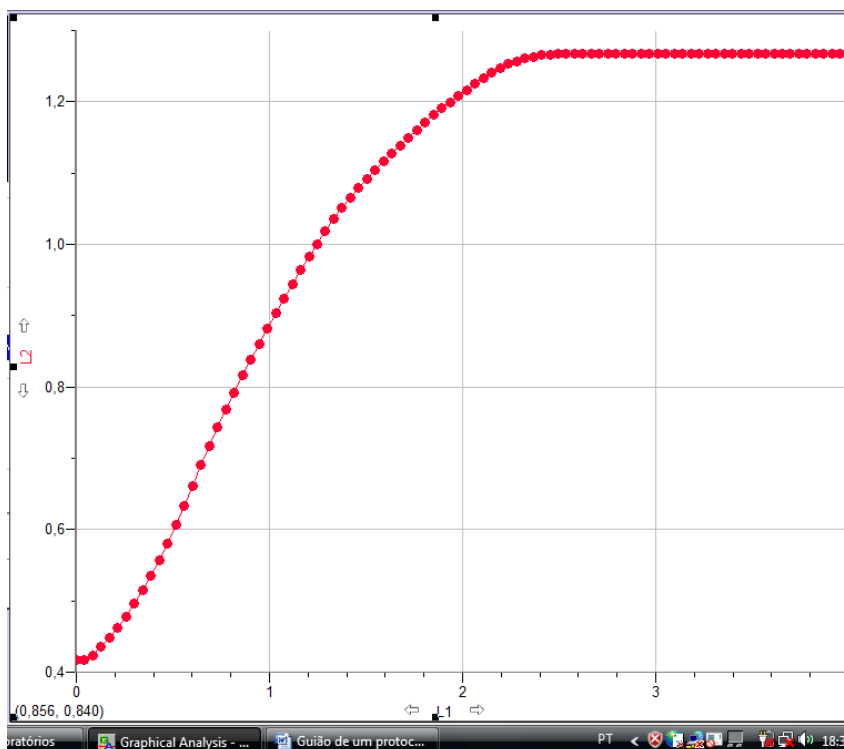
Foram feitas duas experiências com este procedimento e para cada uma das experiências foram realizados seis ensaios.

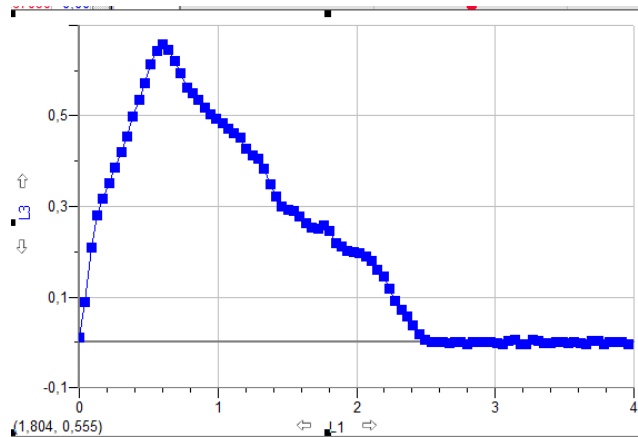
Para cada uma das experiências serão apenas analisados os resultados de um dos ensaios.

Experiência nº	Massa do carro/g	Massa marcada/g
1	1340	250
2	50	5,0

## Resultados obtidos com um carro de massa 1340g

TI-84 Plus Silver Edition			
	L1	L2	L3
1	0,000000	0,417649	0,0031970
2	0,043008	0,417374	0,0782060
3	0,086016	0,424376	0,2410200
4	0,129024	0,438106	0,3320000
5	0,172032	0,452934	0,3575300
6	0,215040	0,468860	0,3735000
7	0,258048	0,485061	0,3990400
8	0,301056	0,503184	0,4309500
9	0,344064	0,522130	0,4596900
10	0,387072	0,542725	0,4980000
11	0,430080	0,564966	0,5394900
12	0,473088	0,589130	0,5810000
13	0,516096	0,614942	0,6193100
14	0,559104	0,642401	0,6464300
15	0,602112	0,670546	0,6448400
16	0,645120	0,697868	0,6272900
17	0,688128	0,724503	0,6097300
18	0,731136	0,750315	0,5810000
19	0,774144	0,774479	0,5522600
20	0,817152	0,797819	0,5283200
21	0,860160	0,819923	0,5075600





Tendo em conta os objectivos do trabalho, o gráfico de L2 (distância do carrinho ao sensor, em metros, em função de L1 (tempo em segundos) deve ser uma linha curva que mostre que o movimento até ao instante em que a massa marcada (0,56 s) embate no solo é uniformemente acelerado. O gráfico de L3 (velocidade do carrinho em m/s) em função de L1 deve ser uma linha recta cujo valor do declive representa o valor da aceleração neste intervalo de tempo.

Num segundo intervalo de tempo, entre o instante em que a massa embate no solo (0,56 s) e um outro instante muito próximo o movimento do carrinho deveria ser rectilíneo e uniforme logo o gráfico de L2 em função de L1 seria uma linha recta cujo declive seria o valor da velocidade do carrinho e o gráfico de L3 em função de L1 deveria ser uma linha recta paralela ao eixo dos tempos.

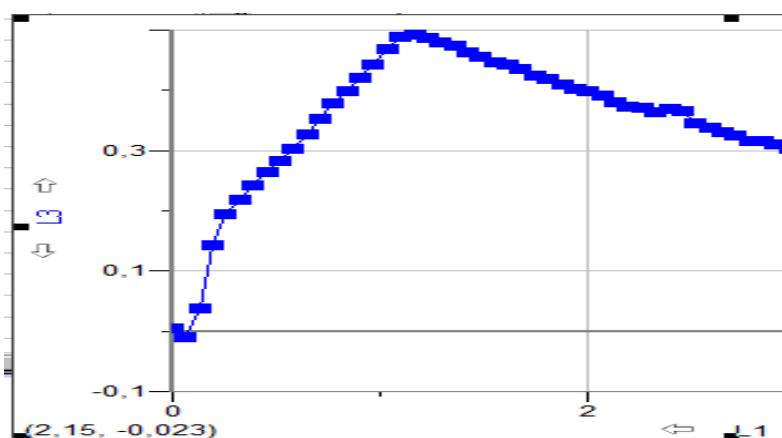
Num terceiro intervalo de tempo, devido ao atrito o gráfico de L2 em função de L1 deve ser novamente uma linha curva e o gráfico de L3 em função de L1 uma recta, no caso de o atrito ser constante.

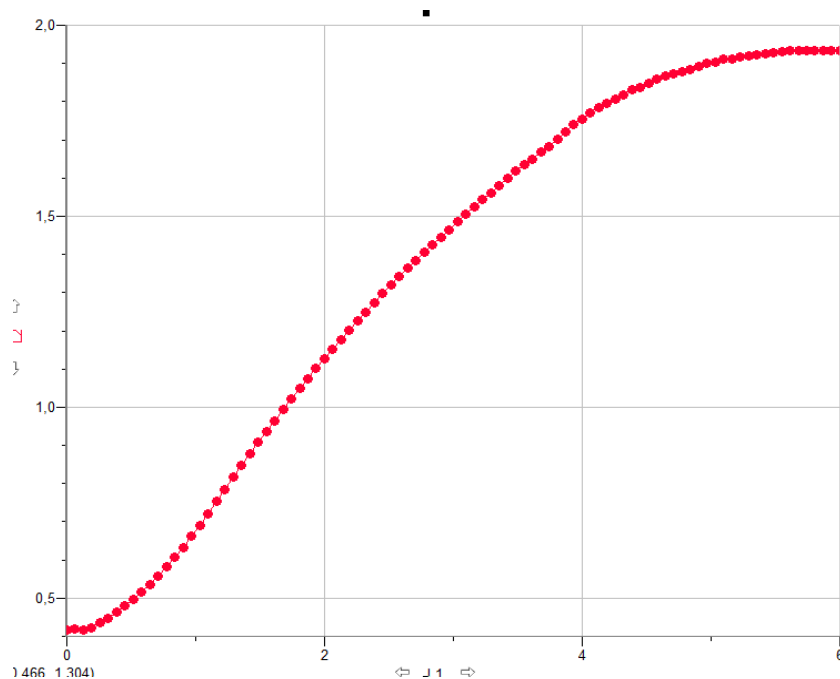
Ao fim de um certo tempo o carro acaba por parar, devido ao atrito.

- No caso dos resultados obtidos não corresponderem ao esperado, reflectam sobre o que terá falhado e só depois repetem o procedimento, com as devidas alterações caso necessário.

## Resultados obtidos com um carro de massa 50 g

TI-84 Plus Silver Edition			
	L1	L2	L3
1	0,000000	0,417649	0,005316
2	0,064512	0,418335	0,009579
3	0,129024	0,416413	0,037248
4	0,193536	0,423141	0,142593
5	0,258048	0,434811	0,194730
6	0,322560	0,448266	0,218130
7	0,387072	0,462956	0,242610
8	0,451584	0,479569	0,264960
9	0,516096	0,497143	0,281980
10	0,580608	0,515952	0,303260
11	0,645120	0,536272	0,327740
12	0,709632	0,558239	0,352210
13	0,774144	0,581716	0,377750
14	0,838656	0,606979	0,399040
15	0,903168	0,633202	0,420310
16	0,967678	0,661210	0,443730
17	1,032190	0,690454	0,469260
18	1,096700	0,721757	0,489490
19	1,161210	0,753610	0,492680
20	1,225720	0,785325	0,486290
21	1,290230	0,816354	0,479910





Análise e discussão dos resultados:

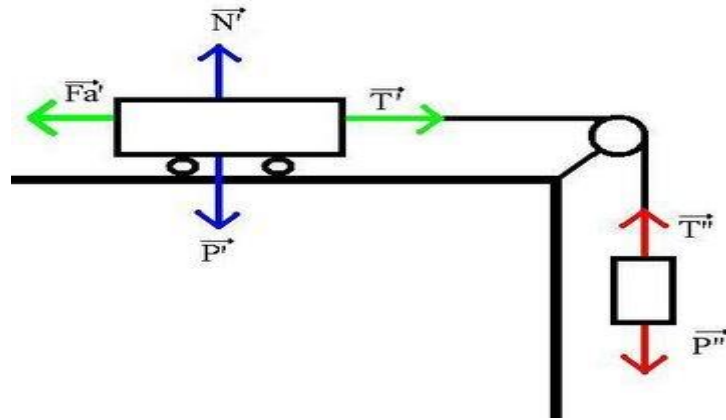
- Analisem e discutam os resultados obtidos.
- Após análise e discussão, respondam às questões seguintes:

**A-** Refiram o instante de tempo em que terá ocorrido o embate da massa marcada com o solo.

Experiência nº	Massa do carro/g	Instante de tempo /s
1	1340	0,56
2	50	1,16

**B-** Identifiquem as forças que actuam sobre o carro, antes e depois do embate da massa marcada com o solo (podem representar por esquema).

Antes



No centro de massa do carro estão aplicadas as forças representadas na figura:

$\vec{P}$ ,  $\vec{T}$ ,  $\vec{N}$ , e  $\vec{F}_a$ .

Depois:

No centro de massa do carro apenas estão aplicadas as forças:  $\vec{P}$ ,  $\vec{N}$ , e  $\vec{F}_a$ .

**C -** Caracterizem o movimento do carro nos diferentes intervalos de tempo.

Até aos 0,56 s, na primeira experiência, e até aos 1,16 s na segunda, o movimento pode ser classificado de rectilíneo e uniformemente acelerado.

O carro desloca-se numa trajetória rectilínea no sentido considerado positivo, e com velocidade positiva mas praticamente uniformemente acelerado.

Num segundo intervalo de tempo, muito apertado, o carro desloca-se numa trajetória rectilínea no sentido considerado positivo, e com velocidade positiva e praticamente constante, logo o movimento é rectilíneo e uniforme.

O valor da força resultante é praticamente zero pelo que pela segunda lei de Newton a aceleração também será.

Logo após os 0,56 s, na primeira experiência e 1,16s, na segunda, o movimento é rectilíneo e praticamente uniformemente retardado.

O carro desloca-se numa trajectória rectilínea no sentido considerado positivo, e com velocidade positiva mas uniformemente variável.

O valor da força resultante é igual ao valor da força de atrito pelo que a aceleração será negativa, fazendo assim com que o valor da velocidade diminua até atingir o valor nulo.

- D-** Para o intervalo de tempo anterior ao embate da massa marcada com o solo, comparem a equação de ajuste aos dados da velocidade, com a expressão da lei das velocidades para o movimento rectilíneo e uniformemente variado.

Expressão da Lei das velocidades:  $v = v_0 \pm at$

Experiência	Equação da recta	Factor de correlação
1 <sup>a</sup>	$v = 0,2150 + 0,7588t$	0,9938
2 <sup>a</sup>	$v = 0,1035 + 0,3518t$	0,9997

- E-** Indiquem, para o intervalo de tempo referido em D, o valor da velocidade final e o valor da aceleração.

Experiência	Velocidade final/ms <sup>-1</sup>	Aceleração/ms <sup>-2</sup>
1 <sup>a</sup>	0,6464	0,7588
2 <sup>a</sup>	0,4927	0,3518

- F-** Determinem e caracterizem a força resultante no intervalo de tempo antes da massa marcada embater no solo.

1<sup>a</sup> experiência

A partir dos resultados experimentais

$$Fr = ma \Leftrightarrow Fr = (1,34 + 0,25) \times 0,7588 \Leftrightarrow Fr = 1,21N$$

Valor da força resultante: 1,21 N

Direcção: Horizontal

Sentido: o do movimento do carro

Ponto de aplicação: centro de massa do carro



## 2ª Experiência

$$Fr = 55 \times 10^{-3} \times 0,3518 = 0,019 \text{ N}$$

Valor da força resultante: 0,019 N

Direcção: Horizontal

Sentido: o do movimento do carro

Ponto de aplicação: centro de massa do carro.

**G-** Para o mesmo intervalo de tempo, calculem o valor da força de atrito.

Se o atrito fosse desprezável o valor da força resultante seria o peso da massa marcada.

Massa marcada (B) - 250 g

$$P_B = mg$$

$$P_B = 0,250 \times 9,8 \Leftrightarrow P_B = 2,45 \text{ N}$$

A partir dos resultados experimentais obtidos pode concluir-se que o atrito não é desprezável e o valor da força de atrito é dada por:

$$Fr = P_B - Fa$$

$$1,21 = 2,45 - Fa \Leftrightarrow Fa = 1,24 \text{ N}$$

Massa marcada (B) - 5,0 g

$$P_B = 5,0 \times 10^{-3} \times 9,8 = 0,049 \text{ N}$$

$$Fr = P_B - Fa$$

$$0,019 = 0,049 - Fa \Leftrightarrow Fa = 0,030 \text{ N}$$

**H-** Apresentem agora uma resposta à questão problema desta actividade experimental: “ Será necessária uma força para que um corpo se mova?”.

Apesar de ser um intervalo de tempo relativamente curto (dado o atrito existente), verificou-se neste trabalho que quando a força resultante aplicada no carro é praticamente nula, momento em que a massa marcada embate no solo, o carro continua a mover-se com a velocidade atingida até esse instante.

Assim, em sistemas onde o atrito é desprezável, é possível provar a Primeira Lei de Newton: Se a força resultante que actua sobre um corpo for nula, ele manterá a sua velocidade ou, por outras palavras, o corpo ficará em repouso ou em movimento rectilíneo e uniforme.

Concluindo, um corpo pode mover-se, em movimento rectilíneo e uniforme, quando sobre ele não actua nenhuma força ou a força resultante é nula.