



PROFISSÃO  
POLICIAL

# Física

**Professor Alexandre Monteiro**

# Física

## Professor Alexandre Monteiro

### Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO AO ASSUNTO SOBRE TRABALHO E POTÊNCIA.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>TRABALHO DE UM FORÇA.....</b>	<b>3</b>
2.1	TRABALHO MOTOR E TRABALHO RESISTENTE .....	4
2.2	FÓRMULA DO TRABALHO.....	4
2.2.1	<i>Consideração do cosseno do ângulo.....</i>	5
2.2.2	<i>O Trabalho mais eficiente.....</i>	7
2.2.3	<i>O Trabalho nulo .....</i>	8
2.3	TRABALHO É UM VETOR OU UM ESCALAR? .....	8
2.4	TRABALHO DE FORÇAS ESPECÍFICAS.....	10
2.4.1	<i>Trabalho da força gravitacional .....</i>	10
2.4.2	<i>Trabalho da força elástica .....</i>	11
2.5	TRABALHO DE UMA FORÇA CONSERVATIVA OU DE UMA NÃO CONSERVATIVA.....	13
2.5.1	<i>Forças Conservativas e Forças não Conservativas.....</i>	13
2.5.2	<i>Trajectoria aberta e fechada .....</i>	14
<b>3</b>	<b>POTÊNCIA .....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>QUESTÕES DE RENDIMENTO.....</b>	<b>21</b>

## TRABALHO E POTÊNCIA

### 1 Introdução ao assunto sobre Trabalho e Potência

Nós estamos estudando a dinâmica do movimento. Até então, vimos a teoria e aplicações das Leis de Newton. Você percebeu que há a introdução de um parâmetro chave dessa análise: a força. Essa força é definida pela 2ª Lei de Newton como sendo a multiplicação do valor da massa com a gravidade.

Show! Agora, vou te apresentar uma linha de raciocínio que a gente consegue observar em questões de concurso. Esse raciocínio explicará a você como os assuntos da dinâmica estão ligados.

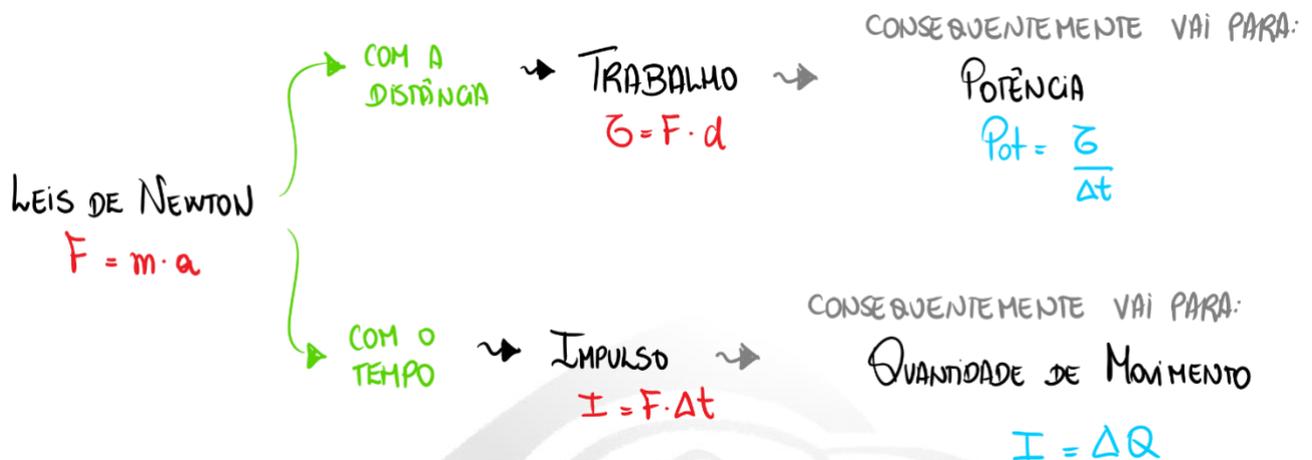
Quando temos somente a análise sobre forças, estamos nas questões genuínas sobre Leis de Newton e suas aplicações. Uma questão desse tipo vai te apresentar valores sobre:

- Aceleração;
- Consideração ou não do atrito;
- Ângulo de inclinação;
- Forças envolvidas

Para adentrar no tópico sobre Trabalho, teremos uma informação adicional: a **distância** que o bloco percorreu. Se a questão não der o valor da distância logo de cara, pode fornecer informações para que possamos calcular e, assim, obtê-la. Essas informações podem vir por meio de valores de dimensões que estão na figura ou em um gráfico que é apresentado (geralmente um gráfico de  $v \times t$ , pois possibilita a obtenção do valor de  $\Delta s$  calculando a área do gráfico).

Nos próximos capítulos, vamos estudar sobre Impulso de uma força. Esse parâmetro não se relaciona com a distância, mas sim com o tempo. Você vai entender melhor na aula específica para isso.

Agora eu quero que você entenda o seguinte esquema:



O cálculo da Potência considera o tempo da distância que é percorrida, mas de uma outra forma. Esse tempo é aplicado no Trabalho. É uma outra análise que viremos com mais detalhes a seguir.

Vamos começar falando sobre Trabalho e depois adentramos no conceito de Potência.

## 2 TRABALHO DE UM FORÇA

Conceitualmente, podemos dizer que a realização de **Trabalho** envolve a aplicação de uma **força** capaz de provocar **deslocamento** de um corpo. Esse Trabalho pode ser interpretado como uma quantificação da energia a qual foi usada para gerar esse deslocamento por meio da aplicação da força. Vamos procurar entender cada detalhe disso estudando os conceitos teóricos bem como as fórmulas envolvidas e as suas aplicações em diferentes contextos que são abordados em questões de concurso.

## 2.1 Trabalho Motor e Trabalho Resistente

A aplicação da força para realizar um deslocamento envolve a utilização de um Trabalho. Esse Trabalho pode ser feito tanto a favor do movimento como também contrário ao movimento.

Um exemplo de Trabalho que está a favor do movimento é quando um veículo acelera saindo do repouso até atingir uma certa velocidade. Durante essa aceleração, a força está sendo aplicada na direção do movimento e está **a favor** desse movimento. Em outras palavras, a força está na mesma direção e no mesmo sentido que o deslocamento. Isso é chamado de **Trabalho Motor**. Esse trabalho terá um **valor positivo**.

Por outro lado, temos o Trabalho Resistente, em que, por exemplo, o veículo realiza durante o processo de frenagem. Nessa situação, a força está sendo aplicada no sentido oposto ao movimento, produzindo um trabalho com **valor negativo**.

## 2.2 Fórmula do Trabalho

O **Trabalho** de uma força é calculado pela multiplicação da **força** com a **distância** percorrida. A unidade do Trabalho é dada em **Joules (J)** que é uma unidade de energia mecânica.

$$T = F \cdot d$$

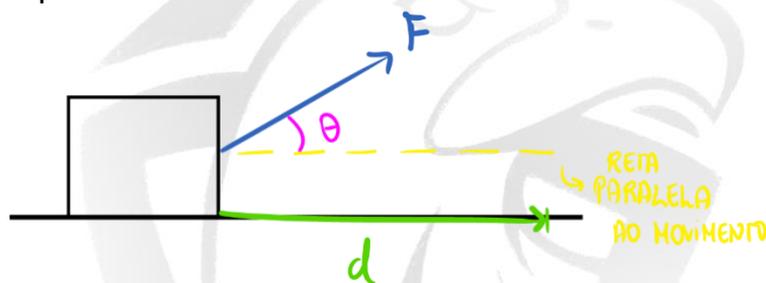
No entanto, a força que é considerada na multiplicação com a distância tem que estar na mesma direção da distância. Vou repetir: a força considerada deve estar na mesma direção que a distância. Perceba que não falei de sentido. O sentido pode ser a favor ou contra o movimento, porém a direção deve ser a mesma que a distância. Por causa dessa observação, nós devemos colocar o cosseno do ângulo na fórmula para ser completa.

### 2.2.1 Consideração do cosseno do ângulo

Para expressar a fórmula do Trabalho de forma completa, ou seja, a mais genérica possível (a qual cabe para qualquer situação que você tenha na questão) devemos multiplicar pelo cosseno do ângulo. Veja:

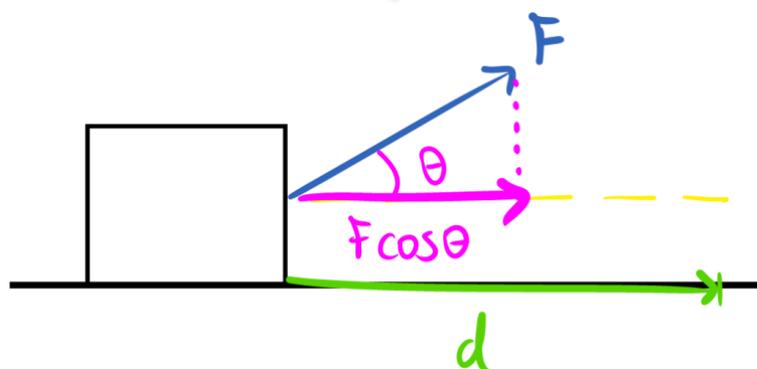
$$W = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

Esse ângulo ( $\theta$ ) está entre o vetor da força propriamente aplicada e o vetor da distância percorrida pelo bloco.



Sempre será o cosseno desse ângulo. Aqui não tem aquela confusão com seno do ângulo. É apenas o cosseno, ok?

É importante dizer que os termos (1) **força** multiplicado com o (2) **cosseno** do ângulo representam juntos a **componente que está na direção do deslocamento**.



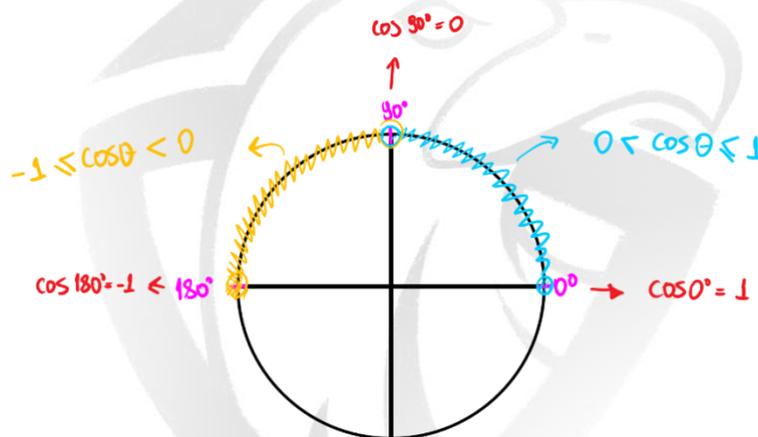
Matematicamente falando, podemos esquematizar dizendo que há duas situações esperadas para os possíveis valores do cosseno desse ângulo:

- (1) Situação 1: quando a força está a favor do movimento.
- (2) Situação 2: quando a força está contrária ao movimento.

O valor do cosseno do ângulo ( $\theta$ ) na situação 1 tem valores maiores do que zero e menores ou igual a 1:  $0 < \cos\theta \leq 1$ .

Já na situação 2, cosseno do ângulo ( $\theta$ ) tem valores maiores ou igual a -1 e menores do que zero:  $-1 \leq \cos\theta < 0$ .

O cosseno do ângulo será igual a 1 ou -1 somente quando a força estiver na mesma direção do movimento formando os ângulos de  $0^\circ$  e de  $180^\circ$ , respectivamente.



Diante disso, podemos colocar aqui uma observação interessante e puramente teórica. Mas, primeiramente, lembre-se do que eu já disse a você: É importante dizer que os termos (1) **força** multiplicado com o (2) **cosseno** do ângulo representam juntos a **componente que está na direção do deslocamento**.

Ok! Então, vamos para a observação. É o seguinte:

Quando o ângulo da força estiver inclinado em relação ao movimento do corpo (seja a favor ou contrário), o resultado da multiplicação do cosseno desse ângulo com a força sempre será menor do que o valor original da força. É como se a gente estivesse pegando uma parte dessa força e considerando no cálculo do Trabalho. Por causa disso, o valor do Trabalho será menor do que aquela força seria capaz.

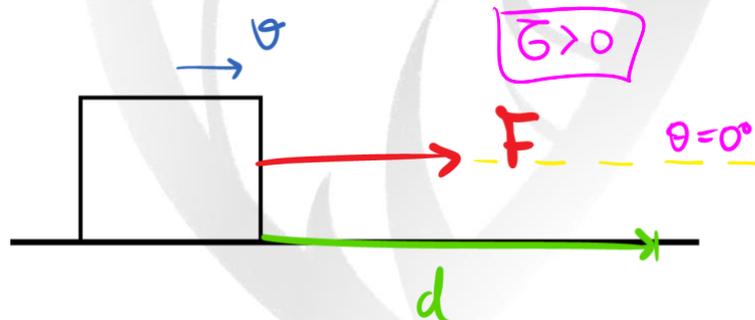
Para que essa força seja a mais aproveitada possível para a realização do trabalho, devemos direcioná-la para a mesma direção do movimento. Isso fará com que o cosseno do ângulo seja, em módulo, igual a 1. Qualquer valor multiplicado por 1 terá como resultado o valor original. Sendo assim, essa é a maneira mais eficiente de utilizar a força na realização de um trabalho mecânico.

Conseguiu entender?

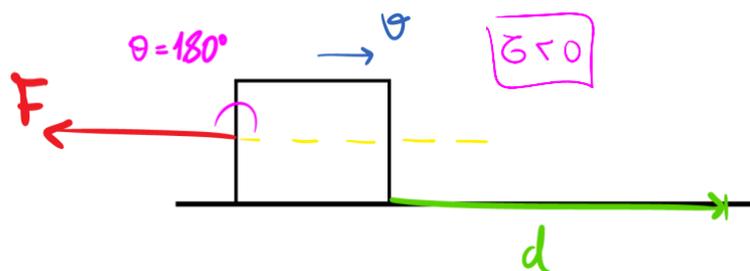
Calma... continue comigo, pois vou comentar mais detalhes para você ficar craque na teoria que envolve esse tópico sobre Trabalho.

### 2.2.2 O Trabalho mais eficiente

Perceba que quando o ângulo é nulo, quer dizer que a força está sendo aplicada na mesma direção e no mesmo sentido que o deslocamento. Esse caso é quando a força é o mais eficiente possível para realizar o trabalho motor.

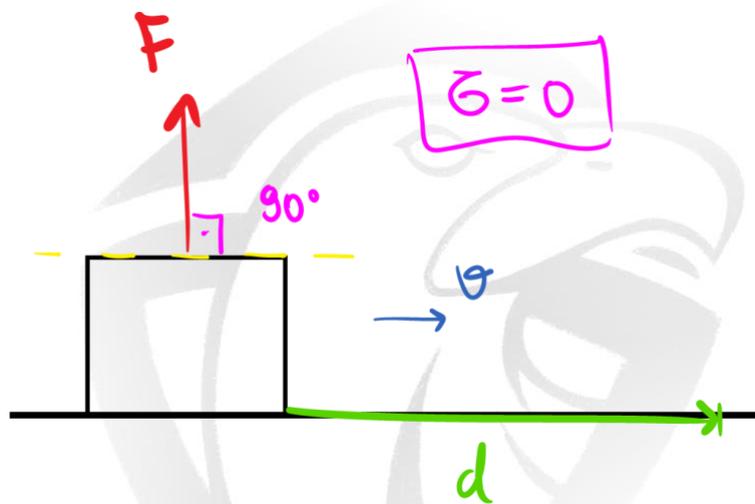


Quando o ângulo for  $180^\circ$ , a força está na mesma direção que o deslocamento, porém com sentido oposto. Nesse caso, temos a força realizando o trabalho mais eficiente para produzir um trabalho resistente.



### 2.2.3 O Trabalho nulo

Vale ressaltar um caso especial (alvo de pegadinhas de prova): Quando o ângulo for  $90^\circ$ . Nesse caso, você tem que lembrar que o cosseno de  $90^\circ$  é igual a zero. Isso faz com que o valor do trabalho seja nulo. Então, podemos resumir dizendo que: quando o ângulo de inclinação entre a força e a distância percorrida for igual a  $90^\circ$ , o trabalho realizado será nulo. Isso pode acontecer tanto para um movimento na horizontal, quanto na vertical e até mesmo no plano inclinado. Observe:



### 2.3 Trabalho é um vetor ou um escalar?

De uma forma bem objetiva eu respondo a você: Trabalho é um escalar. Trabalho não é vetor.

Porém, para explicar essa resposta eu preciso fazer considerações importantes sobre informações que são lecionadas no ensino superior ou no ensino técnico profissionalizante. Vou explicar de uma forma bem esquematizada.

Temos duas formas de fazer o produto entre dois vetores: (1) produto vetorial e (2) produto escalar. Então você me pergunta: mas o que é isso, professor? Eu digo: calma, não precisa saber muito sobre isso. O que você precisa saber é que temos duas

formas de fazer uma multiplicação entre vetores: ou por produto vetorial ou por produto escalar.

A minha intenção em te passar essas informações é mostrar a você um pequeno detalhe que vai embasar a consideração. Basicamente, a diferença está no resultado da multiplicação.

No produto vetorial, o resultado da multiplicação é um vetor. Já no produto escalar, o resultado é um escalar.

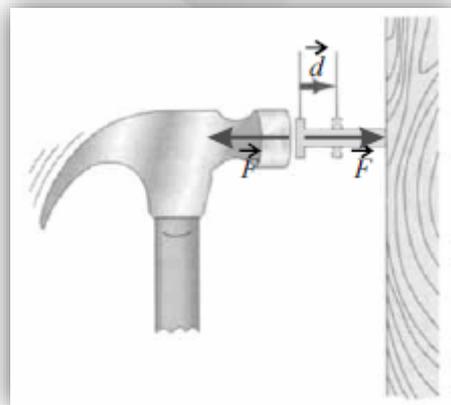
Diante disso, eu informo a você que a multiplicação que ocorre para obter o Trabalho é resultado de um produto escalar. Por isso que dizemos que o Trabalho não é um vetor, mas sim um escalar.

Você também pode me perguntar: mas, Alexandre, o produto entre a força e a distância não pode ser um produto vetorial? Eu digo a você: para obter o valor do Trabalho, deve ser um produto escalar e ponto final. Se eu for explicar mais do que isso, vamos perder tempo de estudo. Não precisa aprofundar nisso.

Resolvi falar sobre isso porque já caiu no Cebraspe, muito embora tenha sido para o cargo específico de Professor de Física. Veja:

### Questão de Entendimento:

#### 01 (CEBRASPE | 2009 | SEDUC-CE | Professor de Física | Adaptada)



Na figura acima,  $\vec{d}$  é um vetor cujo módulo expressa a distância que o prego penetrou na madeira e  $\vec{F}$  é o vetor força aplicada no prego pela ação do martelo. Com base nessas informações e nas leis de Newton, julgue o item a seguir.

O trabalho realizado pelo martelo para deslocar o prego de uma distância igual ao módulo do vetor  $\vec{d}$  é dado pelo produto escalar entre os vetores  $\vec{F}$  e  $\vec{d}$ .



### **Resolução**

O martelo aplica uma força  $\vec{F}$  para deslocar o prego por uma distância  $\vec{d}$ . Diante disso temos um Trabalho sendo realizado. O valor do Trabalho é sim resultado do produto escalar entre os vetores  $\vec{F}$  e  $\vec{d}$ . Podemos complementar ainda que o valor do Trabalho é um escalar, e não um vetor.

Gabarito: Certo

## **2.4 Trabalho de forças específicas**

O trabalho de uma força específica terá um novo nome que iremos estudar com mais detalhes nas aulas posteriores. No entanto, vale a pena a gente já ficar sabendo desses detalhes e ficar ligado nas questões.

### **2.4.1 Trabalho da força gravitacional**

O trabalho da força gravitacional é a energia potencial gravitacional. Perceba que esse trabalho é a multiplicação da força peso com a distância.

$$G = F \cdot d$$

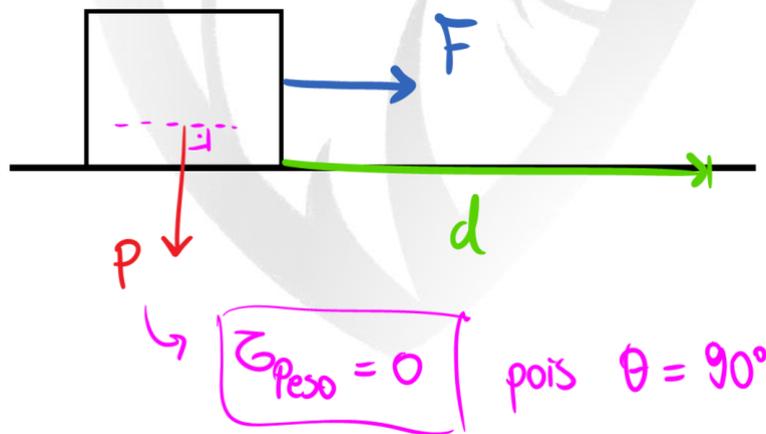
$$G = P \cdot d$$

$$G = m \cdot g \cdot h$$

↳ Energia Potencial Gravitacional

No entanto, o trabalho terá valor diferente de zero se a força peso que está sendo aplicada não estiver  $90^\circ$  com a distância percorrida.

A força peso sempre atua na vertical (no sentido para o centro da Terra), então por isso que quando o movimento do bloco é horizontal, está será a única situação em que a força gravitacional estará a  $90^\circ$  da distância, o que resulta num trabalho nulo.



### 2.4.2 Trabalho da força elástica

O trabalho realizado pela força elástica é chamado de Energia Potencial Elástica.

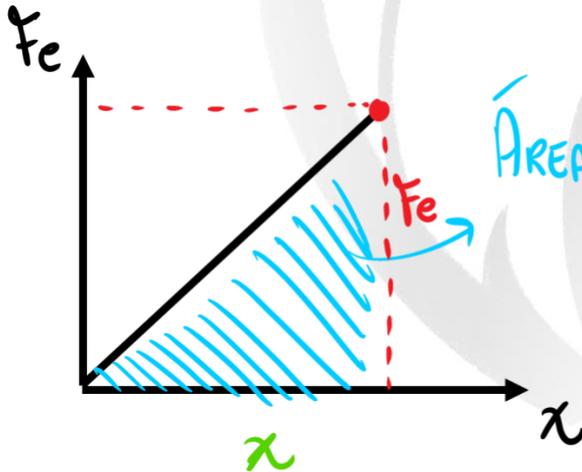
$$G = F_e \cdot d$$

A FORÇA ELÁSTICA NÃO É CONSTANTE,  
MAS É POSSÍVEL CALCULAR O VALOR  
DO TRABALHO E ENCONTRAREMOS ISSO:

$$G_{Fe} = \frac{kx^2}{2}$$

↳ Energia Potencial Elástica

No entanto, a força elástica não é uma força constante, ou seja, não possui um único valor durante o processo de contração da mola ou de extensão da mola. Diante disso, o cálculo do trabalho da força elástica é aplicado no gráfico que a questão fornece.



$$\text{ÁREA} = G_{Fe} = \frac{b \cdot h}{2} Fe$$

$$G_{Fe} = \frac{x \cdot Fe}{2}$$

$$G_{Fe} = \frac{x \cdot (kx)}{2}$$

$$G_{Fe} = \frac{kx^2}{2}$$

Então, o trabalho da força elástica é obtido pelo cálculo da área do gráfico  $F \cdot x$ .

## 2.5 Trabalho de uma força conservativa ou de uma não conservativa

Um tópico muito importante de estudar é o conceito sobre Forças Conservativas e Forças não Conservativas. Esse conceito leva em consideração o Trabalho realizado por essas forças.

### 2.5.1 Forças Conservativas e Forças não Conservativas

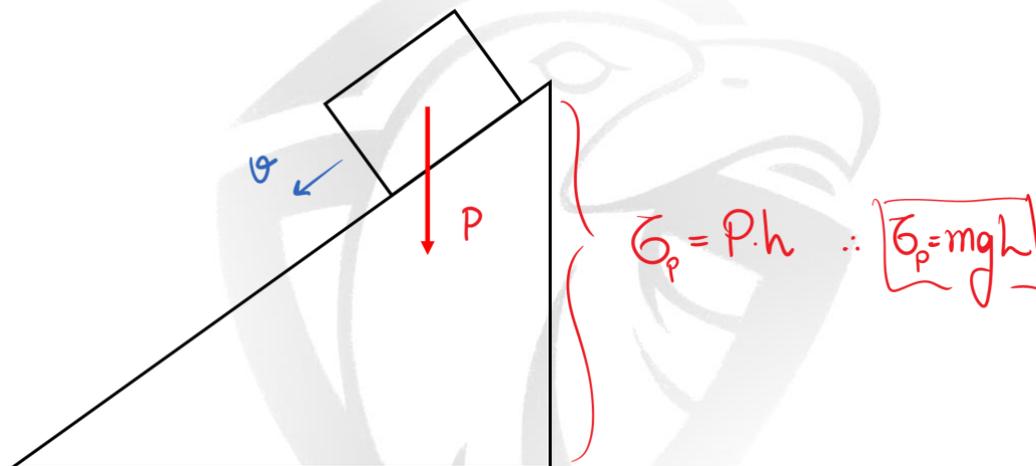
Forças Conservativas são forças que, quando realizam trabalho, o valor do trabalho obtido independe da trajetória percorrida, pois só depende do ponto inicial e final. Por outro lado, temos as forças não conservativas, em que o resultado do valor do Trabalho depende sim da trajetória percorrida, e não somente do ponto inicial e final. Exemplos de Forças Conservativas: Peso e Força Elástica. Exemplos de Forças não Conservativas: Força atrito e Resistência do ar.

Forças Conservativas	Forças não Conservativas
O trabalho <b>não depende</b> da trajetória	O trabalho <b>depende</b> da trajetória
Exemplos: Força peso e Força elástica	Exemplos: Força atrito e Resistência do ar

Diante desse raciocínio, vamos focar na informação: **o Trabalho de uma Força Conservativa não depende da trajetória.**

Então, se um corpo realizar um deslocamento, seja qual for a trajetória, e o ponto inicial e final não coincidem, temos que o trabalho será avaliado simplesmente pela utilizando os pontos inicial e final. Essa avaliação do ponto inicial e final não é uma linha reta que liga entre eles. A consideração a ser feita depende da orientação da força que está sendo aplicada.

Um exemplo didático para você entender isso é um bloco que desce um plano inclinado. O trabalho realizado pela força gravitacional não leva em consideração a linha reta que liga os pontos inicial e final, mas sim a altura percorrida. Nós pegamos a altura para calcular o trabalho dessa força conservativa porque a força peso está na vertical. Então, devemos avaliar o trabalho dessa força especificamente de acordo com deslocamento vertical (altura).

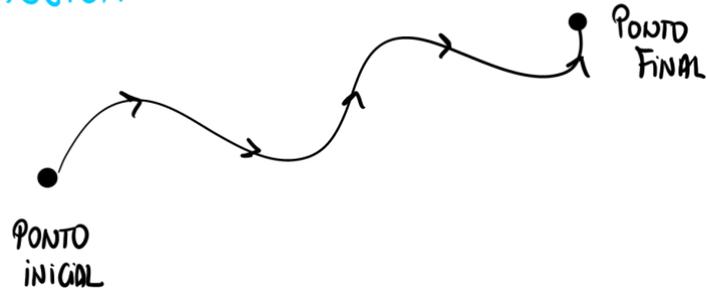


Então, não importa se o bloco está num plano inclinado ou se está no movimento vertical, o trabalho realizado pela força peso será o mesmo e dependerá apenas da altura relativa entre o ponto inicial e final.

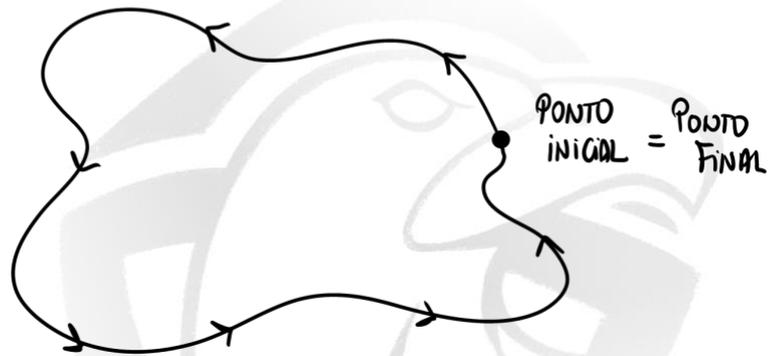
### 2.5.2 Trajetória aberta e fechada

Devemos esclarecer sobre esses termos “trajetória aberta” e “trajetória fechada”. Esse conceito leva em consideração se o deslocamento volta ou não para o mesmo ponto inicial.

### TRAJETÓRIA ABERTA



### TRAJETÓRIA FECHADA



Se o corpo realiza um deslocamento devido a uma força conservativa e a trajetória entre o ponto inicial e final forma uma trajetória fechada, temos que o trabalho será nulo, pois, independentemente da trajetória, o ponto inicial e final são os mesmos. É como se não tivesse se deslocado e sim permanecido em repouso.

Em outras palavras, o percurso fechado significa dizer que o corpo, devido a ação de uma força, parte de um ponto inicial e retorna para o mesmo ponto. Nesse caso, a distância percorrida seja igual a zero e, conseqüentemente, o trabalho também será nulo, uma vez que o trabalho é igual a multiplicação da força com a distância.

**Questão de Entendimento:****02 (CEBRASPE | 2008 | Vestibular | UnB)**

O trabalho realizado por uma força conservativa ao longo de um percurso fechado é nulo.

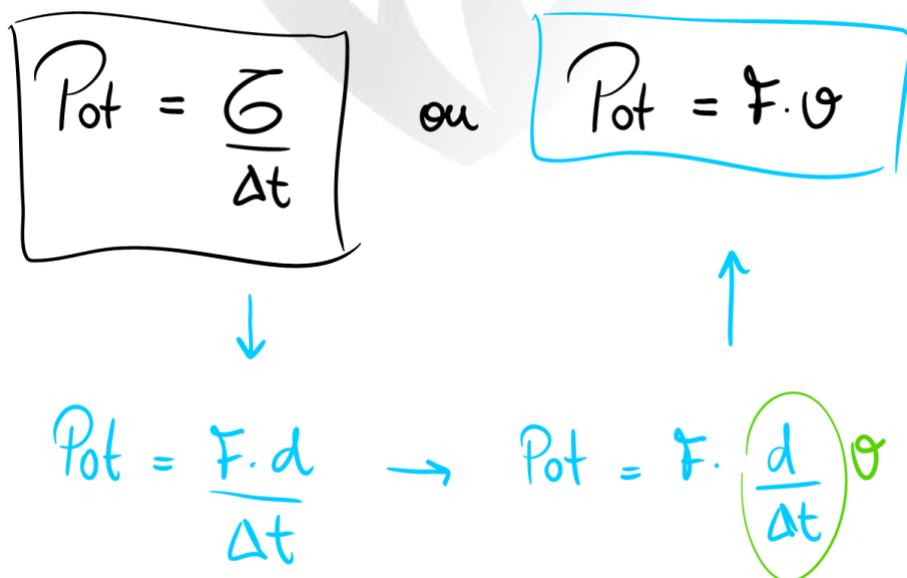
 **Resolução**

Exatamente. Se estamos com força conservativa e a trajetória é fechada, então os pontos inicial e final são os mesmos. Logo, o trabalho será nulo.

Gabarito: Certo

**3 POTÊNCIA**

A Potência é simplesmente definida como o valor do Trabalho dividido pelo tempo que foi necessário.



The diagram shows the derivation of the power formula. It starts with two boxed equations:  $Pot = \frac{\sigma}{\Delta t}$  and  $Pot = F \cdot \vartheta$ , separated by the word "ou". Below the first equation, a downward arrow points to  $Pot = \frac{F \cdot d}{\Delta t}$ . Below the second equation, an upward arrow points to  $Pot = F \cdot \left(\frac{d}{\Delta t}\right) \vartheta$ , where the fraction  $\frac{d}{\Delta t}$  is circled in green.



A unidade de medida é dada em Watts (W).

$$Pot = \frac{\underline{\sigma}}{\Delta t} \quad \rightsquigarrow \quad \underline{\sigma} = Pot \cdot \Delta t$$

$$[Pot] = \frac{[\underline{\sigma}]}{[\Delta t]} = \frac{J}{s} = W \text{ (Watt)}$$

Existem outras unidades, como cavalo-vapor (cv) e horse-power (HP).

$$\downarrow \text{CAVALO VAPOR} : \quad 1 CV = 735 W$$

$$\downarrow \text{HORSE POWER} : \quad 1 HP = 76 W$$

No nosso dia-a-dia, o trabalho ou energia é representado na unidade quilowatt-hora (kWh), que corresponde à potência aplicada de 1 kW durante 1 h.

$$\begin{aligned} &= 10^3 = 1.000 \\ \boxed{1 \text{ kilo watt}} &= \underline{\underline{1 kWh}} \\ \text{durante 1 hora} & \quad \hookrightarrow 1000 W \cdot h \end{aligned}$$

Diante disso, você percebeu que também podemos obter o Trabalho a partir da Potência que pode ser fornecida pela questão. Basta multiplicar o valor da Potência com o tempo que teremos o Trabalho realizado no processo.

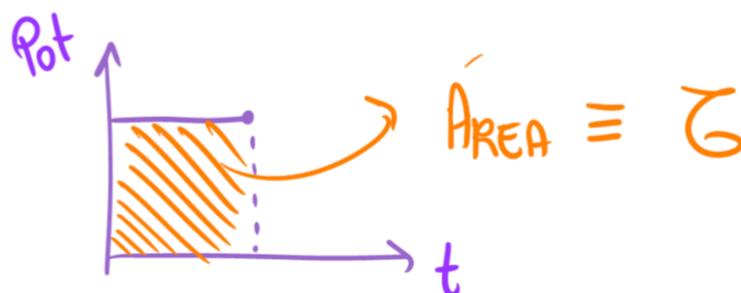
$$\mathcal{E} = Pot \cdot \Delta t$$

Se tivermos um gráfico de Potência x Tempo, podemos calcular a área do gráfico para obter o valor do Trabalho.

$$\mathcal{E} = Pot \cdot \Delta t$$



Esse cálculo pode ser feito calculando a área do gráfico Potência pelo tempo.

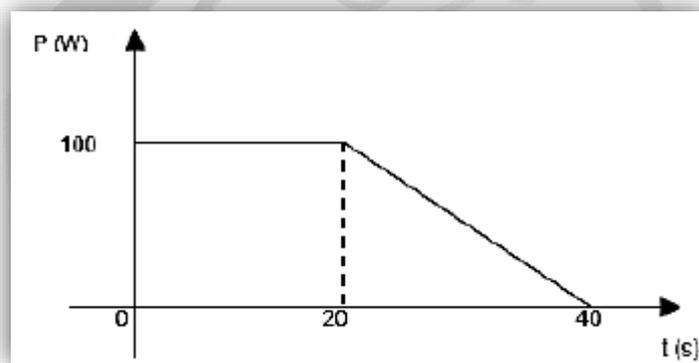


Esse é um conceito pouco explorado em provas de concursos, mas veja um exemplo de questão.

### Questão de Entendimento:

#### 03 (Instituto AOCB | 2023 | IF-MA | Técnico de Laboratório de Física)

O gráfico representa a potência de uma furadeira elétrica no decorrer do tempo. Assinale a alternativa que apresenta o trabalho realizado por essa furadeira no intervalo de 0 a 40 segundos.

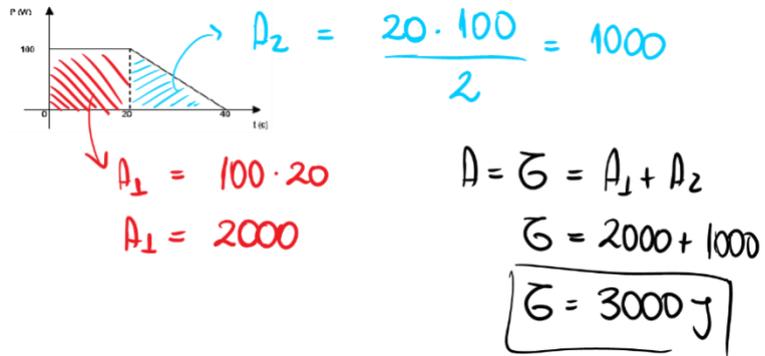


- a) 1000 J.
- b) 1250 J.
- c) 1750 J.
- d) 2450 J.
- e) 3000 J.



### Resolução

A questão forneceu um gráfico da Potência x Tempo. Para calcular o Trabalho, basta calcular a área do gráfico:



Gabarito: Letra E.



## 4 QUESTÕES DE RENDIMENTO

### 01 (VUNESP|2019)

Na figura a seguir, o garoto, distante 3 metros da rocha, aplica nela, por meio de uma corda, uma força horizontal de  $10^3$  N, entretanto não consegue tirá-la do lugar.



O trabalho realizado no exemplo citado é, em joules, igual a

- a) 0.
- b) 3.
- c) 10.
- d) 300.
- e) 3000.

### **Resolução**

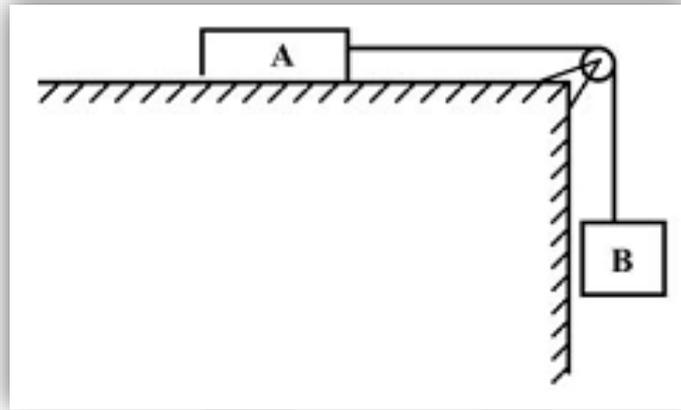
Lembre-se, o Trabalho será nulo se ocorrer algumas das situações a seguir:

- Deslocamento igual a zero
- Força igual a zero
- Ângulo entre a força e o deslocamento igual a  $90^\circ$

Na questão, temos que o garoto não consegue tirar a rocha do lugar. Portanto o deslocamento é igual a zero. O trabalho é nulo.

Gabarito: Letra A

02(CEBRASPE | 2018)



A figura precedente representa dois blocos A e B com massas iguais a 6 kg e 4 kg, respectivamente, inicialmente em repouso e ligados por um fio ideal (sobre uma roldana igualmente ideal). O coeficiente de atrito entre A e o plano horizontal vale 0,4 e a aceleração da gravidade vale  $10 \text{ m/s}^2$ .

Com base nas informações apresentadas e assumindo que toda a energia dissipada pela força de atrito foi usada para aquecer o corpo A, julgue o item a seguir.

O trabalho realizado pela força de atrito para mover o corpo A por uma distância  $d$  sobre o plano horizontal é igual ao trabalho realizado pela tração atuando no corpo A.

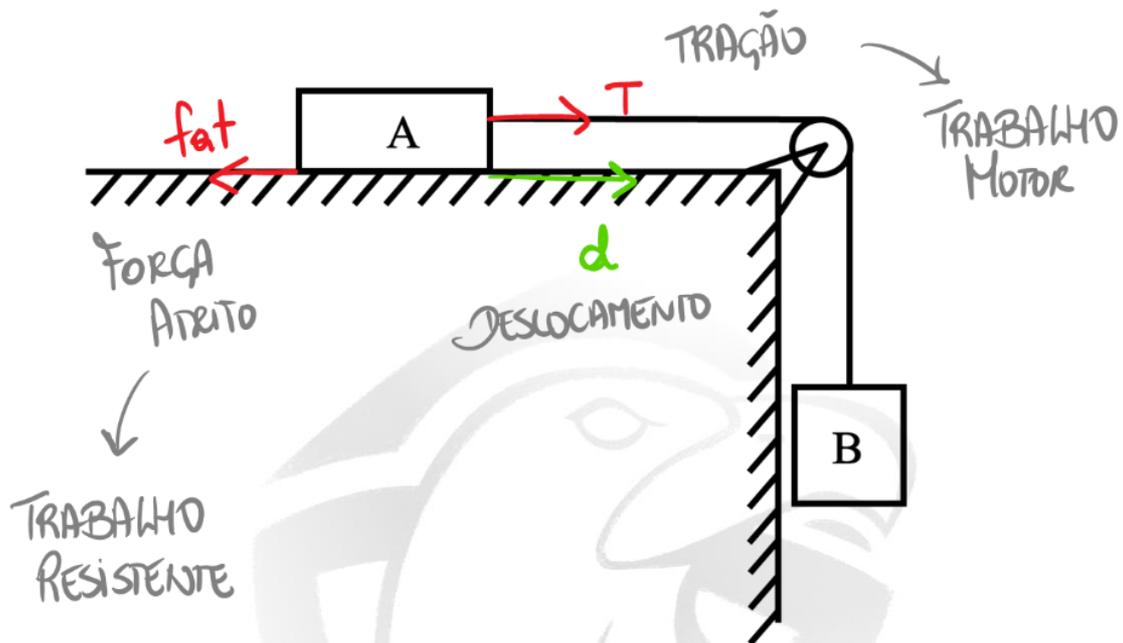
 **Resolução**

Vamos fazer uma análise super minuciosa que com certeza irá aumentar os seus conhecimentos sobre Trabalho e também sobre as Aplicações das Leis de Newton.

Primeiramente, o trabalho depende do valor da força e do deslocamento.

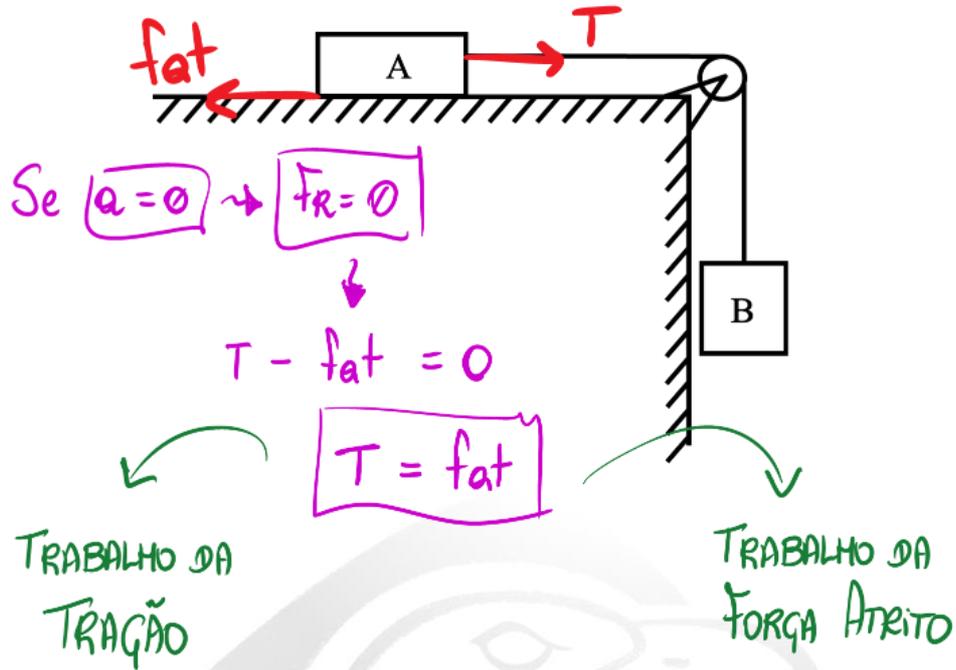
$$G = F \cdot d$$

Na comparação entre a força atrito e a tração que puxa o corpo A, perceba que ambos realizam o trabalho percorrendo a mesma distância, porém o trabalho da força atrito é um trabalho resistente e o trabalho da tração é um trabalho motor.



Só isso não garante que o trabalho dessas duas forças seja igual, pois precisamos comparar a intensidade dessas forças. Para sermos objetivos nessa análise, precisamos saber sobre o valor da aceleração do sistema, sabe porquê?

- (1) Se a aceleração do sistema for nula, isso implica dizer que a aceleração no bloco A é nula, ou seja, a força resultante em A é nula. Força Resultante nula em A implica dizer que a força atrito terá a mesma intensidade que a Tração em A. Conseqüentemente, as forças são iguais, então o trabalho será o mesmo, uma vez que já sabemos que ambos percorrem uma mesma distância.



$$G = F \cdot d \cdot \cos\theta$$

(FÓRMULA GERAL)

$$G = F \cdot d \cdot \cos\theta$$

(FÓRMULA GERAL)

$$G = T \cdot d \cdot \cos 0^\circ$$

$$G = T \cdot d \cdot (1)$$

$$G = T \cdot d$$

$$G = fat \cdot d \cdot \cos 180^\circ$$

$$G = fat \cdot d \cdot (-1)$$

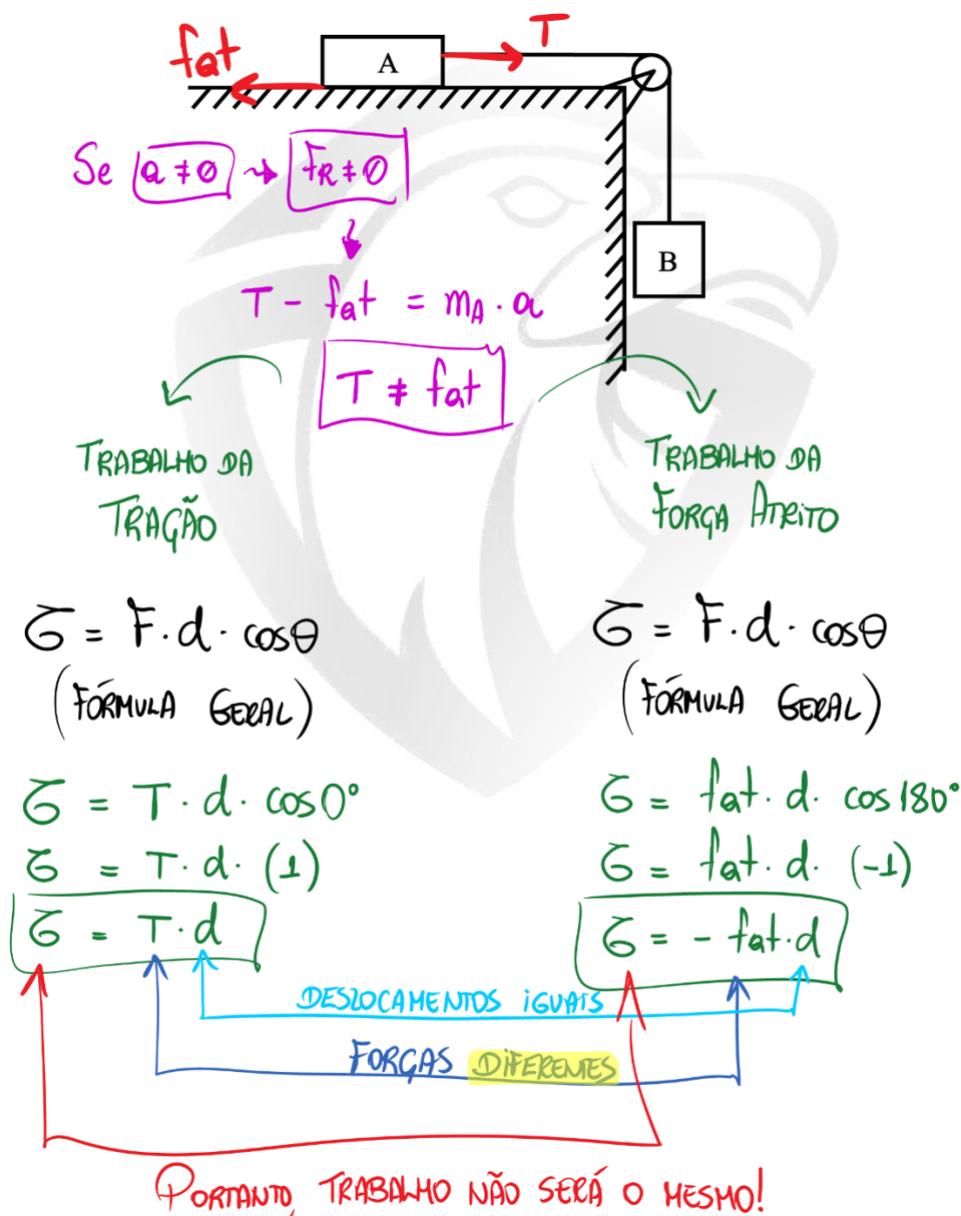
$$G = -fat \cdot d$$

DESLOCAMENTOS IGUAIS

FORÇAS IGUAIS

PORTANTO, MESMO TRABALHO!  
(MUITO EMBORA TENHAM SINAIS TROCADOS)

(2) Por outro lado, se a aceleração do sistema não for nula, isso implica dizer que a aceleração em A não será nula, ou seja, a força resultante em A será diferente de zero. A força resultante em A será a subtração da Tração com a Força atrito o que resultará num valor que será igual a massa de A multiplicada pela a aceleração do sistema. Mas, já podemos concluir sem cálculo algum que se a subtração entre a Força atrito e a Tração em A é diferente de zero, isso já garante as força são diferentes. Diante disso, os valores do Trabalho realizado por essas forças terão valores distintos, muito embora estejam sendo aplicados num mesmo deslocamento (conforme já observamos).



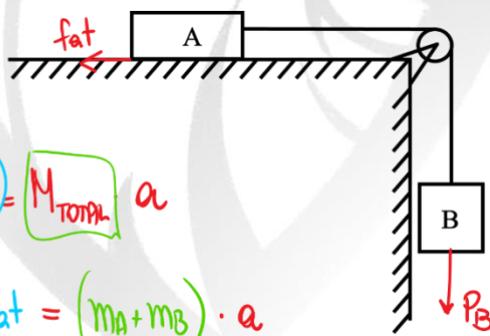
Então, vamos conferir a aceleração do sistema.

Primeiramente, vamos pegar os valores da força atrito e do peso B:

$$\begin{aligned} f_{at} &= \mu \cdot N_A \\ f_{at} &= \mu \cdot P_A \\ f_{at} &= \mu \cdot m_A \cdot g \\ f_{at} &= 0,4 \cdot 6 \cdot 10 \\ f_{at} &= 24 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_B &= m_B \cdot g \\ P_B &= 4 \cdot 10 \\ P_B &= 40 \text{ N} \end{aligned}$$

Agora, vamos aplicar a Segunda Lei de Newton (Princípio Fundamental da Dinâmica) no sistema como um todo:



$$\begin{aligned} F_R &= M_{\text{TOTAL}} \cdot a \\ P_B - f_{at} &= (m_A + m_B) \cdot a \\ 40 - 24 &= (6 + 4) \cdot a \\ 16 &= 10 \cdot a \\ a &= 1,6 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

O valor da aceleração encontrado é diferente de zero. Portanto, vale a nossa observação feita em (2). Concluímos, portanto, que os valores do Trabalho realizado por essas forças terão valores distintos, muito embora estejam sendo aplicados num mesmo deslocamento

Gabarito: Errado.

### 03(QUADRIX|2017)

Um guindaste exerce uma força de 30 kN, para cima, sobre um contêiner de duas toneladas. Essa força é suficiente para vencer a força gravitacional e levantar o contêiner, que está inicialmente em repouso. A força atua ao longo de uma distância de 3 m.

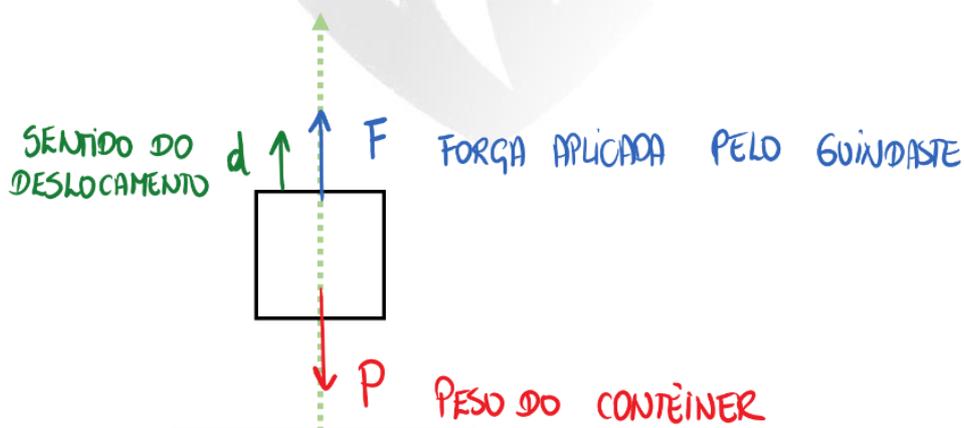
Com base nessa situação hipotética, julgue o item subsecutivo, considerando que a aceleração da gravidade ( $g$ ) seja igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .

O trabalho realizado pelo guindaste é de +900 kJ.



#### **Resolução**

O guindaste aplicou uma força de 30 kN por um deslocamento de 3 metros. Para calcular o Trabalho, vamos esquematizar e aplicar a fórmula.



$$G = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

$$G = F \cdot d \cdot \cos 0^\circ$$

$$G = F \cdot d \cdot 1$$

$$G = 30 \text{ k} \cdot 3$$

$$G = 90 \text{ kJ}$$

ou

$$G = 90.000 \text{ J}$$

Portanto, o trabalho realizado pelo guindaste é de +90 kJ ou 90.000 J.

Gabarito: Errado.

#### 04 (QUADRIX | 2021)

Em um canteiro de obras, um guindaste levanta uma peça de concreto de duas toneladas, inicialmente em repouso. A força exercida pelo guindaste é de 100 kN para cima, sobre a peça. Essa força é suficiente para vencer a força gravitacional, levantar a peça e atuar ao longo de uma distância de 5 m. A aceleração da gravidade ( $g$ ) é igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .

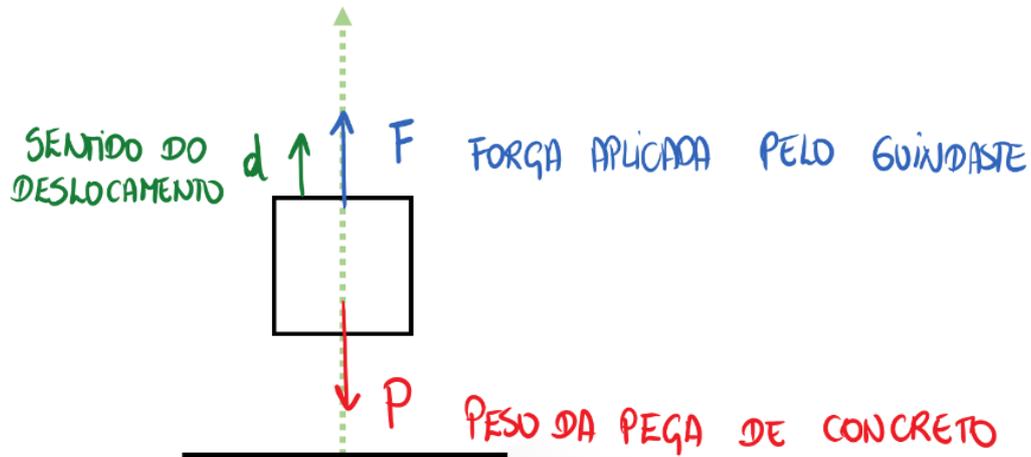
Com base nessa situação hipotética, julgue o item.

O trabalho realizado pela força gravitacional é de +100 kJ.



#### Resolução

O guindaste aplicou uma força de 100 kN por um deslocamento de 5 metros. Para calcular o Trabalho, vamos esquematizar e aplicar a fórmula.



O trabalho da força realizada pelo guindaste é o seguinte:

$$G = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

$$G = F \cdot d \cdot \cos 0^\circ$$

$$G = F \cdot d \cdot 1$$

$$G = 100k \cdot 5$$

$$G = 500k J$$

ou

$$G = 500.000 J$$

Porém, a questão quer saber o trabalho realizado pela força gravitacional:

$$G = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

$$G = P \cdot d \cdot \cos 180^\circ$$

$$G = P \cdot d \cdot (-1)$$

$$G = - m \cdot g \cdot d$$

2 toneladas = 2.000 Kg

$$G = - 2000 \cdot 10 \cdot 5$$

$$G = - 100.000 \text{ J}$$

ou

$$G = - 100 \text{ kJ}$$

Presta atenção para o detalhe: O trabalho realizado pela força gravitacional é de -100 kJ, e não -100 J. Quesito errado só por causa do sinal trocado.

Muito embora poderíamos ter chegado na mesma conclusão analisando o sinal do Trabalho realizado. O Trabalho realizado pela força gravitacional é um Trabalho Resistente. Portanto, terá valor negativo, e não positivo.

Gabarito: Errado.

### 05 (SELECON|2021)

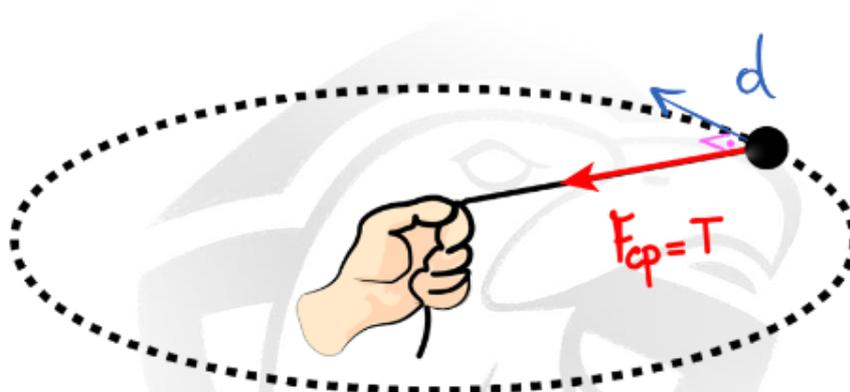
Uma criança gira uma pedra, presa em um barbante sobre sua cabeça, com velocidade tangencial constante de 2 m/s. Sabendo que a massa da pedra é de 100 g e que o

barbante tem comprimento de 50 cm, o trabalho realizado pela força centrípeta, nessa situação, é igual a:

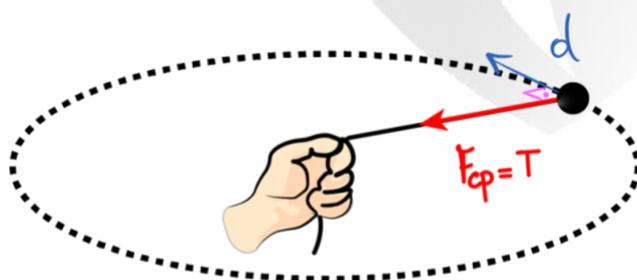
- a) zero
- b) 0,4 J
- c) 0,8 J
- d) 400 J

 **Resolução**

Perceba bem o esquema a seguir:



O deslocamento da pedra é perpendicular a força centrípeta. Portanto, o ângulo é de 90°. Diante disso, o trabalho será nulo.



$$\theta = 90^\circ$$

$$\vec{G} = F \cdot d \cdot \cos 90^\circ$$

$$\vec{G} = F_{cp} \cdot d \cdot 0$$

$$\boxed{\vec{G} = 0}$$

Gabarito: Letra A.

**06 (CESGRANRIO | 2022)**

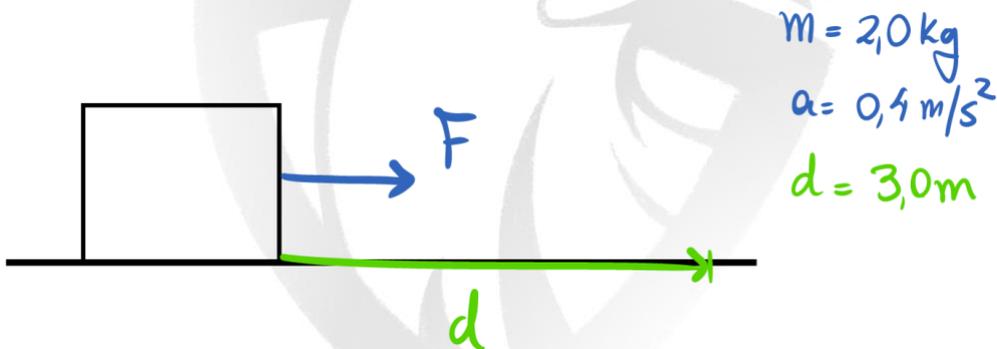
Um corpo de massa igual a 2,0 kg está apoiado em uma superfície horizontal perfeitamente lisa. Ao se aplicar uma força paralela à superfície horizontal, verificou-se o deslocamento de 3,0 m do corpo, sob aceleração de  $0,4 \text{ m s}^{-2}$ .

O trabalho realizado pela força, em joules, foi igual a

- a) 0,8
- b) 1,2
- c) 1,6
- d) 2,4
- e) 3,2

 **Resolução**

Vamos esquematizar as informações apresentadas na questão:



Agora ficou fácil perceber o cálculo que devemos fazer. Para calcular o trabalho dessa força, vamos fazer o seguinte:



$$G = F \cdot d \cdot \cos \theta \quad \downarrow, \text{ pois } \theta = 0^\circ$$

$$F = m \cdot a \quad d = 3,0 \text{ m}$$

$$F = 2 \cdot 0,4$$

$$F = 0,8 \text{ N}$$

$$G = F \cdot d \cdot \cos \theta \quad \downarrow, \text{ pois } \theta = 0^\circ$$

$$G = 0,8 \cdot 3 \cdot \downarrow$$

$$G = 2,4 \text{ J}$$

Gabarito: Letra D.

**07 (IMA|2016)**

Todas as afirmações sobre o trabalho e potência estão corretas, EXCETO.

- a) Trabalho é o produto de uma força pelo deslocamento em que ela atua, quando ambos têm a mesma direção e o mesmo sentido.
- b) As variáveis envolvidas no trabalho da força peso são o próprio peso, à distância e a velocidade em que ele se desloca.
- c) Potência é a razão entre o trabalho realizado e o tempo gasto para realizá-lo
- d) A unidade de medida do trabalho é o joule. 1 J é o trabalho de uma força de 1 N que atua ao longo de um deslocamento de 1 m, na mesma direção e no mesmo sentido desse deslocamento.

**Resolução**

Vamos analisar cada alternativa:

- a) Trabalho é o produto de uma força pelo deslocamento em que ela atua, quando ambos têm a mesma direção e o mesmo sentido.

Exatamente, pois quando a força e o deslocamento possuem a mesma direção e sentido, o ângulo é de  $0^\circ$ . O valor do cosseno de zero é igual a 1. Portanto, a fórmula do trabalho se resume a multiplicação (ou o produto) da força com o deslocamento. Alternativa certa.

- b) As variáveis envolvidas no trabalho da força peso são o próprio peso, à distância e a velocidade em que ele se desloca.

O trabalho de uma força qualquer leva em consideração a força, a distância e o cosseno do ângulo que está entre eles. Não há relação com a velocidade. Esse é a alternativa errada.

- c) Potência é a razão entre o trabalho realizado e o tempo gasto para realizá-lo
- Exatamente. Esse é a fórmula da Potência. Alternativa certa.

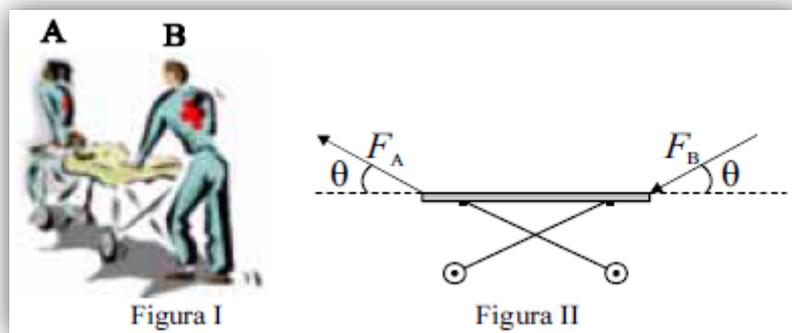
- d) A unidade de medida do trabalho é o joule. 1 J é o trabalho de uma força de 1 N que atua ao longo de um deslocamento de 1 m, na mesma direção e no mesmo sentido desse deslocamento.

Exatamente. A unidade de joule (J) é a unidade para Trabalho de uma força em newtons (N) multiplicado pela distância em metros (m). A alternativa apresentou o valor positivo

para o trabalho (1J) que é exatamente igual a multiplicação da força fornecida (1N) com o deslocamento de 1m, o que implica dizer que a força e o deslocamento estão na mesma direção e no mesmo sentido. Alternativa certa.

Gabarito: Letra B.

**08 (CEBRASPE | 2008)**



A figura I acima mostra dois paramédicos (A e B) transportando um paciente sobre uma maca, os quais exercem, na maca, as forças  $F_A$  e  $F_B$ , respectivamente, conforme ilustra a figura II. Com relação a essa situação hipotética e a conceitos relacionados à mecânica, julgue os itens a seguir.

O trabalho realizado por uma força conservativa ao longo de um percurso fechado é nulo.

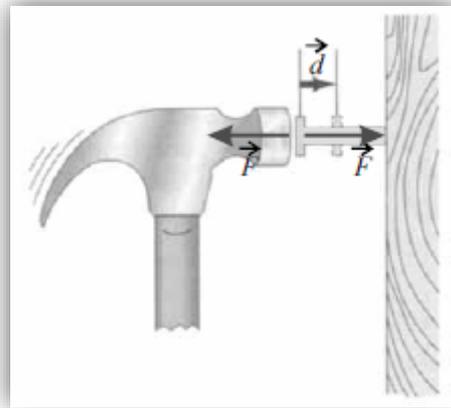


**Resolução**

Exatamente. Se estamos com força conservativa e a trajetória é fechada, então os pontos inicial e final são os mesmos. Logo, o trabalho será nulo.

Gabarito: Certo

09 (CEBRASPE | 2009 | SEDUC-CE | Professor de Física | Adaptada)



Na figura acima,  $\vec{d}$  é um vetor cujo módulo expressa a distância que o prego penetrou na madeira e  $\vec{F}$  é o vetor força aplicada no prego pela ação do martelo. Com base nessas informações e nas leis de Newton, julgue o item a seguir.

O trabalho realizado pelo martelo para deslocar o prego de uma distância igual ao módulo do vetor  $\vec{d}$  é dado pelo produto escalar entre os vetores  $\vec{F}$  e  $\vec{d}$ .

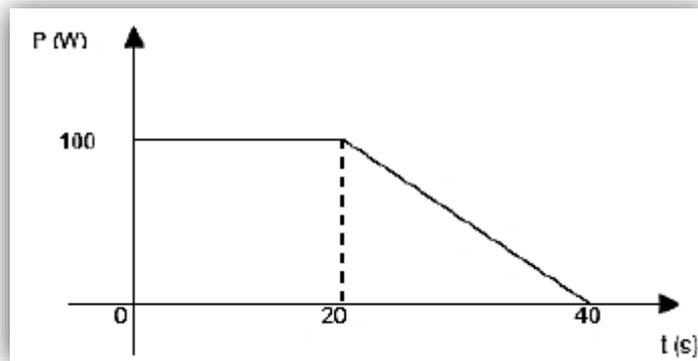
 **Resolução**

O martelo aplica uma força  $\vec{F}$  para deslocar o prego por uma distância  $\vec{d}$ . Diante disso temos um Trabalho sendo realizado. O valor do Trabalho é sim resultado do produto escalar entre os vetores  $\vec{F}$  e  $\vec{d}$ . Podemos complementar ainda que o valor do Trabalho é um escalar, e não um vetor.

Gabarito: Certo

**10(Instituto AOCP | 2023 | IF-MA | Técnico de Laboratório de Física)**

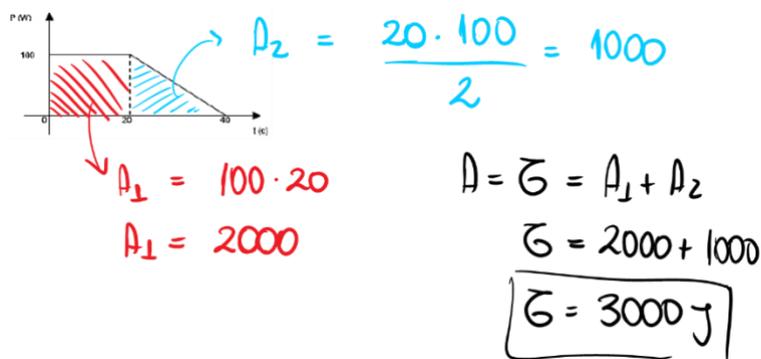
O gráfico representa a potência de uma furadeira elétrica no decorrer do tempo. Assinale a alternativa que apresenta o trabalho realizado por essa furadeira no intervalo de 0 a 40 segundos.



- f) 1000 J.
- g) 1250 J.
- h) 1750 J.
- i) 2450 J.
- j) 3000 J.


**Resolução**

A questão forneceu um gráfico da Potência x Tempo. Para calcular o Trabalho, basta calcular a área do gráfico:



Gabarito: Letra E.

Gabarito: Letra E.

**11(VUNESP|2022)**

No estudo das transformações físicas, a realização de Trabalho é um assunto a ser considerado, pois envolve o uso de energia na aplicação de uma força capaz de provocar deslocamento de um corpo.

Nas aulas sobre esse tema, os alunos discutiram a respeito da grandeza do Trabalho realizado, utilizando a fórmula:  $T = f \times d$ , em que  $T$  = trabalho;  $f$  = força e  $d$  = deslocamento. O resultado é medido em  $N \times m$ .

A partir dessas discussões, os alunos podem concluir que o Trabalho é

- a) diretamente proporcional à massa do corpo.
- b) inversamente proporcional à força aplicada.
- c) igual a zero, se não houver deslocamento.
- d) negativo, se o deslocamento for invertido.
- e) inversamente proporcional ao deslocamento.

**Resolução**

Observando a fórmula do Trabalho, temos que a força e o deslocamento diretamente proporcionais.

Dentre as alternativas, temos:

- a) diretamente proporcional à massa do corpo.

Força é massa vezes aceleração, porém a discussão é sobre o valor da força em si. A discussão sobre a massa e até mesmo sobre a aceleração são adequadas para avaliar a proporcionalidade com a força. Então, avaliando a proporcionalidade com o Trabalho, é melhor tomar o parâmetro da força. Alternativa errada.

- b) inversamente proporcional à força aplicada.

Não. Já analisamos que força e o deslocamento são diretamente proporcionais ao trabalho. Alternativa errada.

c) igual a zero, se não houver deslocamento.

Exatamente! O trabalho será nulo com o deslocamento igual a zero. Alternativa certa.

d) negativo, se o deslocamento for invertido.

Não. Deslocamento invertido é só uma mudança de sentido. Isso não significa que teremos um trabalho negativo (resistente). Alternativa errada.

e) inversamente proporcional ao deslocamento.

Não. Já analisamos que força e o deslocamento são diretamente proporcionais ao trabalho. Alternativa errada.

Gabarito: Letra C.

### 12(EAM - MARINHA | 2011)

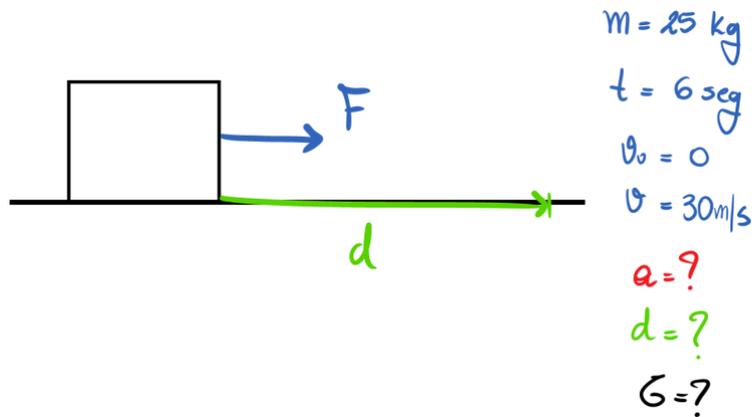
Um determinado corpo de massa 25 kg, inicialmente em repouso, é puxado por uma força constante e horizontal durante um intervalo de tempo de 6 segundos. Sabendo que o deslocamento do corpo ocorreu na mesma direção da força e que a velocidade atingida foi de 30 m/s, a opção que representa o valor do trabalho realizado por essa força, em joules, é

- a) 7250
- b) 9500
- c) 10750
- d) 11250
- e) 12500



### Resolução

Esquematizando a questão, temos:



Nesse esquema, demos ênfase aos parâmetros que envolvem o cálculo do Trabalho. A questão não fornece os valores da força aplicada, nem da aceleração, nem da distância. No entanto, fornece informações que podem nos ajudar a obtê-las.

Vamos lá, podemos resolver essa questão da seguinte forma:

$m = 25 \text{ kg}$   
 $t = 6 \text{ seg}$   
 $v_0 = 0$   
 $v = 30 \text{ m/s}$   
 $a = ?$   
 $d = ?$   
 $G = ?$

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{30 - 0}{6} = 5 \text{ m/s}^2$

É um MRUV

Então, para encontrar "d":

$$\Delta S = \frac{v + v_0}{2} \cdot t$$

$$d = \frac{30 + 0}{2} \cdot 6$$

$$d = 15 \cdot 6$$

$d = 90 \text{ m}$

Agora sabemos que a aceleração é de  $5 \text{ m/s}^2$  e que a distância foi de 90 metros.

Então, finalmente, vamos calcular o Trabalho:

$$\bar{G} = F \cdot d \cdot \cos \theta \quad \downarrow, \text{ pois } \theta = 0^\circ$$

$$\bar{G} = m \cdot a \cdot d$$

$$\bar{G} = 25 \cdot 5 \cdot 90$$

$$\bar{G} = 11.250 \text{ J}$$

Gabarito: Letra D.

13(CEBRASPE | 2023)

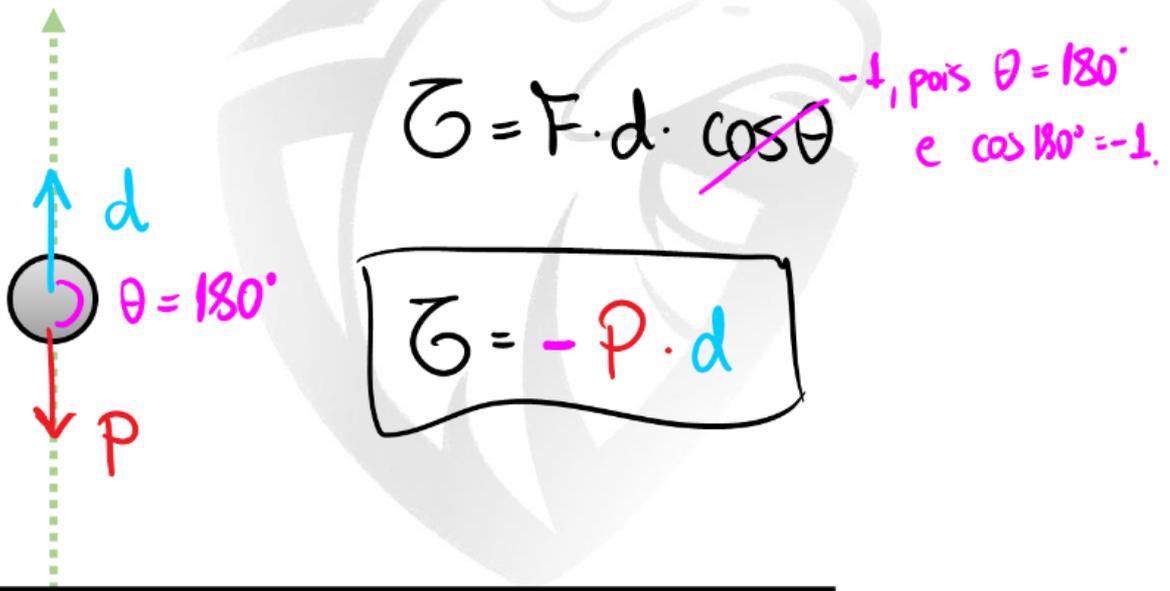
No que se refere a gravidade, energia mecânica e trabalho, julgue o item que se segue.

Caso um tenista, no momento do saque, lance a bola verticalmente para cima, o trabalho realizado pela força gravitacional sobre a bola será negativo.



Resolução

Exatamente. O trabalho realizado pela força gravitacional é um Trabalho Resistente. O deslocamento é para cima, mas força é para baixo. A força e o deslocamento formam um ângulo de  $180^\circ$ . Com isso, o cosseno do ângulo é igual a  $-1$ . Por isso que o Trabalho fica negativo.



Gabarito: Certo.

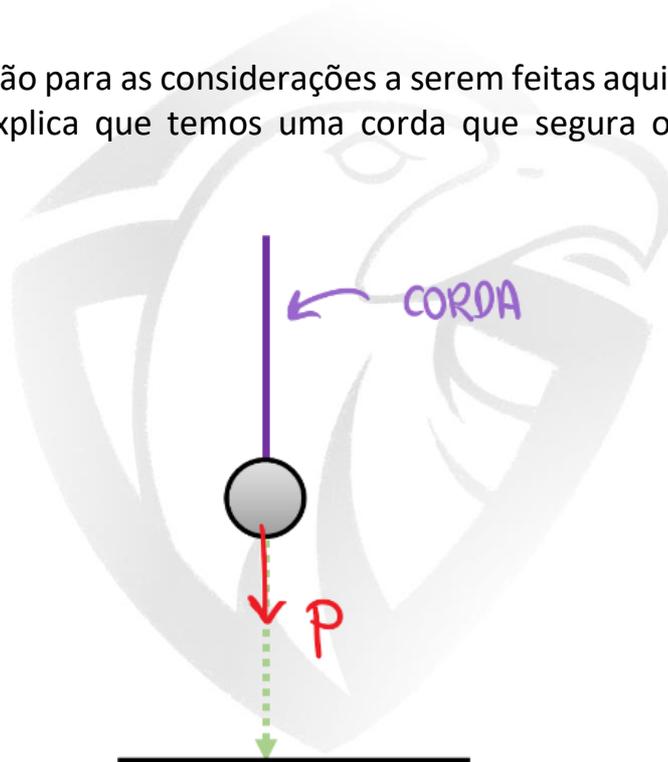
**14(UECE | 2010)**

Uma corda é usada para baixar verticalmente um bloco de massa  $m$ , inicialmente em repouso, com uma aceleração para baixo de módulo igual a  $g/4$ . Após descer uma distância  $d$ , o trabalho realizado pela força da corda sobre o bloco foi

- a)  $-5/4 mgd$ .
- b)  $1/4 mgd$ .
- c)  $-3/4 mgd$ .
- d)  $mgd$ .

 **Resolução**

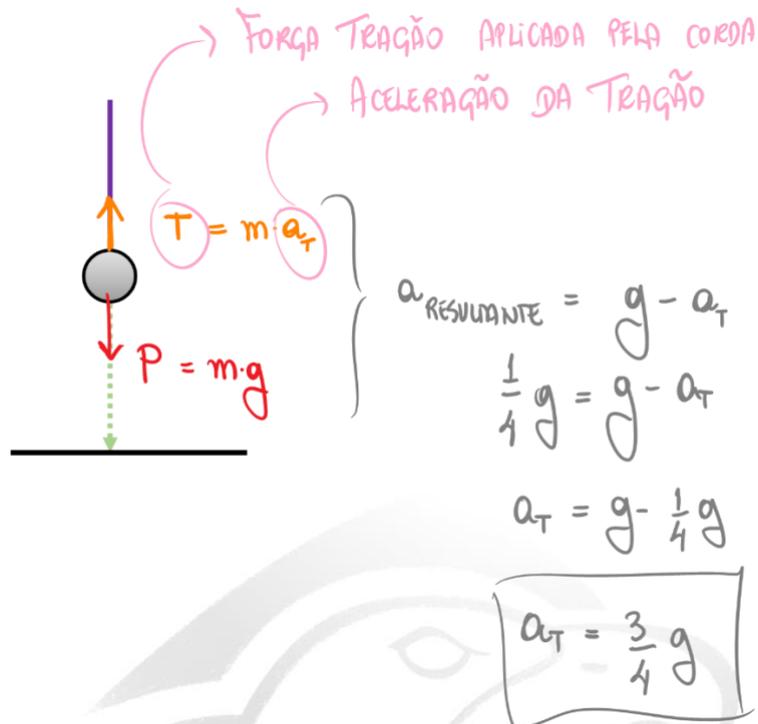
Vamos ter muita atenção para as considerações a serem feitas aqui. Observe o esquema ao lado. A questão explica que temos uma corda que segura o bloco e desce com aceleração de  $g/4$ .



Perceba bem! Se fosse uma queda livre, o bloco iria descer com aceleração de  $g$ . Porém, como tem a corda segurando essa descida, a aceleração é de  $g/4$ .

Ou seja, a corda é responsável por tirar  $3g/4$  da aceleração provocada pela força gravitacional.

Agora veja:



Diante disso, podemos calcular o Trabalho realizado pela força da corda (Tração) nessa descida:



Gabarito: Letra C.



## **CONCURSEIRO QUE PRETENDE SER POLICIAL NÃO FAZ RATEIO**

Todo o material desta apostila (textos e imagens) está protegido por direitos autorais do Profissão Policial Concursos de acordo com a Lei 9.610/1998. Será proibida toda forma de cópia, plágio, reprodução ou qualquer outra forma de uso, não autorizada expressamente, seja ela onerosa ou não, sujeitando-se o transgressor às penalidades previstas civil e criminalmente.