



## Guia do Professor

### **Módulo: Energia** **Atividade: Um Salto Radical**

#### I - Introdução

Vamos agora a um salto de uma ponte de noventa metros de altura, seguro por um elástico amarrado nos pés. Qual é a sua primeira preocupação? O elástico, provavelmente. Então vamos estudar a fundo este elástico do qual depende a vida do saltador.

A escolha do elástico requer conhecimentos sobre a relação de proporcionalidade entre a Força elástica e a Distensão do elástico, determinando uma constante elástica que é característica extrínseca de cada elástico.

É dado para o aluno um conjunto de dados sobre um fio de elástico (um fio de um metro de comprimento que exerce uma força de 100 Newtons a cada metro que é esticado). O aluno poderá escolher o elástico, que será a segurança do saltador, juntando o número de fios que julgar conveniente, podendo também escolher seu comprimento.

O objetivo é aproximar o máximo da água, mas sem encostar a cabeça na água. Sendo assim, o comprimento do elástico ( $l$ ) mais distensão dele ( $y$ ) tem que ser menor ou igual a noventa metros. Igualando a Energia Potencial Gravitacional do saltador, quando ele está no alto da ponte, à Energia Potencial Elástica, quando o saltador está no ponto mais baixo, temos:

$$m \cdot g \cdot (l + y) = \frac{1}{2} \cdot K \cdot y^2 \quad \text{equação 1}$$

Rearranjando a equação 1, temos:

$$\frac{1}{2} \cdot K \cdot y^2 - m \cdot g \cdot y - m \cdot g \cdot l = 0. \quad \text{equação 2}$$

Para encontrar as raízes da equação de 2º grau acima, fazemos:

$a = 1/2 k$ ,  $b = mg$  e  $c = mgl$ , e substituindo em

$y = \frac{1}{2a} (b \pm \sqrt{b^2 - 4ac})$  temos:

$y = \frac{1}{k} (m g \pm \sqrt{(m g)^2 + 2 k m g l})$ .



Onde o valor de  $y$  será, então, a raiz positiva da equação 2.

Assim, é o cálculo feito a partir da Lei de Conservação da Energia mecânica Total do sistema composto pelo saltador, o elástico e a Terra. Partimos de um instante inicial e chegamos a um instante final, sem preocuparmos com a evolução temporal do sistema. No entanto, se quisermos acompanhar o sistema a todo instante, podemos utilizar as equações abaixo:

Depois de saltar da ponte e antes do elástico começar a esticar, o saltador cai, em queda livre, segundo a equação:

$$Y(t) = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Quando o elástico começa a esticar, o saltador passa a estar sujeito à ação de duas forças, a força peso e a força do elástico. O problema se complica, quando temos que calcular a força do elástico, pois ela depende de quanto ele está sendo esticado. A solução é utilizar um método numérico descrito pela equação abaixo:

$$Y_i(t) = l + (2gl)^{1/2} \cdot t + \frac{1}{2} \cdot (g - K/m \cdot (Y_{i-1}(t) - l)) \cdot t^2$$

Quando o elástico chega à distensão máxima, a força também é máxima, o saltador é lançado para cima, com velocidade um pouco menor do que a que começou a esticar o elástico, considerando agora as perdas no elástico. Ao ser lançado para cima, o saltador estará de novo, aproximadamente, em queda livre.

## II - Objetivos

Aplicar os conceitos de energia potencial elástica, energia potencial gravitacional, energia cinética.

## III - Pré-requisitos

Saber utilizar o Princípio de Conservação de Energia Mecânica.  
Determinar as energias potencial elástica, potencial gravitacional e cinética.

## IV - Tempo previsto para a atividade

1 hora aula.

## V - Na sala de aula



Como preparação, o professor poderá pedir uma pesquisa sobre esportes radicais e explorar, dentre as possibilidades, o Bungee Jump. Fazer também uma discussão sobre os riscos e os cuidados a serem tomados. E como objetivo principal, fará um cálculo para determinar algumas características do elástico que são imprescindíveis à segurança do saltador de Bungee Jump. A conclusão será feita analisando as grandezas que determinam o sucesso do salto.

#### Questões para discussão:

Qual é o risco?

Que precauções tomar?

Que valores podem ser medidos?

Como eles se relacionam?

A força exercida pelo elástico deve atuar lentamente ou rapidamente?

#### VI - Na sala de computadores

##### Preparação:

A sala de computadores deve estar organizada de maneira a acomodar dois alunos por computador.

##### Material necessário:

Os alunos deverão levar um material para rascunho e para elaborar um relatório sobre a atividade.

#### VII - Durante a atividade

A atividade é planejada para que o aluno não precise da ajuda do professor, este deverá ficar apenas de prontidão para qualquer dúvida.

#### VIII - Depois da atividade

##### Questões para discussão:

Então, é possível controlar completamente o risco?

#### IX - Avaliação

O aluno deverá escrever um relatório enfatizando os riscos e as medidas a serem tomadas para que a prática deste esporte, apesar de radical, seja segura.



## X - Atividades complementares

Avaliar o risco de outros esportes radicais

## XI - Referências bibliográficas

Projeto de Ensino de Física (Instituto de Física da Universidade de São Paulo). Conservação de Energia. São Paulo: MEC/FENAME/PREMEN, 1975.

GRAF (Grupo de reelaboração do ensino de Física). Física I: Mecânica. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1990.

HELOU, W. & NEVES, A.(editores). Física, parte III. (org. Physical Science Study Committee). São Paulo: Scipione, 1997.

HEWITT, P. Física Conceitual.(trad. Trieste Freire Ricce e Maria Helena). 9 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.