

## FÍSICA 11º ANO

### A.L. 1.4: SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO

#### Questão problema

“Será que a velocidade de um satélite depende da sua massa?”

#### Objectivo

Nesta actividade pretende-se:

- confrontar o movimento de um satélite geostacionário com o de um corpo que se move com movimento circular e uniforme.
- medir e caracterizar algumas grandezas físicas associadas ao movimento circular e uniforme, estabelecendo relações entre elas.

#### Contextualização

Num movimento circular uniforme, pode estimar-se a velocidade linear a partir do período, através da expressão:

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

A aceleração centrípeta ou normal relaciona-se com a velocidade linear pela expressão:

$$a = \frac{v^2}{r}$$

Se medirmos a força centrípeta que obriga um corpo de massa  $m$  a descrever um movimento circular uniforme, devemos medir um valor idêntico ao que se obtém usando a Lei Fundamental da Dinâmica ( $F = ma$ ), ou seja:

$$F_c = \frac{4\pi^2 r m}{T^2}$$

#### Conceitos a explorar:

Diga o que entende por:

- movimento
- força
- velocidade linear
- velocidade angular
- período do movimento
- aceleração centrípeta



### Questões pré-laboratoriais

Suponha um corpo em movimento circular e uniforme. Considere as seguintes grandezas físicas: massa ( $m$ ) do corpo, raio ( $r$ ) da trajectória e valor da velocidade angular ( $\omega$ ) com que o corpo se movimenta.

a) Identifique, para o movimento do corpo, a(s) que influencia(m) o(s) valor(es) da(o):

- período do movimento ( $T$ )
- frequência do movimento ( $f$ )
- velocidade do movimento ( $v$ )
- aceleração do movimento ( $a$ )
- resultante das forças que actuam no corpo ( $F_r$ )

b) Se a velocidade angular duplicar, e se o raio da trajectória e a massa do corpo forem constantes, o que acontece à aceleração?

c) Se o raio da trajectória for reduzido para metade e a velocidade angular e a massa do corpo forem constantes, o que acontece à aceleração?

### Equipamento

O equipamento Pasco ME-8088 permite investigar as relações entre força centrípeta, raio, massa e velocidade para um objecto em movimento circular uniforme.

São utilizados sensores para medir a força e a velocidade do corpo que roda.

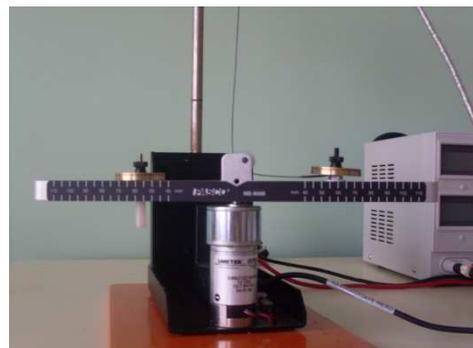
Pode variar-se:

- a velocidade, alterando a tensão fornecida ao motor eléctrico incluído.
- o raio, fazendo deslizar as massas ao longo das ranhuras do braço rotativo.
- a massa, utilizando diversas combinações das massas fornecidas com o equipamento.

O braço rotativo possui uma ranhura com duas massas presas ao longo do seu comprimento.

Uma das massas move-se livremente ao longo do comprimento da ranhura (“massa livre”).

A outra massa (“massa fixa”) é colocada



à mesma distância do centro que a “massa livre”, equilibrando assim o braço.

Um indicador na parte inferior da “massa fixa” passa pela photogate uma vez por volta, permitindo ao DataStudio calcular a velocidade angular e tangencial da massa.

### Especificações técnicas

<b>Braço rotativo</b>	<b>Comprimento 24,6 cm</b>
<b>Motor</b>	<b>12VDC, 0.5A</b>
<b>Suporte da” massa livre”</b>	<b>4,0 g (c/ parafusos)</b>
<b>Suporte da “massa fixa”</b>	<b>2,5g (c/ parafusos)</b>
<b>Parafuso</b>	<b>0,5 g</b>
<b>Massas</b>	<b>5 g , 10g, 20g</b>
<b>Destorcedor</b>	<b>12,5 g</b>

### Grandezas a medir experimentalmente:

Indique as unidades em que se exprimem as grandezas a medir nesta actividade:

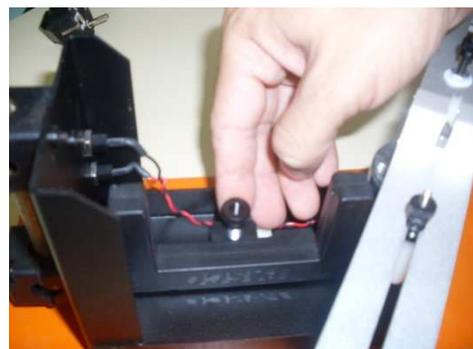
- Massa
- Força
- Raio da trajectória
- Tempo de revolução

### Instalação do equipamento

1. Efectuar a montagem do equipamento num suporte universal.



2. Fixar a photogate à base do aparelho usando o parafuso adequado.



3. *Instalar a haste de suporte do sensor de força.*



4. *Deslizar o sensor de força através da haste e fixá-lo através do parafuso superior.*



**Notas:**

- *ter atenção a que os fios que saem do sensor não interfiram no movimento do braço rotativo.*
- *não é necessário calibrar o sensor de força PasPort.*

5. *Aparafusar o destorcedor à parte de baixo do sensor de força.*



6. *Passar o cabo da argola do destorcedor, pela roldana e sobre o suporte da “massa livre”.*

**Nota:** *Passar sempre o cabo antes de adicionar a massa.*

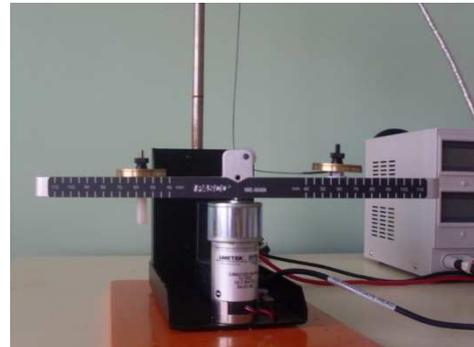


7. Adicionar uma massa ao suporte de “massa livre”; a seguir, apertar o parafuso para fixar a massa no lugar.

**Notas:**

- Para adicionar a “massa livre”, dispor os componentes sobre o suporte na seguinte ordem:
  - 1º- cabo
  - 2º- massa
  - 3º- parafuso para apertar
- Colocar o cabo sobre a anilha e a porca sobre o parafuso.
- Não colocar a massa sob o cabo, pois fazê-lo iria interferir com as medições.
- Permitir que a “massa livre” possa deslizar ao longo da ranhura. Se tal não acontecer poderá haver perdas significativas por atrito.

8. Adicionar uma massa ao suporte de massa fixa e usar o parafuso para segurar a massa no lugar



**Notas:**

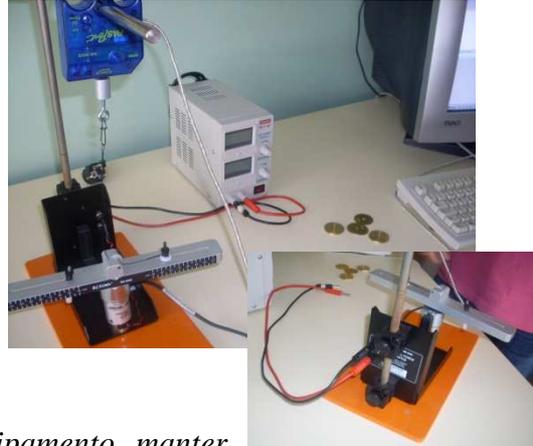
- Colocar massas iguais no suporte de “massas fixas” e “massas livres”.
- Assegurar-se da colocação da “massa fixa” a um raio igual ao da “massa livre” para não comprometer o equilíbrio da unidade quando roda.

9. Ligar a photogate e o sensor de força a uma interface PasPort (Usb link, por exemplo)



10. Ligar o aparelho de força centrípeta à fonte de alimentação.

11. Para ligar o motor do aparelho de força centrípeta, ligar a fonte de alimentação.

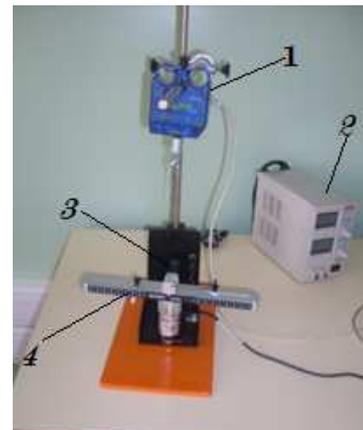


### **ATENÇÃO!!**

- Para evitar danificar o equipamento manter todos os cabos longe do motor e braço rotativo.
- Não se posicionar próximo do motor ou braço rotativo nem observar o braço rotativo ao nível dos olhos, para evitar possíveis ferimentos devido a este atingir o corpo.

### **Verificação de material**

Tendo por base as indicações para instalação do equipamento, identificar o equipamento a utilizar e referir a sua função.



### **Experiência – Força centrípeta vs velocidade**

Nesta experiência faz-se variar a velocidade modificando a tensão fornecida ao motor eléctrico enquanto a força centrípeta é continuamente medida pelo sensor de força.

O raio e a massa são mantidos constantes à medida que a velocidade aumenta.

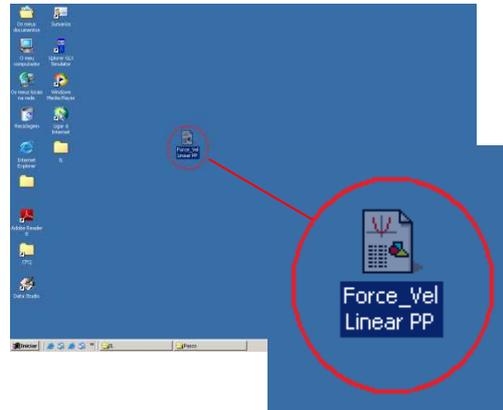
**Nota:** A velocidade da “massa livre” pode ser medida como velocidade angular ou velocidade linear.

### Modo de proceder

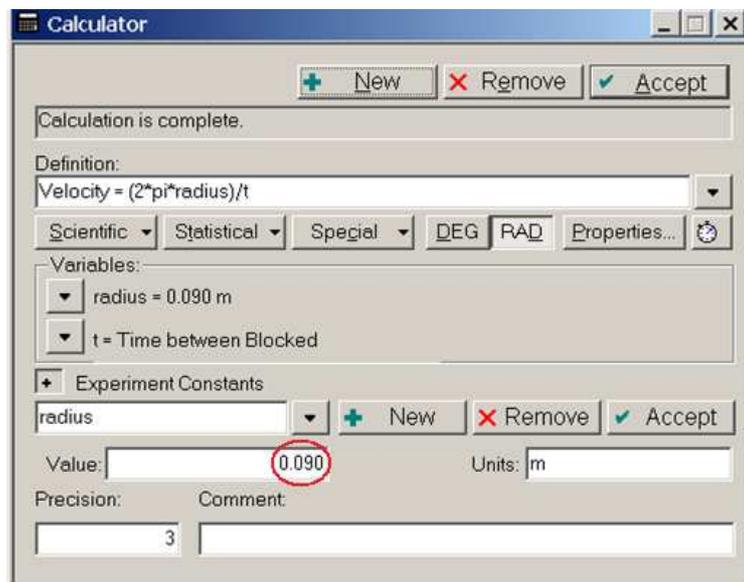
1. Depois de todo o equipamento devidamente instalado, abrir o aplicativo Pasco “Force\_Vel linear PP”.

### Dica para o professor

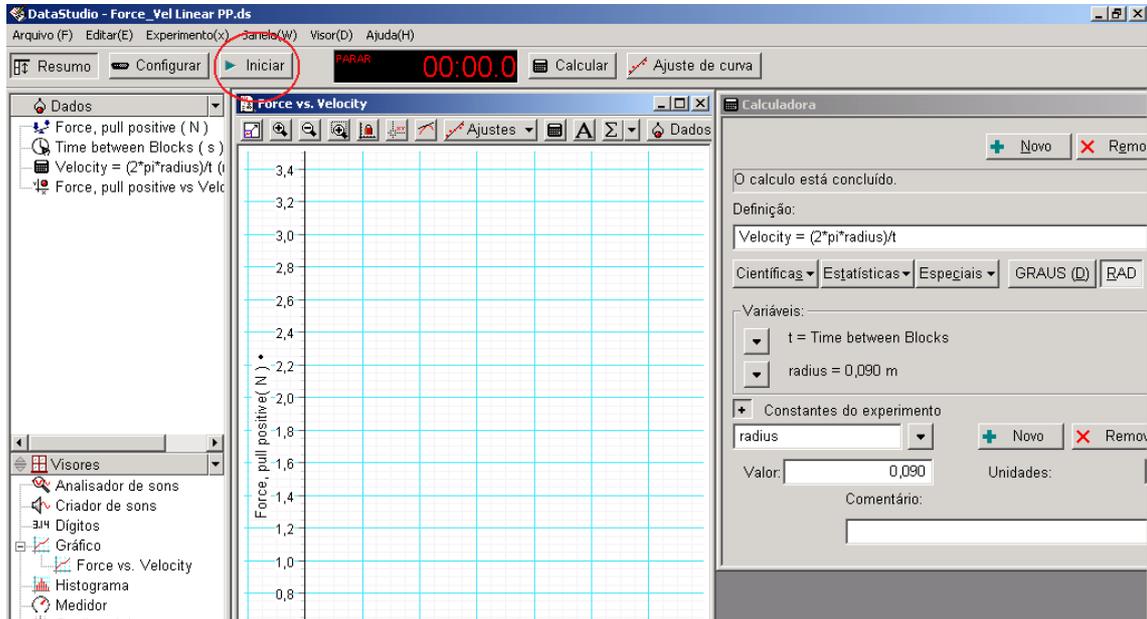
Para instalar o software DataStudio seguir as informações fornecidas pela J. Roma (ou pedir ajuda ao colega responsável pelo parque informático da escola)



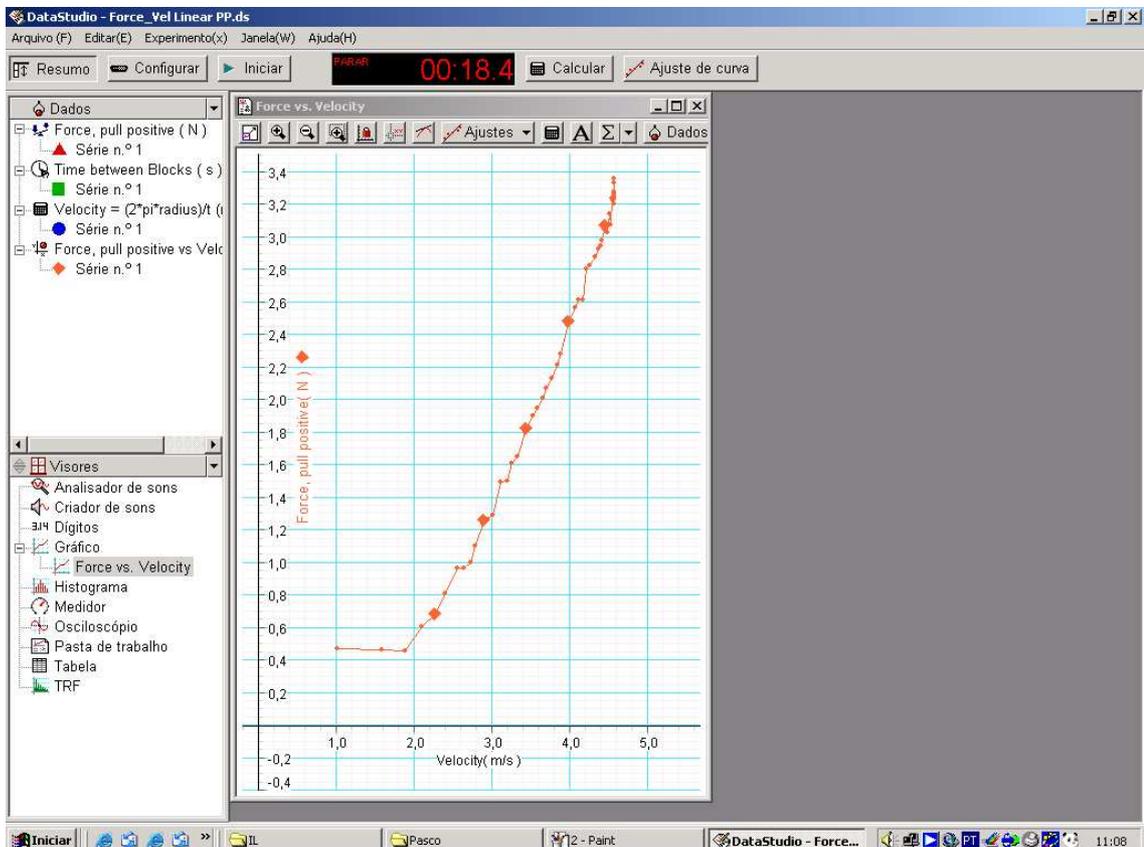
2. Na caixa de diálogo “Calculadora”, inserir no campo das constantes experimentais o valor do raio (em metros). Clicar em “aceitar”.



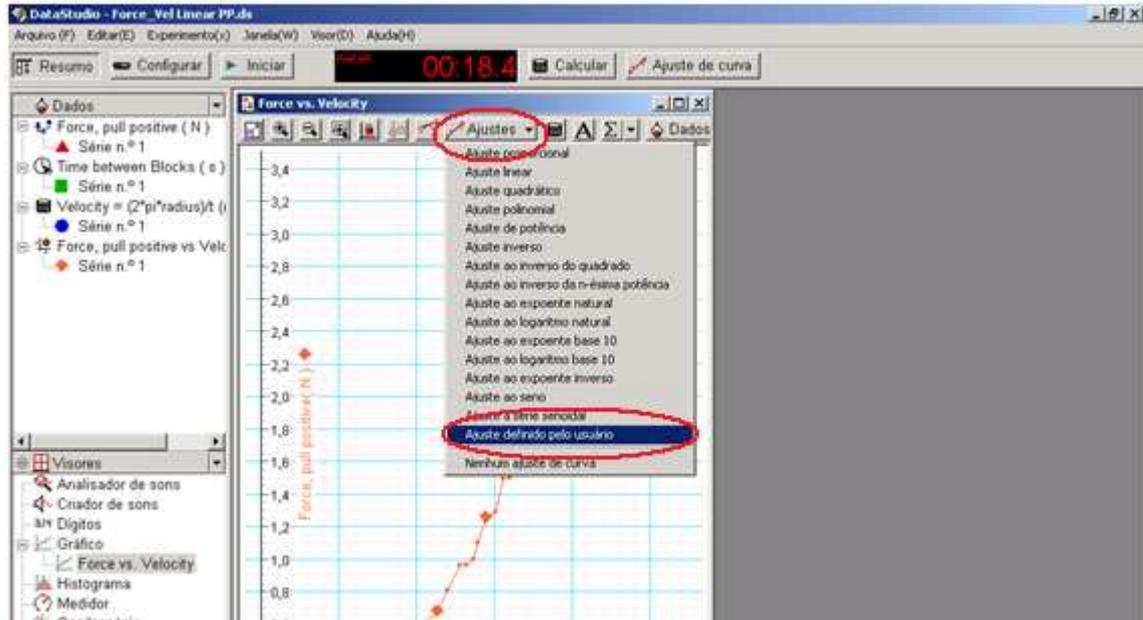
3. Clicar em “Iniciar” e simultaneamente, com a intensidade da corrente no máximo, fazer variar a d.d.p. não excedendo 7 a 8 V.



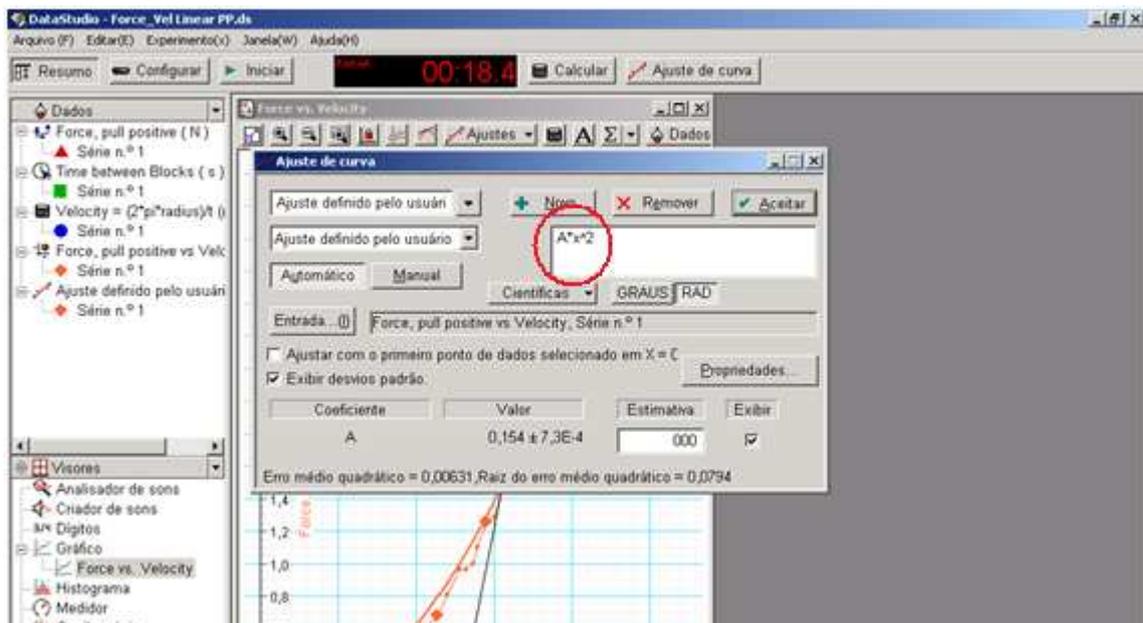
4. Obtidos os pontos desejados, clicar em “Parar” e levar a d.d.p. a zero.



5. Na janela do gráfico, clicar em “Ajustes” e seleccionar “Ajuste definido pelo usuário”



6. Inserir no campo à direita, a expressão  $A \cdot x^2$  e clicar em “Aceitar”.



7. Confrontar o valor do coeficiente obtido com o valor esperado, tendo em conta a Lei Fundamental da Dinâmica.



### **Bibliografia**

- Costa, A., Moisão, A., Caeiro, F., **Ver+** (novo), *Física A, 11º ano*, Plátano Editora, 2008
- Fiolhais, C. e tal, **11F**, *Física e Química A, Física - Bloco 2, 11º/12º ano*, Texto Editores, 2008
- Silva, A., Simões, C., Resende, F., Ribeiro, M., **Física 11**, *Caderno de laboratório, Física e Química A, 11º ano*, Areal Editores, 2008
- Silva, A., Simões, C., Resende, F., Ribeiro, M., **Física 11**, *Caderno do professor, Física e Química A, 11º ano*, Areal Editores, 2008
- *Manual do equipamento de força centrípeta Pasco ME-8088*, on-line em 13/07/10, em <ftp://ftp.pasco.com/Support/Documents/English/ME/ME-8088/012-08478B.pdf>
- *Satélite geoestacionário*, on-line em 04/07/10, em <http://www.centennialofflight.gov/essay/Dictionary/meteorology/DI63.htm>