



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FLUMINENSE



Mestrado Nacional Profissional em Ensino  
de Física Sociedade Brasileira de Física  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
Fluminense

**Clayton Silveira Rangel**

## **- PRODUTO DIDÁTICO -**

**UMA INTERVENÇÃO DIDÁTICA  
DIFERENCIADA SOBRE CONSERVAÇÃO  
DE ENERGIA E A ATITUDE DOS ALUNOS  
FRENTE AO ENSINO DE FÍSICA**

Campos dos Goytacazes/RJ  
2017, 1º Semestre

## SUMÁRIO

<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>02</b>
<b>1º Momento - Levantamento das concepções prévias (1 aula) .....</b>	<b>3602</b>
<b>2º Momento - Estudo de texto sobre energia com viés CTSA (2 aulas) .....</b>	<b>3604</b>
<b>3º Momento - Estudo para contextualização do tema energia (1 aula) .....</b>	<b>09</b>
<b>4º Momento - Experimentos qualitativos (2 aulas) .....</b>	<b>3813</b>
<b>5º Momento - Análise quantitativa da energia mecânica (3 aulas) .....</b>	<b>22</b>
<b>6º Momento - Estudo histórico das hidrelétricas (3 aulas) .....</b>	<b>30</b>
<b>7º Momento - Visita técnica (2 aulas).....</b>	<b>35</b>
<b>8º Momento - Laboratório de Física Experimento quantitativo .....</b>	<b>35</b>
<b>Laboratório de Física Opcional.....</b>	<b>38</b>
<b>9º Momento - Simulação Computacional / Avaliação38 ativo.....</b>	<b>41</b>
<b>0º Momento - Término .....</b>	<b>46</b>

# ENERGIA E SUA CONSERVAÇÃO

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Estudos e especulações sobre a energia e sua conservação estiveram em evidência entre pensadores desde a antiguidade até os séculos XVIII e XIX, quando foram desenvolvidas diversas teorias semelhantes as que encontramos nos livros didáticos do ensino médio. Alguns protagonistas da primeira revolução industrial, personagens históricos dos mais importantes, são conhecidos como os pais do conceito moderno de energia. Vamos iniciar agora o estudo desse intrigante assunto, do ponto de vista da Física, apesar de ser um tema também presente em áreas como Filosofia e mesmo Teologia. Iniciaremos com algumas perguntas com o intuito de introduzir o tema e investigar as concepções alternativas sobre o tema em questão.

## PRIMEIRO MOMENTO INVESTIGATIVO

**Vamos conversar um pouco sobre energia?**

- i) O que você entende por energia? Dê alguns exemplos que você considere interessantes.

---

---

---

---

- ii) Fale um pouco sobre a importância da energia no seu cotidiano.

---

---

---

---

- iii) Quais assuntos relacionados à energia você gostaria mais de estudar?

---

---

---

---

- iv) Considere os movimentos dos objetos e dos seres vivos. Como tais movimentos podem ser produzidos?

---

---

---

---

---

- v) Um dos princípios da física trata-se da conservação de energia. No entanto, se a energia se conserva, ela não se perde. Por que então temos que nos preocupar com o consumo de energia elétrica? A energia pode acabar? A energia é eterna?

---

---

---

---

---

---

- vi) No Brasil, vimos durante este ano, que a falta de chuvas está relacionada com crise no mercado de energia elétrica. Na sua opinião, qual relação entre a falta de chuvas e o aumento das tarifas de energia elétrica?

---

---

- 
- 
- vii) Você pode sugerir algumas alternativas viáveis para o problema energético no Brasil?
- 
- 
- 
- 
- 

## SEGUNDO MOMENTO INVESTIGATIVO

### Estudo de texto sobre energia com viés CTSA

#### Crise hídrica e energética (ou “Quando os vilões se fazem de vítima”)<sup>1</sup>

Nesse verão, a crise hídrica, que regiões inteiras do Brasil já vivem há décadas, nacionalizou-se. Mais do que isso, através da crise hídrica, revelou-se o papel central da água. A crise hídrica transformou-se em “crise energética” no sul-sudeste e a crise energética, através da expansão desordenada das mega hidrelétricas, transformou-se em crise hídrica no norte do país, com o alagamento de estados inteiros próximos à bacia do Rio Madeira, onde estão localizadas as usinas hidrelétricas de Jirau e Santo Antonio.

O convívio entre seca e alagamento, escassez e abundância, traz à tona outro aspecto: os picos climáticos, consequência do aquecimento global. Mas, surpreendentemente, o que fazem os tecnocratas de plantão? Põem para funcionar as termelétricas, uma das formas mais eficientes de se produzir gases do efeito estufa e acentuar a possível causa climática que impulsiona a escassez hídrica e a “crise energética” a que ela, em tese, viria solucionar.

---

<sup>1</sup> BITTENCOURT, Carlos. Crise hídrica ou energética (ou “Quando os vilões se fazem vítimas”). *Insurgência*, 2014. Disponível em: <<http://www.insurgencia.org/crise-hidrica-e-energetica-ou-quando-os-viloes-se-fazem-de-vitima/>>.

Ao mesmo tempo, a “grita” empresarial com a escassez hídrica no Sul maravilha revela os interesses por trás da transformação da água e da energia em mercadorias. Engana-se quem pensa que a maior demanda hídrica/energética brasileira advém do consumo individual/familiar. São os grandes conglomerados empresariais os responsáveis pela maior parte da demanda desses recursos.

No caso da energia, o consumo doméstico há muito tempo mantém-se estável na casa dos 10% do consumo total nacional. Mas se olharmos apenas para a demanda do setor mineiro-metalúrgico temos a significativa cifra de 15,2% do total da demanda nacional. Sua demanda de 38.635.000 de toneladas equivalentes de petróleo (tep) foi bastante superior ao consumo residencial, das cerca de 50 milhões de famílias que vivem no Brasil, que somaram o montante de 23.761.000 tep. Apenas a mineradora Vale, em suas operações totais em 2012, teve um consumo de energia de 5.374.032,67 toneladas equivalente de petróleo. Ou seja, o equivalente a 2,27% de todo o consumo final energético do país.

Revela-se assim que a crise energética não está relacionada à incapacidade de produzir energia para a demanda já instalada. Especialmente, não está relacionada com a produção de energia para as pessoas e as necessidades básicas. A “crise energética” está intimamente ligada à necessidade de expansão dos negócios dessas empresas, está vinculada a uma estratégia de crescimento ilimitado em um mundo limitado. Essa é a crise deles, dos grandes, a crise dos tubarões que clamam por mais peixinhos para alimentarem-se. A CRISE ENERGÉTICA verdadeira, a nossa crise é a que é causada pela solução da crise deles, quando se amplia o número de hidrelétricas passando por cima de comunidades e biomas, quando se põe pra funcionar as termelétricas, se amplia a produção de petróleo ou a importação de carvão mineral. A “crise” deles diminui seus lucros, a nossa nos alaga, mata de sede ou intoxicação.

No caso da água a lógica é mais ou menos a mesma. O consumo consuntivo, quando há perda entre a vazão retirada dos rios e o que retorna ao curso d’água, aumentou 51,34% entre 2000 e 2010, no Brasil.

Quando analisamos a causa desse aumento vemos uma realidade parecida. Irrigação, mineração e indústria, concentram 69,1% de todas as outorgas de água do país. Apenas para citar um exemplo, a mineração teria sido responsável pelo consumo de 5.134.273.856,307 m<sup>3</sup> de água, em 2012 e a própria Agência Nacional de Águas (ANA) reconhece que este dado está subvalorado. Sem contar o consumo direto, estas atividades são responsáveis por grande parte da poluição das águas superficiais e

subterrâneas, como também nos é informado no relatório da ANA, mas que a empresa Vale sem qualquer vergonha nos expõe isso com mais clareza em seu Relatório de Sustentabilidade (sic).

Como se não bastasse, no final de 2013, a Agência Nacional de Petróleo ainda teve a audácia de incluir em sua 12ª rodada de leilões a possibilidade de exploração do gás de xisto no Brasil através do método de fraturamento hidráulico, conhecido mundialmente como fracking. Os principais blocos para exploração do fracking ofertadas nesse leilão se encontram justamente sobre dois de nossos principais aquíferos, o Guarani no Sul e o Parnaíba no Nordeste. O Fracking demanda uma enorme quantidade de água para funcionar, fraturando as rochas que contém o gás com a injeção de água sobre pressão, causando um aumento gigantesco na demanda hídrica nas regiões onde se instalam. Além disso, junto à água são misturadas mais de 650 substâncias químicas que podem vazar para os aquíferos, causando danos que ainda não podem ser medidos pela ciência. Falta dizer que vazamentos no processo de extração desse gás podem liberar na atmosfera gases dezenas de vezes mais danosos que o CO<sub>2</sub>.

Isso tudo se passa em um país com uma profunda injustiça no acesso a esses bens naturais comuns. Onde regiões inteiras são áridas, ou semiáridas e o acesso à água para o consumo humano é super restrita. Um ingênuo poderia imaginar que nestas regiões a banda toca em outro ritmo, mas infelizmente não é assim. Nessas regiões a dinâmica é ainda mais cruel. Projetos de transposição de bacias, como o do Rio São Francisco, ou a construção de minerodutos para o transporte de minério a base de água, no norte de Minas Gerais, mostram que a água não é para quem tem sede.

Olhemos para onde for e veremos que os mesmo setores que clamam aos quatro ventos a existência de uma crise hídrica e energética são os que criaram esta crise. É fundamental uma ampla aliança popular pelo direito à água e à energia. Em defesa de transição da matriz produtiva para um regime onde o bem estar das gentes venha antes do lucro das empresas. Uma transição desse tipo permitirá uma transição da matriz energética brasileira profunda, freando a expansão das hidrelétricas, diminuindo drasticamente a dependência petrolífera e carbonífera e ampliando o uso de meios alternativos de produção energética como a solar. Esse é o típico caso de que quanto mais crescimento econômico concentrado, mais crise. Que ninguém mais sofra com alagamentos, soterramentos ou sede. Água e energia não são mercadorias!

**Vamos refletir um pouco sobre o texto?**

- i) Qual a relação entre a falta de energia elétrica e a crise hídrica?

---

---

---

---

- ii) Que aspecto o texto destaca no que se refere a impactos ambientais e sociais causados pela construção das usinas hidrelétricas?

---

---

---

---

- iii) A diminuição dos recursos hídricos implica na redução da energia elétrica proveniente das hidrelétricas, principal fonte de transformação de energia elétrica no Brasil. O texto destaca que a solução utilizada pelo país passa por:

- a) reduzir o consumo de energia elétrica em todos os segmentos da sociedade, inclusive através do horário de verão.
- b) suprir o consumo de energia elétrica colocando em funcionamento as usinas termoelétrica.
- c) importar energia elétrica de outros países.
- d) utilizar fontes renováveis para transformação de energia elétrica, como a energia solar, biomassa, usinas eólicas e etc.

Justifique sua resposta:

---

---

---

---

- iv) Segundo o texto a intensificação do efeito estufa é a provável causa para o descontrole dos fenômenos climáticos, tais como, a escassez de chuvas. Qual a relação das termoeletricas com o efeito estufa?

---

---

---

---

- v) De acordo com as ideias expressadas no texto, qual é o maior consumidor de água e energia no Brasil?

---

---

---

---

- vi) Quando o texto se refere à energia, não tratando exclusivamente de energia elétrica, cita as indústrias, os veículos e até mesmo as pessoas fazem uso de vários tipos de energia além da energia elétrica. Cite 3 formas de energia diferentes da energia elétrica.

---

---

---

---

- vii) O texto afirma que as cerca de 50 milhões de famílias brasileiras consomem apenas 10% da energia total consumida no Brasil. Qual é o setor da sociedade que mais consome energia no país?

---

---

---

---

- viii) Releia o trecho do texto:

“Em defesa de transição da matriz produtiva para um regime onde o bem estar das gentes venha antes do lucro das empresas. Uma transição desse tipo permitirá uma transição da matriz energética brasileira profunda, freando a expansão das hidrelétricas, diminuindo drasticamente a dependência petrolífera e carbonífera e ampliando o uso de meios alternativos de produção energética.”

O que você entende por meios alternativos de produção de energia?

---

---

---

---

## TERCEIRO MOMENTO INVESTIGATIVO

### Texto

Iremos agora conversar um pouco sobre a energia e suas diversas manifestações, como também sobre a história da energia. Vamos lá?

### ENERGIA E SUAS MULTIPLAS FACES

A leitura desta página exige alguma fonte luminosa, que ilumine o papel, seja refletido e, depois, atinja seus olhos. Se a iluminação partiu do Sol, leva aproximadamente oito minutos para atingir o papel. Se for artificial, deve ser proveniente de alguma usina que transformou energia mecânica em energia elétrica. Tal energia chega até você quase instantaneamente através da propagação do campo elétrico pelos fios que compõem a rede de distribuição. Por exemplo, se for uma usina hidrelétrica, há várias transformações envolvidas: a energia mecânica (potencial gravitacional) é proveniente da queda de água armazenada na represa, que se transforma em energia de movimento (cinética) durante a queda, culminando com o movimento das turbinas e a geração da tão desejada energia elétrica. Se a usina for uma termoeletrica, as turbinas são acionadas pelo vapor de água obtido pela queima de combustíveis, como

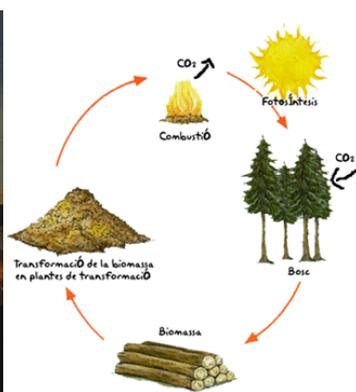


carvão ou gás. Se a usina for nuclear, a produção do vapor de água é proveniente da fissão nuclear de certos elementos químicos, que liberam grande quantidade de energia.



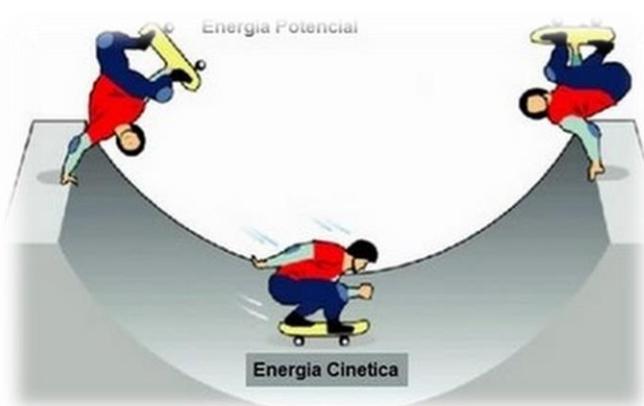
Voltando à questão da leitura da página, a luz que atinge a retina provoca um pulso eletroquímico, que percorre certos nervos até atingir o cérebro, onde a informação é codificada e registrada. Tudo que é

armazenado no cérebro demanda energia, ou seja, pensar dá trabalho e gasta caloria. Já imaginou uma dieta para emagrecer baseada no estudo: no final você está em forma e tirando 10 em todas as matérias.



Portanto, tudo demanda energia: pensar, digerir alimentos, andar, etc. Pode-se dizer que a energia é onipresente e nunca é destruída, mas, transformada. Inclusive há posicionamentos religiosos que irão relacionar a energia com a divindade, mostrando como tal conceito permeia inúmeras realidades.

Temos uma forma de energia associada ao movimento, denominada energia cinética; temos uma forma de energia associada à configuração do sistema, denominada energia



potencial; temos a energia química, luminosa, sonora, elétrica, atômica, dentre outras denominações possíveis. Todas as formas de energia podem transformar-se em energia térmica. Algumas transformações são reversíveis, outras não. Todo processo de transformação de energia em que haja produção de energia térmica, admite alguma perda, ou seja, há alguma dissipação na forma de calor. Há degradação de energia.

Toda atividade humana ocorre a partir de transformações energéticas. A ingestão de alimentos é a fonte primordial de energia para os humanos realizarem suas atividades. Já as plantas realizam a síntese primária de produção de energia, a fotossíntese. De uma maneira geral, toda energia utilizada pelos humanos provém do Sol, já que nosso alimento ou é vegetal ou utiliza os vegetais para sobreviver, como o gado e as aves que consumimos.

De toda energia liberada pelo Sol apenas uma pequena fração é absorvida pela Terra, melhor dizendo, um bilionésimo. Desse total, apenas 0,1% é utilizado por plantas na realização da fotossíntese.

## UM POUCO DE HISTÓRIA

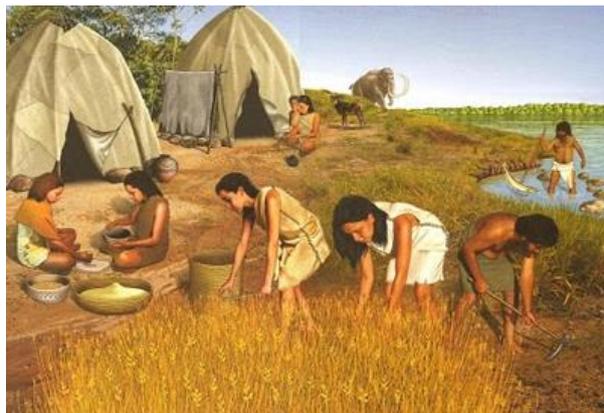
A história da humanidade e a história da energia estão intimamente interligadas. Na pré-história, quando os homens descobriram as utilidades do fogo em proveito próprio, inicia-se um longo relacionamento de sucesso. Com a descoberta do homem pré-histórico sobre a produção de fogo, com o atrito de pedras e



e madeiras, começa o domínio do homem sobre a produção de energia. Há 20.000 anos os seres humanos aprenderam a utilizar o calor e a luz do fogo para cozinhar e aquecer as noites frias do inverno. Há indícios de que os primeiros homens que conheceram o fogo moravam onde hoje é a China e a data remete há 300 mil anos.

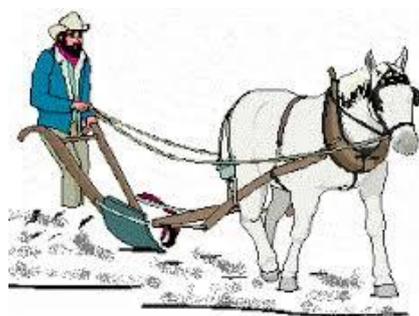
No processo da combustão, a energia solar armazenada pela madeira na fotossíntese é liberada na forma de calor. A combustão é uma reação química entre o carbono da madeira e as moléculas do oxigênio ( $O_2$ ) do ar.

O desenvolvimento da agricultura, há mais de 15.000 anos, foi um marco importante na apropriação da humanidade dos recursos energéticos ofertados pela natureza, principalmente o Sol. Com o advento da agricultura, tem início a produção de todo um conjunto de equipamentos como ferramentas, panelas e outros utensílios.



Há também um importante desenvolvimento, na perspectiva do uso de energia, com o advento da extração de ferro, por volta de 5.000 anos atrás. Por exemplo, foi inventado o arado de ferro puxado por animais.

Durante a Idade Média houve vários aperfeiçoamentos na utilização de recursos naturais, com repercussão no aumento da produção. Por exemplo, a roda d'água e o moinho de vento permitiram ampliar o trabalho da moagem de grãos.



O mercantilismo tem suas origens no acúmulo de excedentes provocados pela otimização na utilização dos recursos naturais, ou seja, na utilização da energia. Enfim, surge o Renascimento (séc. XIV-XVII) e no século XVIII, a primeira Revolução Industrial, com a invenção da máquina à vapor e o desenvolvimento da indústria têxtil e metalúrgica.

## QUARTO MOMENTO INVESTIGATIVO

### Experimentos<sup>2</sup>

Agora serão realizados alguns experimentos relacionados ao tema conservação da energia.

### I – CONSERVAÇÃO DA ENERGIA<sup>3</sup>

#### Objetivo

O objetivo deste experimento é mostrar a transformação da Energia Potencial Gravitacional em Energia Cinética, ilustrando a Conservação da Energia Mecânica.

#### Questões

- i) Você sabe o que é energia potencial gravitacional? Fale um pouco sobre este assunto e escreva tudo que conhece sobre tal tema.

---

---

---

---

---

- ii) Você sabe o que é energia cinética? Fale também um pouco sobre isto.

---

---

---

---

---

---

<sup>2</sup> Tal atividade tem um caráter introdutório e será explorada visando o tema da conservação da energia. Em outro momento será realizada uma atividade de aplicação de conhecimentos com enfoque quantitativo.

<sup>3</sup> Baseado no experimento idealizado sob a coordenação de Lavarda (s. d.) e disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec28.htm>.

- iii) Faça o mesmo sobre a energia mecânica e sua conservação.

---

---

---

---

---

### **Atividade**

Pesquise em casa, junto com seu grupo (mostrar ao professor no próprio caderno, individualmente) as deduções matemáticas das equações que definem as energias cinética e potencial gravitacional.

### **O Experimento**

O experimento procura ilustrar que quanto maior a energia potencial gravitacional no início do movimento de queda de um objeto, maior será sua energia cinética ao final da queda. O valor da energia cinética poderá ser avaliado através de um mecanismo de frenagem do objeto que está em queda. No experimento em questão, uma bolinha em um plano inclinado transfere sua energia mecânica para um copo. No decorrer do movimento, a bolinha transforma sua energia potencial gravitacional em energia cinética. Durante o movimento há diminuição da energia potencial gravitacional e aumento da energia cinética. Devido à conservação da energia mecânica, desprezando as perdas por atrito, a energia potencial gravitacional se transforma em energia cinética. Após a colisão com o copo, a energia cinética da bolinha é toda transformada em outras formas de energia: energia térmica e sonora do barulho que o copo faz. O atrito sobre o copo é praticamente constante. E o copo necessita de uma quantidade fixa de energia cinética para vencer uma distância fixa. Portanto, se o copo se desloca mais, significa que recebeu mais energia cinética.

Quanto mais alta estiver a extremidade do sistema de réguas, mais energia potencial gravitacional a bolinha terá. Ao rolar pelo plano inclinado, a bolinha adquire energia cinética que é transferida para o copo, que por sua vez adquire distâncias maiores, de acordo com a energia que receber da bolinha. Seu movimento é interrompido por causa do atrito.

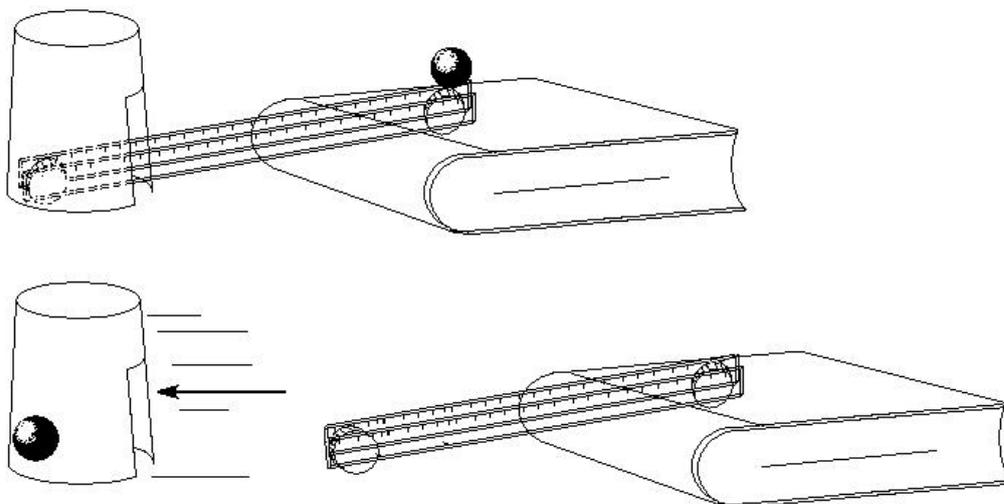
### **Material**

<b>ÍTEM</b>	<b>Observações</b>
copo plástico	300ml.
2 tampinhas plásticas de refrigerante	Serão usadas para manter separadas as duas réguas.
2 réguas de 30cm	Para formar a rampa de rolamento do sistema.
suportes	Qualquer material para elevação do sistema de réguas: livros, cadernos, etc...
bolinha de vidro	
fita adesiva	

### **Montagem**

- Faça um orifício retangular no copo de acordo com a figura.
- Com fita adesiva, fixe as tampas plásticas nas extremidades de uma das réguas.
- Fixe a outra régua sobre a outra face das tampinhas para formar uma canaleta por onde passará a bolinha.
- Coloque o copo em uma das extremidades da régua de tal modo que toque a face posterior do copo.
- Levante a outra extremidade da régua usando como suporte um livro.
- Coloque a bolinha na parte de cima do suporte.
- Libere a bolinha usando diferentes suportes que correspondam a diferentes alturas.
- Observe o comportamento do copo.

## Esquema



## Atividade

Faça um breve relatório de suas observações.

---

---

---

---

---

---

---

## II – CONSERVAÇÃO DA ENERGIA<sup>4</sup>

### Objetivo

O objetivo deste experimento é mostrar a transformação da Energia Potencial Gravitacional em Energia Cinética, ilustrando a Conservação da Energia Mecânica.

### O experimento

Neste experimento há a possibilidade de identificar uma transformação de um tipo de energia em outro. Inicialmente um objeto possui energia potencial gravitacional.

---

<sup>4</sup> Baseado no experimento idealizado sob a coordenação de Lavarda (s. d.) e disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec31.htm>.

Essa energia está armazenada no sistema Terra-objeto e vai diminuindo à medida que o objeto e a Terra se aproximam. A energia potencial gravitacional de um objeto se transforma em energia cinética do objeto, que está associada ao seu movimento, a medida que o corpo perde altura e vai adquirindo velocidade.

A idéia do experimento é mostrar que, devido à conservação da energia mecânica, quanto maior a energia potencial gravitacional no início do movimento de queda, maior será sua energia cinética na parte mais baixa de sua trajetória.

No experimento, o balde transfere sua energia para um bloco parado sobre uma folha de papel fixada no piso (figura no esquema de montagem). Ao iniciar o movimento, o balde começa a transformar sua energia potencial gravitacional em energia cinética. Devido à conservação da energia mecânica, no ponto mais baixo da trajetória, toda energia potencial gravitacional que o balde perde se transforma em energia cinética. Estamos desprezando as perdas. Mas na verdade há também a ocorrência de energia térmica e sonora. Com relação ao bloco, quanto maior for o seu deslocamento, maior será a transferência de energia. Com relação ao balde, sua energia potencial dependerá de sua altura e de sua massa.

## Material

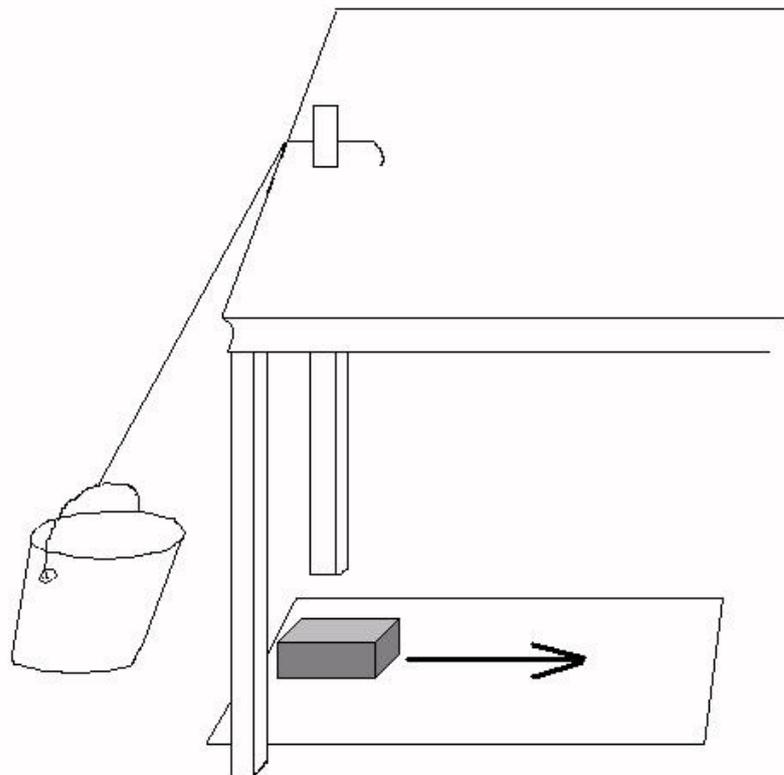
ÍTEM	Observações
balde	O balde deverá possuir uma alça.
barbante	O comprimento do barbante depende da altura da mesa utilizada.
fita adesiva	
papel	Papel em branco tipo A <sub>4</sub> .
bloco	Uma caixa grande de fósforos ou de chá, por exemplo.
massas	Qualquer material para pôr no balde.

## Montagem

- Prenda o barbante na alça do balde.
- Fixe, com fita adesiva, a outra extremidade do barbante na mesa.
- Fixe o papel no piso, conforme o esquema a seguir.
- Posicione o bloco no piso.
- Puxe a parte de trás do balde até uma certa altura. Solte-o, permitindo-o colidir com o bloco.

- Marque as posições que o bloco se moveu no papel para cada massa colocada no balde.

### Esquema



### Atividade

Faça um breve relatório de suas observações.

---

---

---

---

---

---

---

---

### III – CONSERVAÇÃO DA ENERGIA<sup>5</sup>

#### Objetivo

O objetivo deste experimento é mostrar a transformação da Energia Potencial Gravitacional em Energia Cinética, dando ênfase à Conservação da Energia Mecânica.

#### O experimento

No experimento em questão podemos novamente identificar uma transformação de um tipo de energia em outro, ou seja, energia potencial gravitacional em energia cinética. A idéia é mostrar que a energia potencial gravitacional no início do movimento de queda de um objeto depende da altura de queda e independe da distância a ser percorrida pelo objeto.

Utilizamos duas canaletas de diferentes comprimentos, mas com a altura inicial sendo a mesma nos dois casos. Assim a energia potencial gravitacional será igual nas duas situações. Portanto, a energia cinética da bolinha deverá ser a mesma ao final das duas canaletas, apesar das distâncias serem diferentes. Parte desta energia cinética é transferida para o copo que se move e parte é perdida em energia térmica e sonora, decorrentes do movimento. Iremos desprezar tais perdas.

Vamos observar o deslocamento dos copos e tentar inferir alguma hipótese sobre os resultados das observações.

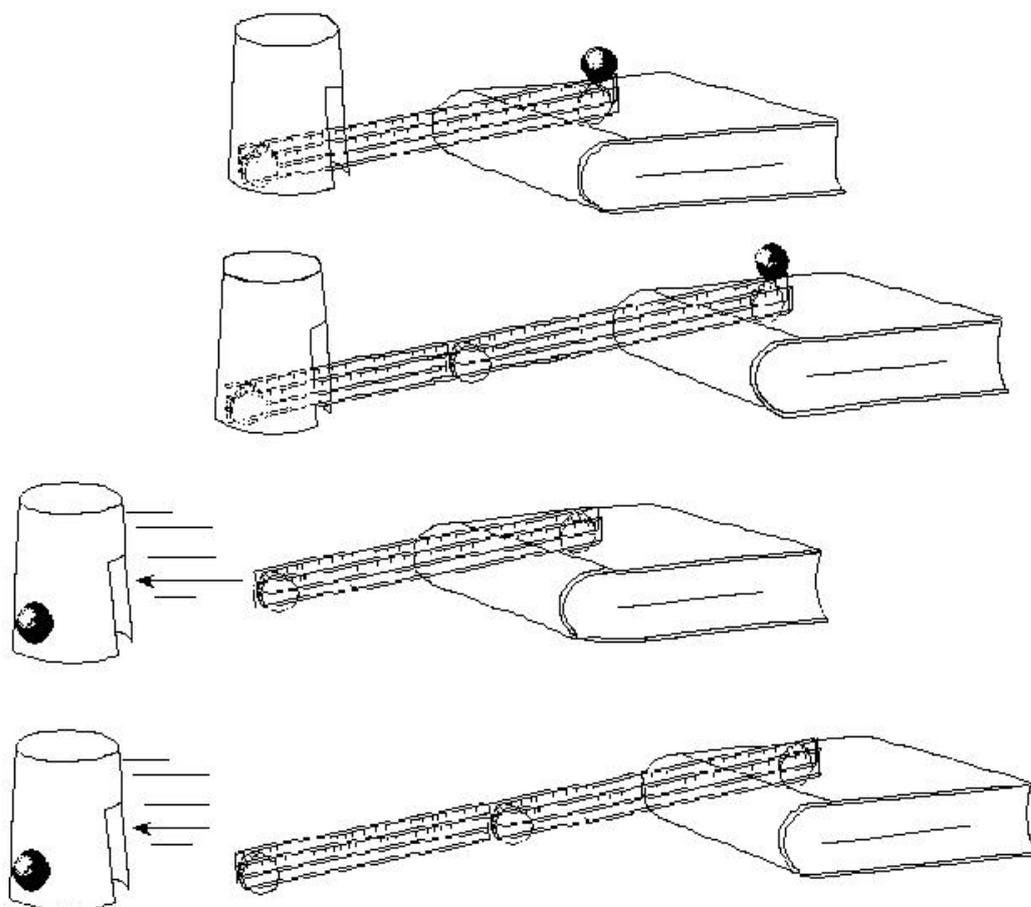
#### Material

ÍTEM	Observações
2 copos plásticos	300ml.
5 tampinhas plásticas de refrigerantes	Serão usadas para manter separadas as réguas.
2 réguas de 60 cm e 2 de 30cm	Para formar a rampa de rolamento do sistema.
fita adesiva	

---

<sup>5</sup> Baseado no experimento idealizado sob a coordenação de Lavarda (s. d.) e disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec33.htm>.



**Esquema****Atividade**

Faça um breve relatório de suas observações.

---

---

---

---

---

---

---

## QUINTO MOMENTO INVESTIGATIVO

### Texto

Iremos agora conversar um pouco sobre o conceito de **trabalho** e como é possível através de seu cálculo chegarmos às relações matemáticas referentes à energia potencial gravitacional e à energia cinética. Vamos lá?

### ENERGIA MECÂNICA

A energia manifesta-se de várias formas e é difícil defini-la de forma precisa e menos abstrata. Uma das maneiras de definir energia é considerá-la como capacidade de realizar trabalho. Sendo o trabalho uma grandeza física que foi criada para medir as trocas de energia. Quanto maior for a capacidade de realizar trabalho, maior será a energia associada ao sistema.

Quando você empurra um armário, o trabalho realizado é proporcional à força exercida sobre o armário e ao deslocamento dele. Agora iremos estudar essa grandeza, trabalho.

### FORÇA E TRABALHO

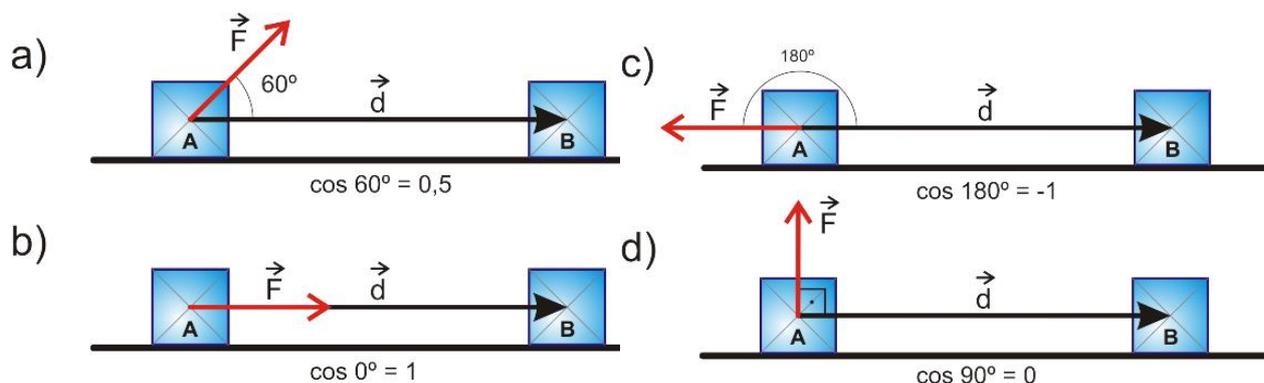
O trabalho  $\tau$  de uma força  $\mathbf{F}$ , agindo no deslocamento  $\mathbf{d}$  de um objeto, é definido como o produto do deslocamento pela força e pelo cosseno do ângulo entre eles ( $\cos\Theta$ ):  $\tau = \mathbf{F} \cdot \mathbf{d} \cdot \cos \Theta$ . É por meio do trabalho que se mede a transferência útil de energia mecânica. Neste caso, a importância do  $\cos \Theta$  é permitir a projeção ortogonal da força na direção do deslocamento, pois se o ângulo entre a força e o deslocamento for igual a  $90^\circ$ , não há trabalho. O ideal é que o ângulo seja igual a zero para haver o maior aproveitamento possível da força. Logo adiante veremos um exemplo para entender melhor o que foi dito.

No SI, a energia e também o trabalho são medidos em joules (J), que corresponde à unidade de medida de força, o newton (N), multiplicado pela unidade de medida de deslocamento, o metro (m). Assim:  $1\text{J} = 1\text{N} \cdot 1\text{m}$ .

Em unidades básicas do SI: temos  $1\text{N} = 1\text{kg} \cdot 1\text{m}/\text{s}^2$ , logo:  $1\text{J} = 1\text{kg} \cdot 1\text{m}^2/\text{s}^2$ .

### Exemplo

Considerando que as figuras representam uma caixa sendo empurrada por uma força  $F$  constante e igual em todas as situações, indique a situação onde o trabalho realizado pela força  $F$  é máximo e justifique tal indicação. Qual situação configura um trabalho nulo? E a situação C, significa exatamente o quê?




---



---



---



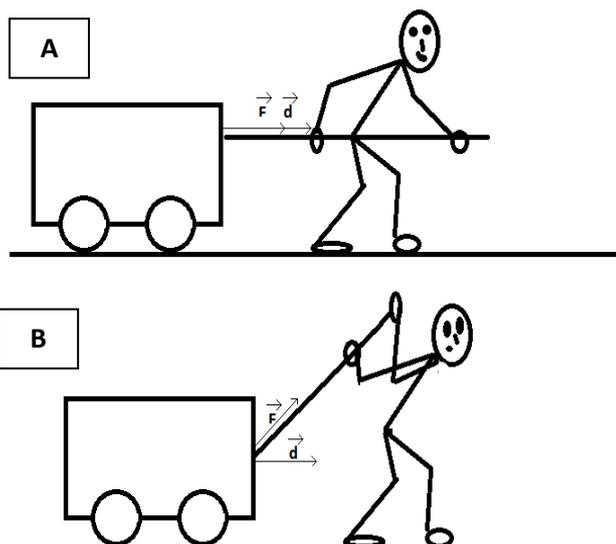
---



---

### Vejamos outro exemplo

A figura representa um homem arrastando um carrinho, em duas situações distintas. Que apreensões podem ser feitas com relação ao trabalho realizado pela força  $F$ ? Qual a influência que o ângulo de inclinação da força  $F$  exerce sobre o trabalho?



---

---

---

**Vamos fazer um pouco de cálculo?**

O trabalho do nosso amigo ao arrastar o carrinho, com a força de 100 N, por 20 metros, com três ângulos diferentes. Desenhe cada situação, indicando o ângulo. No caso, o que significa um ângulo igual a zero? E como fica o cálculo? E quando o ângulo for 90 graus? Desenhe e explique o que acontece!

E se você tentar empurrar ou puxar determinado objeto exercendo força, mas sem conseguir nenhum deslocamento? Então, o trabalho exercido pela força será nulo, você ficará cansado e seu esforço terá sido em vão!

Existem varias situações onde o trabalho é classificado como nulo, ( $\tau = F \cdot d \cdot \cos \Theta$ ) ao analisarmos a equação concluímos que: se a força resultante ou o deslocamento é nulo, ou ainda, se estes são perpendiculares, o trabalho será nulo.

Pesquise algumas situações em que as forças realizam e não realizam trabalho.

---

---

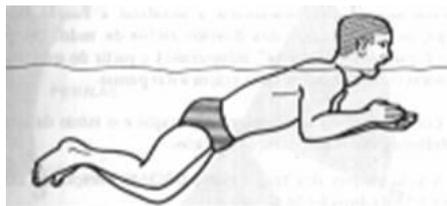
---

---

**Atividade**

Identifique as forças existentes nas cenas abaixo e aponte aquelas que realizam trabalho e as que não realizam:

a)



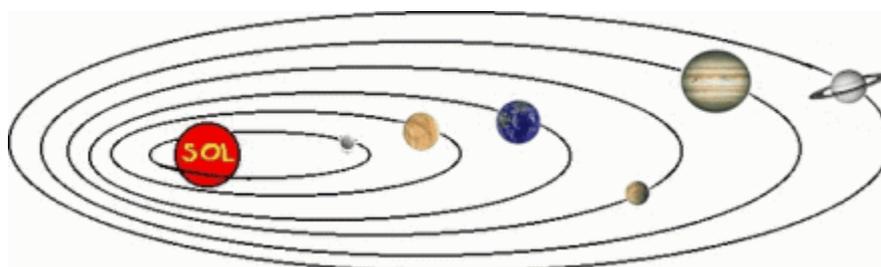
b)



c)



d)



e)



*Ao empurrar um armário exercendo uma força horizontal, o trabalho realizado é proporcional à força que você exerce e ao deslocamento do armário produzido pela força. E, se você empurra o armário na diagonal, para baixo ou para cima? Nesse caso você deixa de concentrar todo seu esforço no deslocamento horizontal do armário, realizando assim, um trabalho menor sobre ele. Você pode até diminuir a compressão que o armário exerce sobre o chão, protegendo o piso de eventuais riscos, mas terá que gastar mais energia para conseguir deslocá-la para o local desejado.*

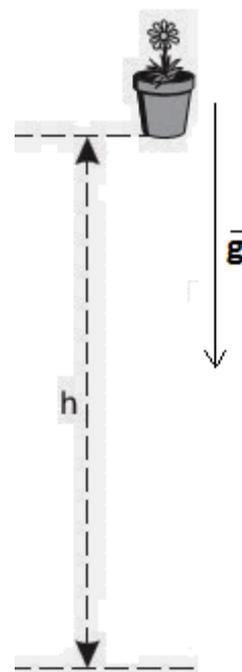
## TRABALHO E ENERGIA NA QUEDA LIVRE DE UM CORPO

Podemos entender a relação entre trabalho e energia analisando a queda livre de um corpo até o solo. Por exemplo, um vaso que cai do parapeito de uma janela é puxado para baixo pela força gravitacional. Desse modo, pode-se dizer que a força gravitacional realiza um trabalho sobre o vaso, transformando a energia potencial em cinética à medida que o vaso cai.

A energia potencial gravitacional de um objeto é proporcional à altura em que ele se encontra em relação ao chão e a energia cinética é tanto maior quanto maior é sua velocidade durante a queda livre.

Assim, à medida que o vaso se aproxima do chão, diminui sua altura e aumenta sua velocidade, transformando energia potencial gravitacional em cinética.

No caso da queda livre de um corpo, a força gravitacional responsável pelo movimento é chamada de força peso ( $P$ ), expressa



pelo produto da massa ( $m$ ) com a aceleração da gravidade na superfície da Terra ( $g$ ), cujo valor é próximo de  $9,8\text{m/s}^2$ . Muitas vezes, para facilitar os cálculos, adota-se  $g = 10\text{m/s}^2$ .

Conseqüentemente, o trabalho  $\tau$  realizado pela força peso ( $P = m \cdot g$ ) é produto desta pelo deslocamento vertical, que corresponde a variação da altura  $h$  em relação ao chão:

$$\tau = P \cdot h \quad \tau = m \cdot g \cdot h$$

Unidades do SI: massa ( $m$ )  $\rightarrow$  [kg]; aceleração da gravidade ( $g$ )  $\rightarrow$  [ $\text{m/s}^2$ ]; altura ( $h$ )  $\rightarrow$  [m]; trabalho ( $\tau$ )  $\rightarrow$  [ $\text{J} = \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ ]

Assim, quanto maior a altura da queda livre, maior o trabalho realizado pela força peso e maior a velocidade adquirida por esse corpo ao chegar ao solo.

Em termos energéticos, dizemos que, por meio do trabalho realizado pela força peso  $P$ , a energia potencial gravitacional do corpo, no início da queda livre, transformou-se totalmente em energia cinética. No fim da queda, podemos dizer que sua energia de posição inicial transformou-se em energia de movimento final.

Desse modo, a conservação de energia potencial de um corpo em energia cinética, durante seu movimento de queda livre, corresponde à conservação de sua energia mecânica, que é a soma das energias cinética e potencial:

Energia Mecânica = Energia potencial + Energia Cinética

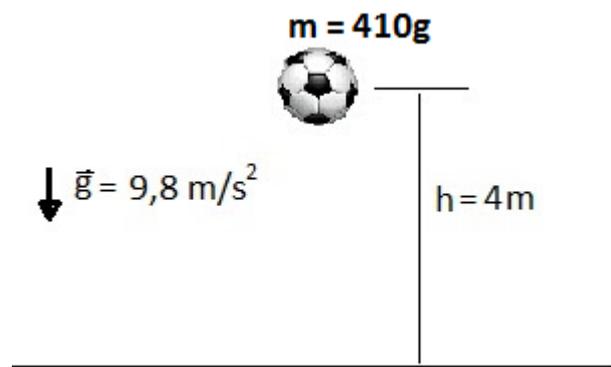
$$E_M = E_p + E_C$$

Conservação da Energia Mecânica

$$E_{M \text{ inicial}} = E_{M \text{ final}}$$

### Questionamentos!

i) Considerando a bola em queda livre, calcule sua energia potencial a 4m de altura do solo.



ii) Os gráficos representam a conservação da energia mecânica, explique as variações das energias potencial e cinética durante a queda livre do vaso.

---



---



---



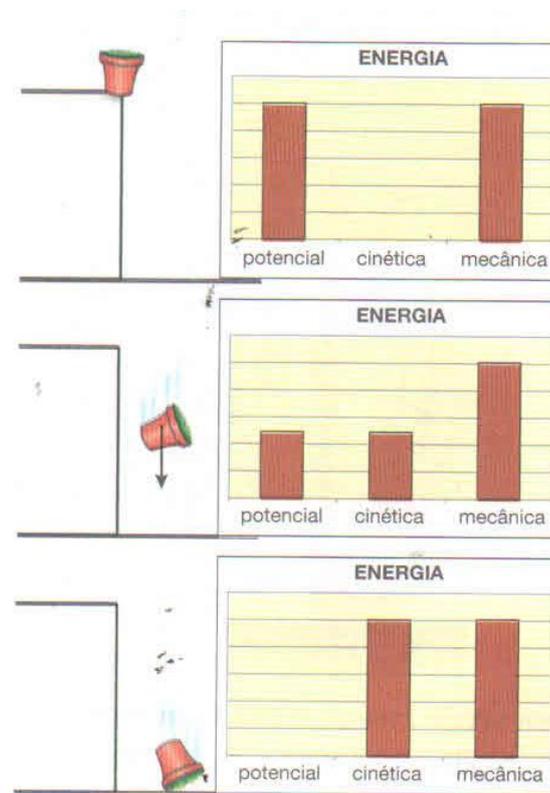
---



---



---



### COMO CALCULAR A ENERGIA CINÉTICA DE UM CORPO?

Sempre que a velocidade de um corpo aumenta, sua energia cinética ( $E_c$ ) também aumenta e, portanto, há transferência ou transformação de energia para esse corpo por meio de trabalho: alguma força está agindo sobre ele.

Da mesma forma, se a velocidade de um corpo diminui, sua energia cinética também diminui e, portanto, nesse caso, é o corpo que transfere energia: a energia cinética que ele perde é acrescida em algum outro ponto do sistema do qual ele faz parte.

A variação de velocidade que uma força é capaz de causar em um certo intervalo de tempo depende da massa do corpo: quanto maior a massa, mais difícil é alterar sua velocidade. Dessa forma, a energia cinética depende tanto da massa quanto da velocidade:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

## O TEOREMA DA ENERGIA CINÉTICA

**Equação de Torricelli:**  $V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$

$\Delta S = d$  (*deslocamento*) logo,  $V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot d$

**Temos:**  $a = \frac{v^2 - v_0^2}{2d}$ , multiplicando os dois lados pela massa:  $m \cdot a = m \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2d}$

**2º Lei de Newton nos diz que:**  $F = m \cdot a$

**Então,**  $F = m \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2d}$  ou  $F \cdot d = m \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2}$

**Logo:**  $\tau = \frac{m \cdot v^2}{2} - \frac{m \cdot v_0^2}{2}$  ou  $\tau = Ec - Ec_0$

### Questionamentos!

i) Ao chutar uma bola de futebol e logo após, uma bola de basquete, com a mesma intensidade de força, exercida durante o mesmo intervalo de tempo, o que pode ressaltar com relação as velocidades adquiridas pelas bolas. Quais características são relevantes?

ii) Considere que um recordista da corrida de 800m, com massa de 70kg, complete a prova em 100s. Calcule sua energia cinética média, em joules, durante a corrida.

## SEXTO MOMENTO INVESTIGATIVO

### Pesquisa

Agora iremos realizar um breve estudo histórico sobre as usinas hidrelétricas Rubens Rangel e Aparecida, alocadas na sede do Município de Mimoso do Sul, atualmente em ruínas. Faremos uma pesquisa sobre as usinas e haverá uma apresentação em forma de seminário. Teremos algumas semanas para tal atividade.

Iniciaremos esta etapa de nosso estudo lendo e refletindo sobre um texto interessante que procura reviver aquele tempo em que as usinas foram construídas (MONFATI, 2013).

### Texto

Prefeito Rubens Rangel e a construção da usina hidroelétrica



Segui a passos rápidos até aquele quarto que também faz parte do corpo da casa, um lugar pouco visitado, salvo apenas em momento para guardar objetos tais como livros, suvenires, brinquedos... Por isso, sempre empoeirado.

Há exatamente 04 anos, deixei também neste local, a minha “Máquina do Tempo” que se responsabilizou por inúmeras viagens em épocas passadas de nosso Mimoso-do-Sul.

Ao entrar naquele ambiente, caminhei entre um apertado espaço ocupado por uma poltrona e uma antiga bicicleta para chegar ao meu objetivo. E lá estava ela no fundo daquele quarto, solitária e protegida por um grande cobertor... Retirei-o e rapidamente fiz uma limpeza, ajustei o comando do tempo, sentei-me em sua cadeira e programei a data de volta ao passado, há exatos 58 anos atrás!

E assim os anos, as décadas foram se distanciando de mim... 2013... 2000... 1990... 1980... 1970... 1960... E numa segunda feira do mês de janeiro de 1954; encontro-me presente em frente ao Ginásio Monsenhor Elias Tomasi.

Por alguns instantes fiquei paralisado, meio atordoado devido às reações provocadas pela viagem no tempo, minha vista ainda meio confusa descansava e olhava calmamente parte do morro que acompanha toda a extensão da Rua Vila da Penha. Foi notório perceber como as coisas eram diferentes dos dias atuais. A começar pelos extensos cafezais nas encostas que circundam nossa cidade, além de formação de matas. De onde estava, podia ver alguns homens trabalhando no meio da rua, bem como uma diferença de cor em toda aquela extensão pela reta principal do campo do Ypiranga que tinha uma coloração cinza adiante e em direção a praça, e outra na cor ocre de lá para onde estava.

Resolvi deixar a máquina do tempo por ali e caminhar um pouco naquela direção, comecei a ouvir batidas como martelos em pedras, me aproximei mais e finalmente pude perceber o calçamento que era realizado em toda a extensão daquela rua. Fui tomado pela curiosidade quando vi estacionado um caminhão Mercedes Benz muito antigo, parecia até um blindado do Exército! De repente ouvi um dos trabalhadores dizer:

“- Lagartixa, encoste o “Casudo” aqui para deixar mais pedras!” Lagartixa era o apelido do Sr. José Alves de Oliveira, motorista do veículo que também era apelidado de “Casudo” que descarregou os paralelos no ponto indicado.

Continuei meu caminho, passei em frente a antiga Casa de Saúde, depois por uma gráfica, uma residência com muitas bicicletas que era a casa do Sr. Zé Lopes. Do

outro lado da rua, se localizavam o consultório e farmácia do Dr.Cysne, caminhei um pouco mais para finalmente estar no coração da nossa praça central... Parei um instante para admirar toda a imponência do prédio do cinema que foi recentemente construído, tudo novinho em folha! Havia um grande cartaz do filme “Casablanca” anunciando a exibição para sexta-feira às 20h30.

Eu estava ali na calçada em baixo do prédio da família Tunholi admirando aquele momento quando vi seguir a passos rápidos pela calçada um jovem moço conhecido pelo nome de Zé Garcia que gesticulava com a mão chamando alguns homens que estavam em frente ao Banco do Brasil.

Virei rapidamente para ver do que se tratava e ali estavam grandes nomes que cingiram a história de Mimoso do Sul: Evaldo Ribeiro de Castro, João Guarçoni, Pedro Souza, Tenente Elias Assad trajando-se com seu tradicional terno branco, chapéu Panamá e charuto na mão, o gerente do Banco, Sr. Andrade e ao lado o Dr. Cysne que conversava com uma mulher acompanhada de uma criança de colo, possivelmente a medicava por ali mesmo! Tal comunicado se referia ao chamamento do Prefeito Rubens Rangel àqueles amigos para que fossem até à prefeitura para participarem do importante momento de chegada de um comboio de caminhões carregados de equipamentos e tubulações, destinados à construção e montagem da Usina Hidroelétrica de Mimoso do Sul.

Este seria o último ano da administração do Prefeito Rubens, mesmo assim ele fez esta importante conquista, deixou tudo encaminhado para que seu sucessor João Guarçoni concluísse a obra.

Assim todos se dirigiram para o núcleo central da praça. Muitas pessoas, curiosos e políticos principalmente do Partido Trabalhista Brasileiro “PTB” de Getúlio Vargas marcavam presença, dentre eles: Ely Junqueira, Darcy Francisco Pires, Milton Paiva Gonçalves Gamboa, Joaquim Perciano de Oliveira, entre outros.

Com a chegada destes equipamentos e a inauguração da usina, Mimoso do Sul põe fim definitivamente a imagem de ostentar até então o conhecido “Tomate Brilhante” de sua fraca luz elétrica! Pois é, essa era a denominação dada ao fraco poder elétrico que atendia nossa cidade na época que vinha da usina Aparecida, que também mandava parte da carga para a cidade de Muqui, mas devido ao desenvolvimento destes dois municípios, a sua capacidade não mais suportava a demanda e assim o Prefeito Rubens Rangel construiu a nossa própria usina.

Foi uma obra maravilhosa desde a gigantesca barragem feita no próprio Rio Muqui do Sul, a captação de água pelos dutos abertos em desnível em corredeiras de cimento por mais de 300 metros destinados a mover as gigantes turbinas elétricas. Seu Rubens Rangel ao deixar seu cargo como prefeito de Mimoso, candidatou-se a Deputado Federal e foi eleito, mas licenciou-se do mandato para ocupar o cargo de Secretário de Viação e Obras Públicas do Estado de 09/05/55 a 30/06/58 em que foi fundamental sua atuação para dar seguimento a esta obra.

Para mim foi um momento todo especial, pois tive a oportunidade de presenciar tão importante feito realizado por um grande administrador que em algum lugar do passado bateu no peito e disse: “Não Nasci em Mimoso do Sul, mas amo e sinto-me filho desta Terra!” (Rubens Rangel).

Obs: A Usina Hidroelétrica foi inaugurada em 14 de janeiro de 1957, por iniciativa do Prefeito Rubens Rangel e terminada na administração de seu companheiro partidário João Maximiano Guarçoni.





## SÉTIMO MOMENTO INVESTIGATIVO

### Visita técnica

Agora chegou o momento de nossa tão esperada visita técnica à PCH (Pequena Central Hidrelétrica) de Pirapetinga, localizada no Município de Bom Jesus do Itabapoana-ES. No planejamento inicial, pretendíamos fazer a visita na PCH de Pedra do Garrafão que fica também no Município de Mimoso do Sul. Mas, ao realizar o contato com a empresa Neoenergia, fomos informados sobre um procedimento de manutenção e a impossibilidade da visita. A empresa, então, sugeriu que a visita fosse realizada na PCH Pirapetinga.

### Atividade

Ao final da visita, ficará como tarefa de casa a confecção de um relatório em que cada um irá descrever sua visão pessoal sobre a visita, destacando os pontos mais significativos, seja no sentido positivo, como no negativo.

No momento da entrega faremos um breve debate sobre os relatórios.

## OITAVO MOMENTO INVESTIGATIVO

### Experimento

Agora iremos realizar um experimento sobre conservação da energia com uma abordagem mais quantitativa, ou seja, vamos colocar as ‘mãos na massa’, ou melhor, nos cronômetros nas régua e medir e calcular algumas variáveis importantes sobre tal assunto.

## LABORATÓRIO DE FÍSICA

### CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

#### I-Objetivos

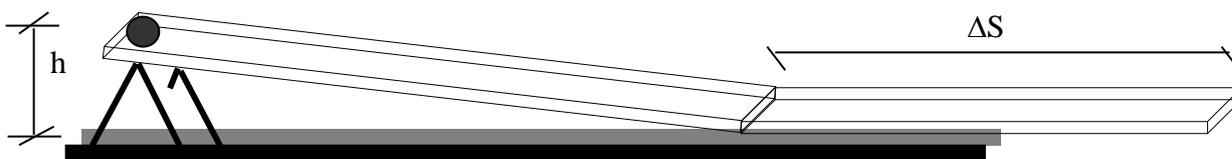
- Mostrar que a energia potencial gravitacional se transforma em energia cinética em um movimento de queda.

#### II- Material

Especificação	Quant.	Especificação	Quant.
- Cano de PVC cerrado ao meio	(01)	- Cronômetro	(01)
- Suporte de madeira	(01)	- Régua milimetrada	(01)
- Bilha de aço	(01)	- Balança de massa	(01)

#### III- Procedimento Experimental

1- Fazer a montagem de acordo com a figura abaixo, colocando a régua de tal forma que a mesma fique ao lado do cano. Expressar as medidas no SI.



2- Anotar a massa  $m$  da bilha e a altura  $h$ .

$m =$
$h =$

3- Medir o deslocamento escalar  $\Delta s$  correspondente à parte horizontal da calha de PVC.

$\Delta s =$
--------------

4- Abandonar a bilha do início da calha de PVC e medir três vezes o tempo que a bilha leva para sofrer o deslocamento  $\Delta s$ . Determinar o tempo médio das medidas realizadas.

$t_1 =$	$t_2 =$
$t_3 =$	$\overline{t_1} =$

**IV- Questões**

1- Determine a velocidade escalar média no trecho horizontal da calha de PVC.

$v_m =$

2- Calcule a energia potencial gravitacional da bilha no início da calha de PVC.  
Considere  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

$E_{pg} =$

3- Calcule a energia cinética da bilha na parte horizontal da calha de PVC.

$E_c =$

4- Compare os valores dos dois itens anteriores.

---

---

---

São:

iguais

aproximadamente iguais

muito diferentes

Podemos concluir que:

---

---

---

## LABORATÓRIO DE FÍSICA<sup>6</sup> (opcional)

### CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

#### 1- Objetivos

- Determinar a energia potencial elástica de uma mola.
- Verificar o princípio da conservação da energia mecânica

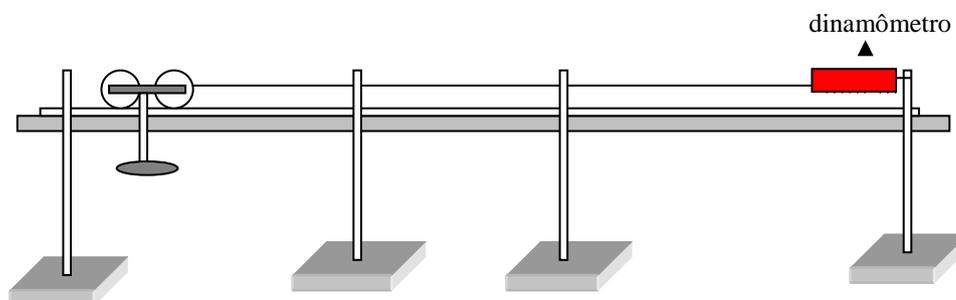
#### 2- Material

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE
Haste de 25 cm	01	Haste de 50 cm	01
Pé em A	01	Placas de contatos	02
Cronômetro	01	Garra para mesa	01
Carro de Fletcher e acessórios	01	Dinamômetro de 1 Kp	01

#### 3- Procedimento experimental

Obs.: todas as medidas devem ser expressas no SI.  $1\text{kgf} \cong 10\text{ N}$

3.1. Fazer a montagem de acordo com a figura abaixo.



3.2. Colocar a 1ª placa/marcação na posição  $s_0 = 10,0\text{ cm}$  e a 2ª na posição  $s_1 = 40,0\text{ cm}$ . Determinar o  $\Delta s_1$ .

$\Delta s_1 =$

3.3. Prender o dinamômetro no carrinho e regular a distensão do mesmo para que registre uma força de 200gf . Anotar esta força e respectiva distensão.

F =

X =

<sup>6</sup> Outra possibilidade de roteiro experimental, caso haja o material disponível.

3.4. Abandonar o carrinho e medir três vezes o tempo gasto para que o mesmo percorra a distância entre as placas e determinar o tempo médio.

$t_1 =$

$t_2 =$

$t_3 =$

$\bar{t} =$

3.5. Manter a 1ª placa/marcação na posição  $S_0 = 10,0$  cm e colocar a 2ª placa/marcação na posição  $S_2 = 70,0$ cm e determinar o  $\Delta S_2$  .

$\Delta S_2 =$

3.6. Manter a mesma distância e repetir o procedimento do item 4.

$t_1 =$

$t_2 =$

$t_3 =$

$\bar{t} =$

#### 4- Questões

4.1. Determinar a constante elástica da mola .

$K =$

4.2. Determinar a energia potencial elástica da mola.

$E_{p\text{el.}} =$

4.3. Escreva a expressão da energia mecânica do sistema antes de abandonar o carrinho.

$E_{mi} =$

4.4. Escreva a expressão da energia mecânica do sistema quando o carrinho atinge a primeira placa.

$E_{mf} =$

4.5. Calcule a velocidade  $V_{m1}$  e  $V_{m2}$  do carrinho e determine o valor médio dessas velocidades.

$V_{m1} =$

$V_{m2} =$

$\bar{V} =$

4.6. Determine a energia cinética do carrinho, utilizando  $\bar{V}$  como sua velocidade constante e sabendo que a massa do mesmo é de 0,5kg .

$E_c =$
---------

4.7. Os valores das questões 2 e 6 são :

( ) iguais ( ) aproximadamente iguais ( ) muito diferentes

O que comprova o resultado obtido?

---

---

---

4.8. Se dobrássemos a distensão da mola o que aconteceria com os valores das grandezas relacionadas na 1ª coluna? Enumere a 2ª coluna de acordo com a 1ª.

- |                                  |                              |
|----------------------------------|------------------------------|
| ( 1 ) Força elástica             | ( ) Quadruplica              |
| ( 2 ) Energia potencial elástica | ( ) Reduziria a metade       |
| ( 3 ) Energia cinética           | ( ) Dobraria                 |
| ( 4 ) Velocidade                 | ( ) Reduziria a Quarta parte |

## **NONO MOMENTO INVESTIGATIVO**

### **Simulação computacional/Avaliação**

Para fazermos uma avaliação do aprendizado que vocês realizaram, será proposta agora uma atividade que realizaremos usando o computador. Será uma simulação idealizada por professores da Universidade de São Paulo, encontrada no Laboratório Didático Virtual da USP – LabVirt. Segundo eles, o principal objetivo é a execução dos cálculos da quantidade de energia elétrica que uma hidrelétrica pode gerar para abastecer uma cidade a partir da altura de sua barragem. Vamos nessa?

### **LABORATÓRIO VIRTUAL – HIDRELÉTRICA**

Disponível em:

[http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/1495/sim\\_energia\\_hidreletrica.htm](http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/1495/sim_energia_hidreletrica.htm)

### **ROTEIRO**

- Formação de duplas;
- Apresentação do material virtual pelo professor;
- Encontrar a quantidade de habitantes da cidade a partir da altura da barragem;
- Encontrar a altura da barragem a partir da quantidade de habitantes da cidade;
- Considerações finais/Avaliação.

Caso você tenha dificuldade em acessar a simulação, seguem os quadros do site para que você possa realizar a atividade.



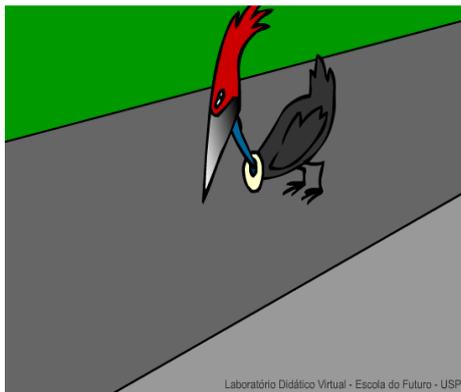
Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP  
 autores: Armando M. Tagiku, Hilda Ono, Rogério Boaretto,  
 programa: Mauro Kesselman  
 design: Rodrigo Degani



Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP  
 autores: Armando M. Tagiku, Hilda Ono, Rogério Boaretto,  
 programa: Mauro Kesselman  
 design: Rodrigo Degani



Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP  
 autores: Armando M. Tagiku, Hilda Ono, Rogério Boaretto,  
 programa: Mauro Kesselman  
 design: Rodrigo Degani



Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP

Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP  
 autores: Armando M. Tagliu, Hilda Ono, Rogério Boaretto,  
 programação: Mauro Kesselman  
 design: Rodrigo Degani



Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP

Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP  
 autores: Armando M. Tagliu, Hilda Ono, Rogério Boaretto,  
 programação: Mauro Kesselman  
 design: Rodrigo Degani

Escolha uma das grandezas a seguir, clicando em uma das alternativas, e em seguida, para continuar, clique em "continuar".  
 Fazendo isso, você fará com que o computador crie um valor aleatório para a grandeza que você escolheu.

Número de Habitantes

Altura da Barragem



Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP  
 autores: Armando M. Tagliu, Hilda Ono, Rogério Boaretto,  
 programação: Mauro Kesselman  
 design: Rodrigo Degani

Altura fixa: 46 m

Qual é o número de habitantes que será beneficiado com a energia produzida por essa altura em um dia, sabendo que cada habitante consome em média 50 kwh por mês, sabendo também que a vazão da turbina é de 33 m<sup>3</sup>/seg. ?

Para descobrir, siga o seguinte roteiro:

- 1) Calcular a energia consumida em um dia, por pessoa
- 2) Transformar a vazão da água em kg/seg.
- 3) Calcular a energia potencial gravitacional presente na barragem, em Joules. (Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
- 4) Supondo que toda a energia potencial gravitacional se transforme em energia elétrica, converta energia que está em Joules, para kwh
- 5) Calcular a número de habitantes que se beneficiarão com a energia gerada pela barragem

Conclusão (coloque a resposta dentro do retângulo):

Para a altura de 46 m,  pessoas serão beneficiadas com a energia produzida.

Confirmar

Calculadora

1 – considerando que um mês possui 30 dias, temos:  $E_{\text{Consumida}} = \frac{50 \text{ kwh/mês}}{30 \text{ dias}} \cong 1,6667 \text{ kwh}$  (consumo de energia diário por habitante).

2 –  
1l de água corresponde a 1kg, sabendo que  $1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$ , temos:  $1 \text{ m}^3 = 1 \cdot 10^3 \text{ dm}^3$   
 $= 1 \cdot 10^3 \text{ kg}$  logo:  $\frac{33 \text{ m}^3}{\text{s}} = 33 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 33000 \text{ kg/s}$

3 –  
 $E_p = mgh$ , sendo:  $m$  – massa em quilograma (kg);  
 $g$  – aceleração da gravidade em; metros por segundo ao quadrado  $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$ ;  
 $h$  – altura em metros(m).

Temos:  $m = 33000 \text{ kg}$ ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;  $h = 46 \text{ m}$   
 logo:  $E_p = 3,3 \cdot 10^4 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 46 \text{ m} = 1,518 \cdot 10^7 \text{ J}$

4 –  
 $E_p = E_{\text{elétrica}} = 15180000 \text{ J}$  produzidos a cada segundo, sendo:  $\frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{W}$  e  $k = 10^3$ .

Temos a energia elétrica produzida por dia em kWh, sendo:

$$E_{\text{elétrica}} = 1,518 \cdot 10^7 \text{ J/s} \cdot 24 \text{ h} \cdot 10^{-3} \\ = 364320 \text{ kwh}$$

5 – Número de habitantes =  $\frac{E_{\text{elétrica}}}{E_{\text{Consumida}}} = \frac{364320 \text{ kWh}}{1,6667 \text{ kWh/habitante}} = 218592 \text{ habitantes}$



Se o cálculo estiver

A população informada é muito pequena para a quantidade de energia que sua hidrelétrica está fornecendo. Você está gastando muito dinheiro.

Tentar Denovo

## **DÉCIMO MOMENTO INVESTIGATIVO**

Chegamos ao final de nosso percurso investigativo e agora iremos resolver alguns problemas propostos por alguns livros e nos preparar para nossa avaliação trimestral.