

## AL 1.2 - Movimento vertical de queda e ressalto de uma bola: transformações e transferências de energia.

Autora : Fernanda Neri

TI-Nspire™

### Objetivos Geral

Investigar, com base em considerações energéticas (transformações e transferências de energia), o movimento vertical de queda e de ressalto de uma bola.

### 1. Metas Específicas

- Identificar transferências e transformações de energia no movimento vertical de queda e de ressalto de uma bola.
- Construir e interpretar o gráfico da primeira altura de ressalto em função da altura de queda, traçar a reta que melhor se ajusta aos dados experimentais e obter a sua equação.
- Prever, a partir da equação da reta de regressão, a altura do primeiro ressalto para uma altura de queda não medida.
- Obter as expressões do módulo da velocidade de chegada ao solo e do módulo da velocidade inicial do primeiro ressalto, em função das respectivas alturas, a partir da conservação da energia mecânica.
- Calcular, para uma dada altura de queda, a diminuição da energia mecânica na colisão, exprimindo essa diminuição em percentagem.
- Associar uma maior diminuição de energia mecânica numa colisão a menor elasticidade do par de materiais em colisão.
- Comparar energias dissipadas na colisão de uma mesma bola com diferentes superfícies, ou de bolas diferentes na mesma superfície, a partir dos declives das retas de regressão de gráficos da altura de ressalto em função da altura de queda.

### 2. Introdução Teórica

A variação da energia mecânica de um sistema está relacionada com a variação da energia cinética e da energia potencial desse sistema. A energia dissipada está também relacionada com a variação da energia mecânica.

Se deixarmos cair uma bola na vertical, esta ao colidir com o solo ressalta. Durante o movimento da bola, ocorrem transformações e transferências de energia entre a bola e as vizinhanças, deste modo a energia mecânica do sistema (bola-Terra) não se conserva. A bola no ressalto não sobe até à altura de que caiu pois mesmo que se despreze o efeito da resistência do ar há dissipação de energia quando a bola colide com o solo. Quando a bola bate no chão a sua energia interna varia devido a transferências de energia. A dissipação de energia pode estimar-se quando se relaciona com o valor do coeficiente de restituição. Numa colisão em que o alvo (neste caso o solo) é fixo, define-se coeficiente de restituição ( $e$ ) pelo quociente:

$$e = \frac{v_{afast}}{v_{aprox}}$$

em que  $v_{afast}$  corresponde à velocidade de afastamento e  $v_{aprox}$  corresponde à velocidade de aproximação (em relação ao solo). O coeficiente de restituição relaciona-se com a dissipação de energia e com a elasticidade dos materiais. Os valores de coeficiente de restituição estão compreendidos entre 0 e 1. Quando:

- $e = 0$  (Toda a energia é dissipada, a bola não ressalta (fica parada)).
- $e = 1$  ( $v_{afast} = v_{aprox}$ ) não há dissipação de energia e a bola sobe até à altura de queda.

Aplicando a Lei da Conservação da Energia Mecânica à queda e ao ressalto da bola, conclui-se que:

$$\frac{v_{afast}}{v_{aprox}} = \sqrt{\frac{h_{ressalto}}{h_{queda}}} = e$$



### 3. Prevê

1. Quando largamos uma bola com alguma elasticidade de uma certa altura ela ressalta. Será o ressalto da mesma altura com que largamos a mesma?
2. Como se comportam duas bolas com elasticidades diferentes?
3. Se substituirmos um piso liso por uma esponja a altura atingida por uma bola será igual?
4. Durante o movimento da bola - (queda → ressalto) - que transformações e transferências de energia ocorrem se se desprezar a resistência do ar?
5. Nesta experiência, haverá conservação de energia mecânica?

### 4. Material

Unidade portátil TI-Nspire

Lab Cradle


CBR

Bolas diferentes

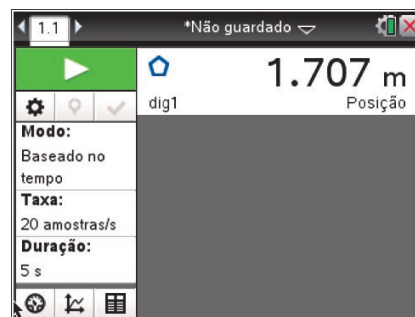
Esponja e/ou tecido





### 5. Procedimento

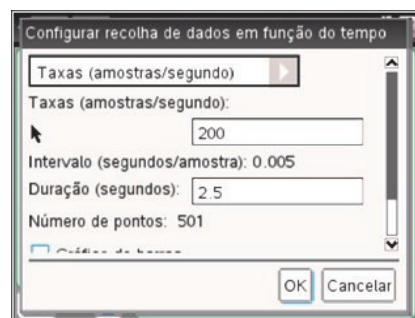
Liga o cabo de ligação à entrada digital do CBR ao canal digital do Lab Cradle ou diretamente o CBR à unidade portátil

Liga a unidade portátil, e escolhe a aplicação Vernier Data Quest 





É comum o sensor ser logo reconhecido aparecendo o seguinte ecrã



Escolhe um intervalo de tempo curto (2,5 s) para isso faz  →  : Experiência →  : Modo de recolha. →  : Baseado no Tempo. Preenchendo os campos indicados no ecrã. Quando terminares faz OK e continua com o procedimento a seguir indicado.

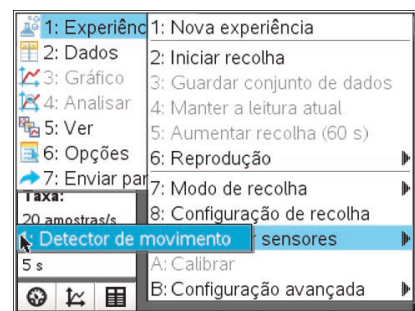


Coloca o CBR num suporte e colocar a bola no chão debaixo do sensor, de modo que este meça a altura a que está da bola e para além de inverter deve-se coloca o sensor a zero

 →  : Experiência →  : Configurar sensor →  : Detetor de movimento → Leituras invertidas → Zero




Coloca a bola a cerca de 30 cm do sensor de posição e quando o colega acionar o botão iniciar  larga a bola.

Repete a experiência usando uma bola diferente ou uma superfície de contacto diferente.



## 6. Resultados obtidos.


Organiza uma tabela na qual registes os valores recolhidos no gráfico com as alturas de queda e as alturas de ressalto. Para isso abre a página Listas e Folha de Cálculo

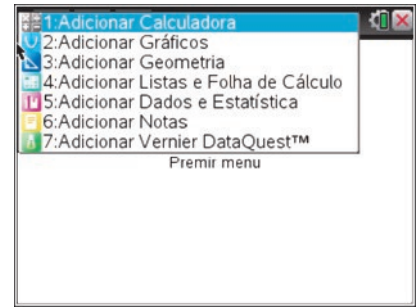
   [4]: Adicionar Listas e Folha de Cálculo

Elabora um gráfico da altura de ressalto em função da altura de queda correspondente a cada uma das bolas usadas ou às diferentes superfícies.

   [5]: Adicionar Dados e Estatística

Traça a reta que melhor se ajusta.

 → [4]: Analisar → [6]: Regressão



## 7. Reflete

1. Existirá conservação de energia mecânica nesta atividade? Justifica a resposta.
2. A que corresponde o declive da reta?
3. O valor do coeficiente de elasticidade está dentro dos valores que esperavas?
4. Que valor teria o declive da reta do gráfico se a altura do ressalto fosse igual à altura da queda? Poderia isto corresponder a uma situação real? Justifica.