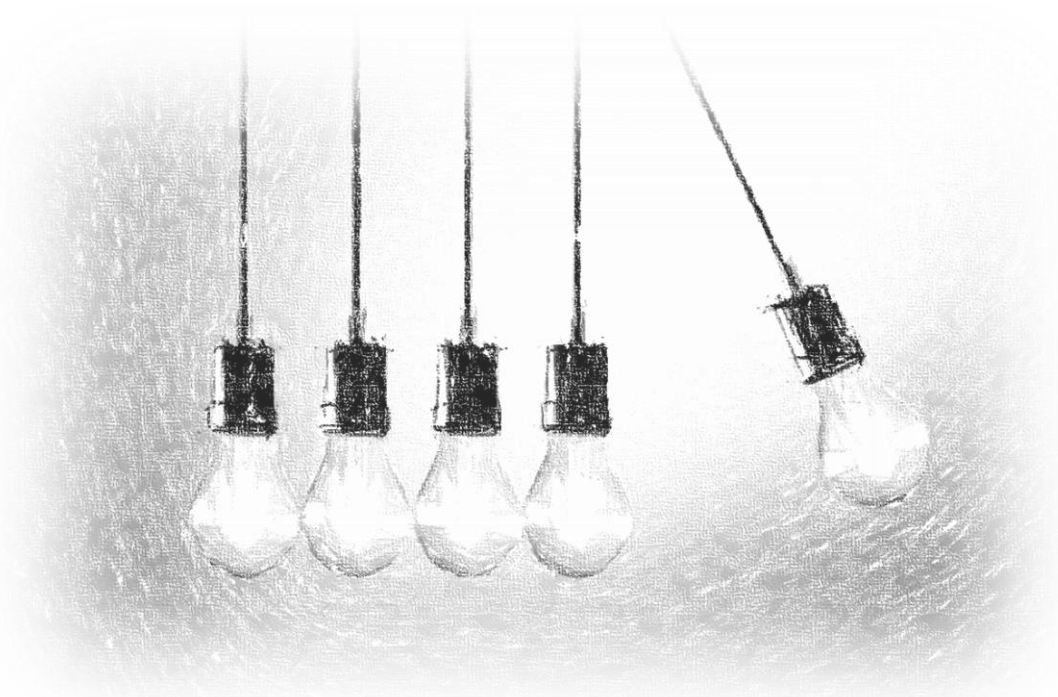


APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

**PROPOSTA DIDÁTICA DIFERENCIADA BASEADA  
NO MÉTODO “PEER INSTRUCTION” PARA A  
APRENDIZAGEM DE “TRABALHO E ENERGIA”  
NO ENSINO MÉDIO**



**MATERIAL DO PROFESSOR**

**MARLON VINÍCIUS RIOS DE FARIA QUEIROZ**

**2018**

## APRESENTAÇÃO

Olá! Tudo bem, professor(a)? Pois é, espero que esteja! Este pequeno trabalho que você, educador(a), começará a ler, foi feito especialmente para alguém como você. Alguém que tem sonhos de mudar as salas de aula. Alguém que espera poder dividir, trocar, ensinar e ao mesmo tempo aprender com cada um dos seus educandos.

O material didático aqui desenvolvido tem como objetivo fornecer uma estratégia de ensino diferente, com o que chamamos de *aprendizagem ativa*. A linguagem utilizada, no texto e nos vídeos, é diferente dos livros didáticos, pois a intenção é trazer também uma forma nova de leitura da Física, mais leve, mais contextualizada e principalmente inovadora e eficiente.

Nesse material didático, vamos fazer uma caminhada com novas formas de trabalhar uma temática, não levando em consideração apenas a Física mas também o uso de ferramentas e estratégias que maximizem os resultados esperados. Entenderemos melhor o que é a *Aprendizagem Ativa* por meio do *Peer Instruction*, ou *IpC (Instrução por Colegas, em tradução livre)*, bem como o uso de ferramentas educacionais interessantes como o *Socrative*, que podem potencializar as experiências dentro da sala de aula.

Esperamos contribuir de forma muito positiva e bem inovadora para que sua sala de aula seja ainda mais interessante e que desperte cada dia mais o desejo de seus alunos pela Física.

Dúvidas, sugestões e críticas, serão muito bem-vindas.

[profmarlonvfqueiroz@gmail.com](mailto:profmarlonvfqueiroz@gmail.com)

Prof. Marlon V R F Queiroz

## SUMÁRIO

<b>I – O PEER INSTRUCTION (PI)</b> .....	04
<b>II – O SOCRATIVE</b> .....	06
<b>III – TRABALHO, ENERGIA E POTÊNCIA</b> .....	15
A) Aula 1 – Energia e Potência .....	15
B) Aula 2 – Trabalho na Mecânica .....	22
C) Aula 3 – Conservação da Energia Mecânica .....	28
<b>IV – COLETA E ANÁLISE DE DADOS</b> .....	35
<b>V – REFERÊNCIAS</b> .....	36

## I – O PEER INSTRUCTION (PI)

A proposta de intervenção didática que usaremos aqui é o *Peer Instruction* (PI), em tradução livre, Instrução pelos Colegas (IpC) e foi desenvolvida na década de 90 pelo prof. Dr. Eric Mazur, do Departamento de Física da Universidade de Harvard. O método tem sido aplicado não somente à física, mas a muitos cursos em diversas instituições de ensino do mundo todo. Numa visão geral, o IpC busca promover a aprendizagem do aluno com foco nas discussões em sala de aula entre alunos e aluno e professor, de forma a evitar longas aulas expositivas, e valorizar o tempo em sala com a discussão de conceitos e ideias. Trata-se de retirar o aluno do estado passivo e colocá-lo de forma bem ativa no seu processo de aprendizagem (ARAÚJO; MAZUR, 2013).

Numa descrição mais detalhada, Araújo e Mazur (2013, p.367) esclarecem o PI com sendo:

[...] um método de ensino baseado no estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os alunos discutirem entre si. Sua meta principal é promover a aprendizagem dos conceitos fundamentais dos conteúdos em estudo, através da interação entre os estudantes. Em vez de usar o tempo em classe para transmitir em detalhe as informações presentes nos livros-texto, nesse método, as aulas são divididas em pequenas séries de apresentações orais por parte do professor, focadas nos conceitos principais a serem trabalhados, seguidas pela apresentação de questões conceituais para os alunos responderem primeiro individualmente e então discutirem com os colegas (Ibid., 2013).

Mas afinal, como funciona na prática o PI?

O método se desenvolve em etapas muito bem definidas e revelam que apesar de simples, os resultados obtidos são, na maioria das vezes, muito animadores.

Para que seja possível entender melhor como funciona essa estratégia que o professor poderá adotar em sua sala de aula, preparamos uma tabela com o passo a passo do método do prof. Mazur. Vamos conferir?

**Tabela 1 – Etapas do Processo de aplicação do IpC**

Etapas	Atitudes
<b>Fase 1</b>	O professor escolhe a temática a ser estudada e elabora e/ou seleciona um material prévio de estudo, que pode ser uma pequena vídeo-aula, um texto, um infográfico, entre outros meios. Esse

	<p>material deve ser visto ou lido pelo aluno previamente à aula programada do assunto.</p>
<b>Fase 2</b>	<p>No dia da aula é feita uma breve explanação pelo professor acerca dos tópicos tratados no material prévio a aula. Esta explanação pode ser num formato clássico de aula expositiva ou não. O importante é o tempo, que não deve ultrapassar 10 a 15 min. A intenção nesta fase é reavivar conceitos da pré-aula e aguçar as dúvidas acerca do que os educandos já viram.</p>
<b>Fase 3</b>	<p>Ao finalizar a sua explanação, o professor apresenta então o que Mazur chama de Teste Conceitual – uma questão, em geral de múltipla escolha, com alternativas cuidadosamente definidas para contemplar a mais variadas hipóteses que permeiam a cabeça dos alunos.</p> <p>Nesta etapa, os alunos têm em média 2 a 3 min, após a pergunta lançada, para responder à questão. No nosso caso, usaremos como ferramenta para coleta das respostas, um aplicativo online chamado <i>Socrative</i>, ao qual descrevemos no próximo capítulo, por meio de um tutorial, como pode ser utilizado.</p>
<b>Fase 4</b>	<p>Depois de esgotado o tempo de resposta, o aplicativo gera ao professor um relatório com o percentual de acerto da questão. A partir desse valor, o professor irá tomar uma das decisões a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caso o índice de acerto seja superior a 70%, o professor apenas confirma a resposta correta com breve explicação e passa ao próximo momento da aula (que pode ser outra questão ou tópico de aula);</li> <li>- Caso as respostas gerem valor inferior a 30%, o professor retoma a discussão do tópico abordado no quadro com uma explanação mais detalhada e, após esse momento, sem fornecer qual era a resposta correta da questão anterior, repassa novamente a pergunta aos alunos para que possam novamente decidir as suas respostas;</li> </ul>

	<p>- Caso o índice de acerto esteja entre 30% e 70%, entra em ação a principal estratégia do IpC. O professor convida os alunos a discutirem suas respostas com outro colega da classe, tentando fazer com que, através das suas ideias, um aluno consiga convencer o outro da resposta correta. Dado o tempo de uns 5 a 7 min dessa conversa entre eles, o professor irá refazer a votação de respostas. O esperado é que o resultado seja melhor que a votação anterior.</p>
<p><b>Fase 5</b></p>	<p>Após a fase 4 concluída, é feita uma breve explanação acerca do gabarito da questão e o próximo tópico ou questão é abordada.</p>

Fonte: o autor (2017).

Depois de entender melhor como o método funciona, também é importante o professor perceber que nesse caminho, o docente deixa de ser o centro de tudo e possibilita ao aluno exercer a função de centro da aula. O papel do professor se torna um mediador e numa perspectiva bem prática, enxergamos que temos, como professores, muito a aprender também com nossos alunos. A linguagem usada entre eles, para tentar convencer o colega, acerca da resposta de cada questão, é única muito produtiva.

Nas grandes aplicações do método pelo mundo, muitos educadores concordaram que a estratégia trouxe uma nova perspectiva ao ensino e que os alunos passaram a enxergar os conteúdos das diversas disciplinas numa visão mais contextualizada. Outro excelente aspecto observado foram as interações sociais entre os colegas de classe que melhoraram de forma significativa, gerando inclusive mais autoconfiança entre os alunos, uma vez que passaram a interagir mais com seus colegas de classe durante suas explicações de respostas.

No produto aqui apresentado, a estratégia do IpC já se revelou extremamente satisfatória e por esse motivo cremos que poderá auxiliar muitos educadores a também desfrutar dessa nova perspectiva em sala de aula.

## II – O SOCRATIVE

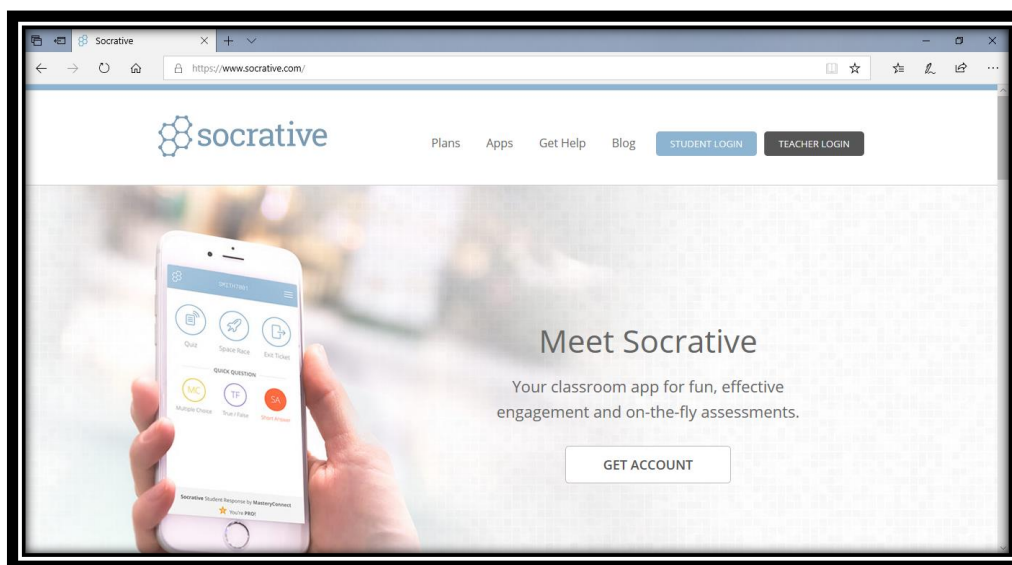
Para a coleta e análise de dados nesse processo de uso do IpC, diversos métodos podem ser utilizados, como os *flashcards* (cartões de resposta), formulários on-line como oferecidos por exemplo pela Google, e uso de aplicativos como é o caso do *Clickers*, e o *Socrative*.

No material aqui oferecido, optou-se pelo uso do aplicativo *Socrative*, que dá ao professor e ao aluno um excelente feedback das respostas e oferece ao educador alguns benefícios como relatórios das respostas da turma e individual do aluno, comparativo gráfico aluno X turma, entre outros itens. O software pode ser acessado tanto pelo site através de um microcomputador conectado a internet, como também pelos sistemas Android e IOS dos principais smartphones e tablets.

O *Socrative* oferece uma interface amigável, de fácil acesso com a versão professor gratuita (garantindo apenas a criação de uma sala virtual e limitada a 50 alunos por vez) ou a versão paga – oferecendo até 10 salas de aula virtual com a possibilidade de até 150 alunos por sala virtual. Já a versão estudante é totalmente gratuita para que o aluno o utilize nas suas respostas aos questionários feitos pelo professor.

Para entender melhor como funciona, o professor deve acessar primeiramente o site do aplicativo ([www.socrative.com](http://www.socrative.com)), e logo depois clicar na guia *Teacher Login*, e efetuar seu cadastro.

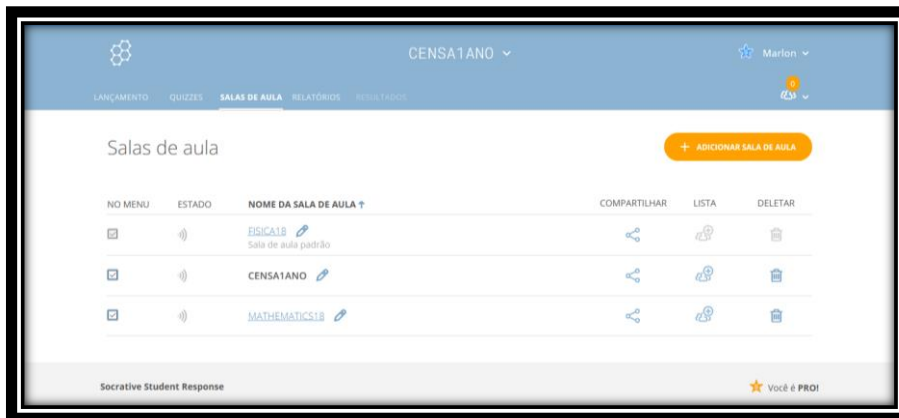
**Figura 1** – Captura de tela inicial do Socrative



Fonte: o autor (2017).

Após o cadastro concluído, chegou a hora de criar um nome para sua sala de aula e se preparar para inserir uma atividade nela. Já existirá uma sala de aula padrão na versão gratuita, portanto, basta clicar no ícone junto ao nome da sala padrão para que esta seja renomeada para o nome desejado pelo colega professor.

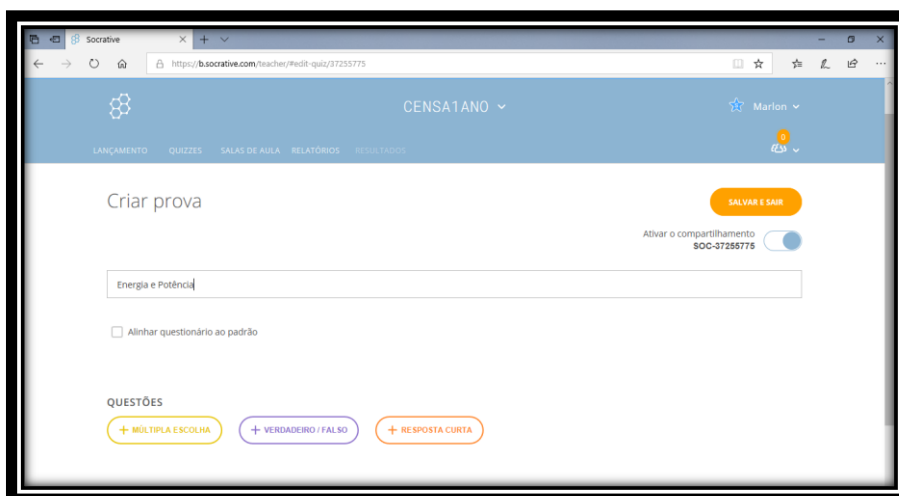
**Figura 2** – Captura de tela das salas de aula do Socrative



Fonte: o autor (2017).

A próxima etapa será inserção de uma atividade criada pelo professor, e nessa fase é possível transcrever a questão toda para o aplicativo ou apenas colocar a numeração da questão em forma de *quiz* com as alternativas e assinalar ao sistema a opção correta. Desta segunda forma, a questão pode ser apresentada ao aluno no próprio quadro da sala de aula ou através de um projetor na tela, ou até mesmo de forma impressa se o professor desejar. Isto será feito clicando na guia *Quizzes* e logo a seguir no item *Adicionar Quiz*. Abaixo vemos como pode ser feito.

**Figura 3** – Captura de tela da criação de lista de questões do Socrative

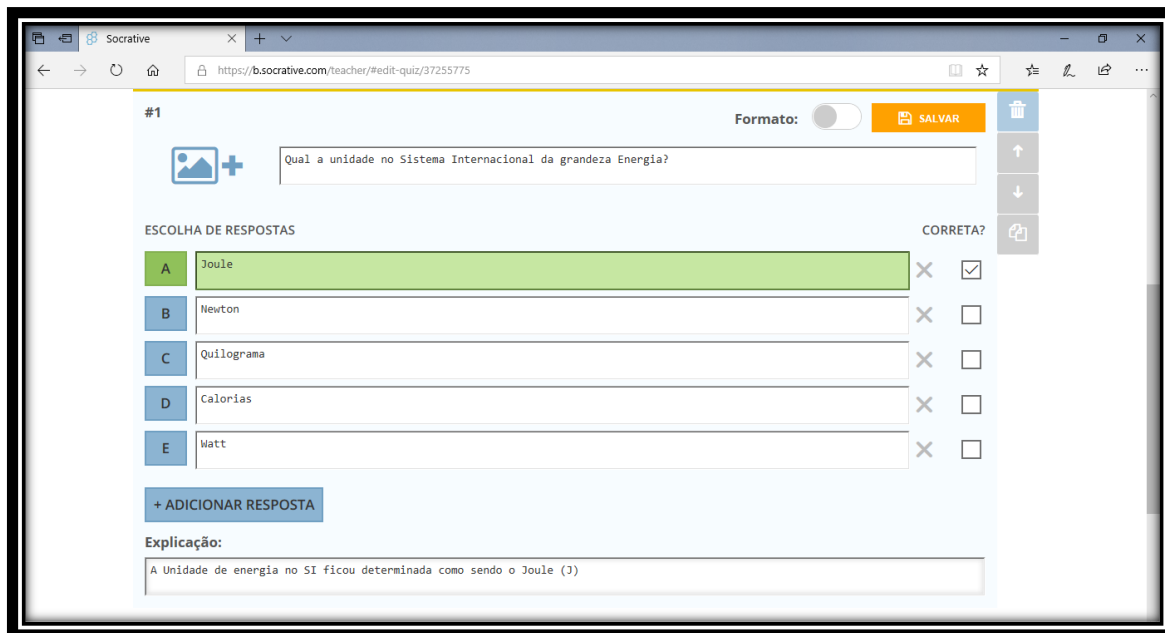


Fonte: o autor (2017).



Pela tela apresentada acima, é possível definir o nome do questionário e também que tipo de questionário (múltipla escolha, verdadeiro/falso ou resposta curta). Após escolhida o tipo de questão, basta inserir as informações da mesma.

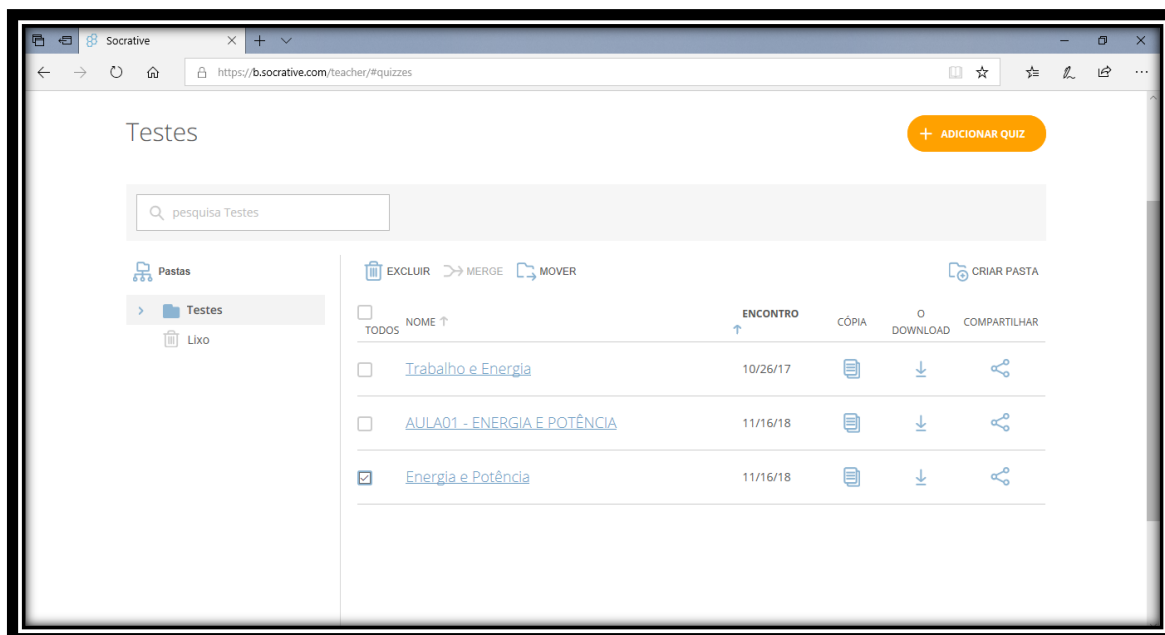
**Figura 4** – Captura de tela do modelo de questão no Socrative



Fonte: o autor (2017).

Quando finalizada a elaboração de questões, basta clicar no botão Salvar e o *Quiz* estará listado na guia de testes pronto pra ser utilizado pelo professor.

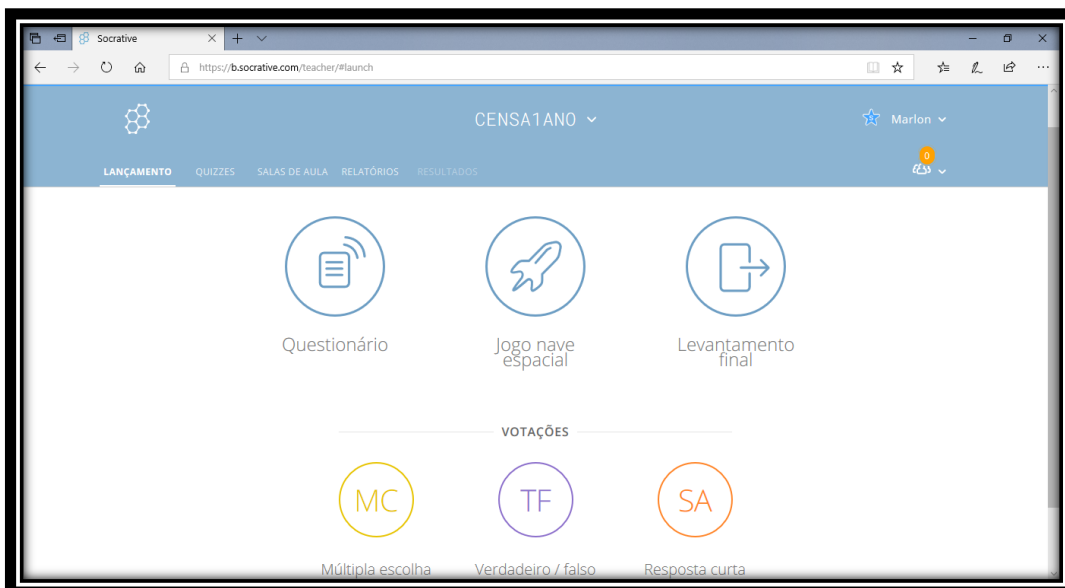
**Figura 5** – Captura de tela das listas de testes elaborados e salvos no Socrative



Fonte: o autor (2017).

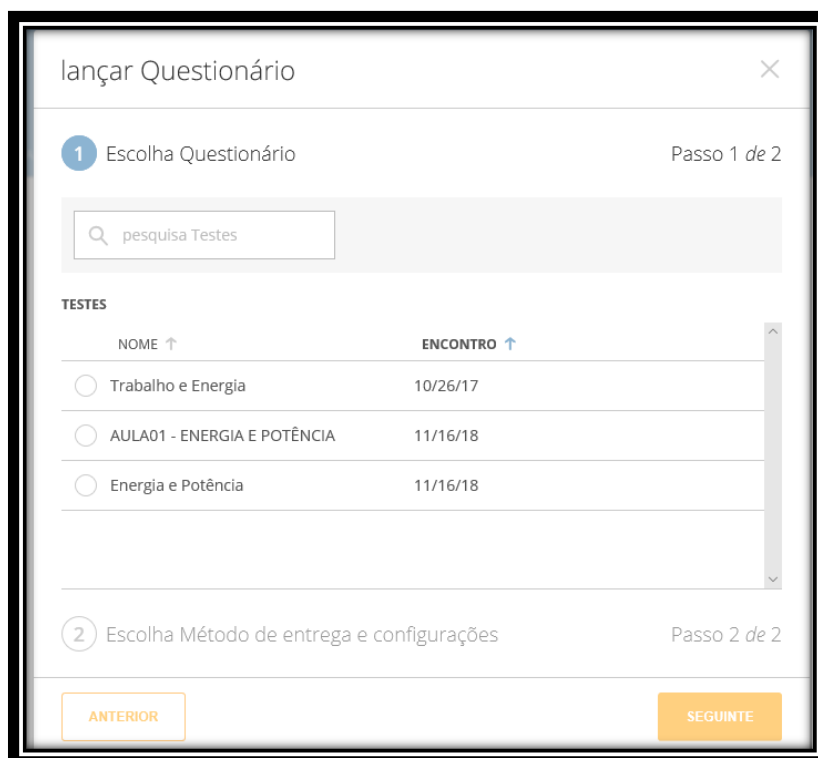
Quando chegar o momento de aplicar o teste em sala de aula, o educador deve acessar o seu login no site ou aplicativo no celular e clicar na guia *Lançamento* e logo depois em *Questionário* para que na janela que irá se abrir, possa ser feita a escolha de qual atividade será usada naquela aula.

**Figura 6** – Captura de tela inicial de lançamento de questionário no Socrative



Fonte: o autor (2017).

**Figura 7** – Captura de tela da janela de escolha da atividade no Socrative



Fonte: o autor (2017).

Na próxima janela, o usuário pode escolher o método de entrega das questões aos alunos, definindo se será uma navegação livre em que o aluno escolhe a ordem que prefere fazer as questões, podendo inclusive, voltar em questões se assim desejar antes de finalizar o teste completo.

Outra opção, recomendada no caso de uso do IpC é a modalidade de entrega *Ritmo do professor*, pois nessa situação, o educador define o ritmo de cada questão, e estas só serão entregues aos alunos a medida que o professor liberá-las no seu sistema. Ademais, pode se agregar opções diversas como nome, mostrar pontuação final e outras possibilidades.

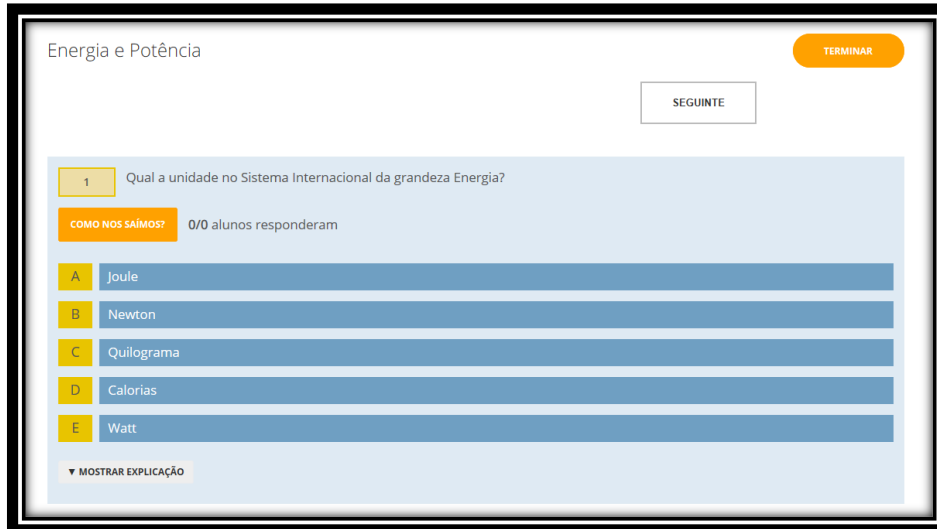
**Figura 8** – Captura de tela da janela de escolha das opções de ordenação e ritmo da atividade no Socrative



Fonte: o autor (2017).

Ao determinar que a atividade vai começar, o professor já terá em sua tela a primeira questão liberada para que o aluno possa responder em seu aplicativo na versão *Student*.

**Figura 9** – Captura de tela de exemplo de uma questão exibida no Socrative



Fonte: o autor (2017).

Agora que todas as etapas do lado do professor estão concluídas e compreendidas, basta orientar os alunos como fazer para acessarem a atividade.

No primeiro momento, é preciso definir a plataforma de uso em que será baixado o aplicativo (IOS ou Android) e então a versão *Socrative Student* estará pronta para uso. Ao abrir o aplicativo, o aluno verá a tela inicial onde deve inserir o nome da sala de aula criada previamente pelo professor.

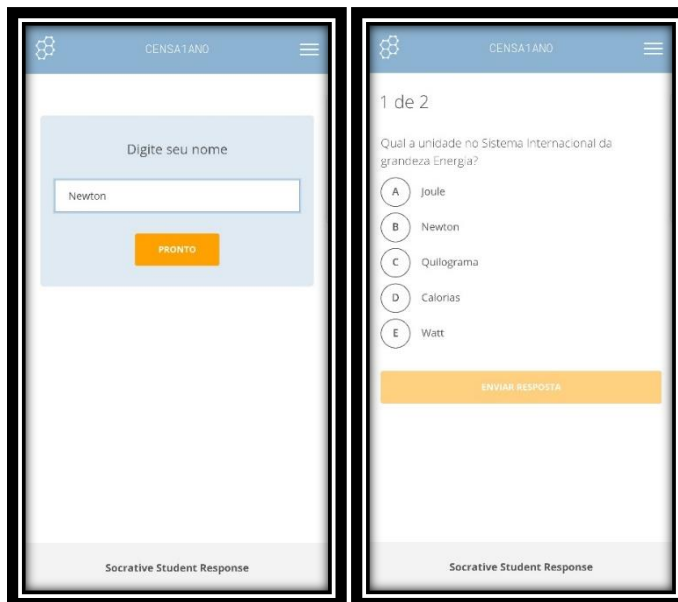
**Figura 10** – Captura de tela inicial do Socrative Student



Fonte: o autor (2017).

Na etapa seguinte o estudante deverá fornecer seu nome e na tela seguinte a primeira questão da atividade já estará disponível.

**Figura 11** – Captura de telas de identificação do aluno e primeira questão de exemplo no Socrative



Fonte: o autor (2017).

Tão logo a questão 1 da atividade seja respondida pelo estudante, uma tela de espera será observada, caso o professor tenha optado, como dito anteriormente, pela opção *Ritmo do professor*, e desta forma, só com a liberação da próxima questão, esta tela irá ser alterada no aplicativo.

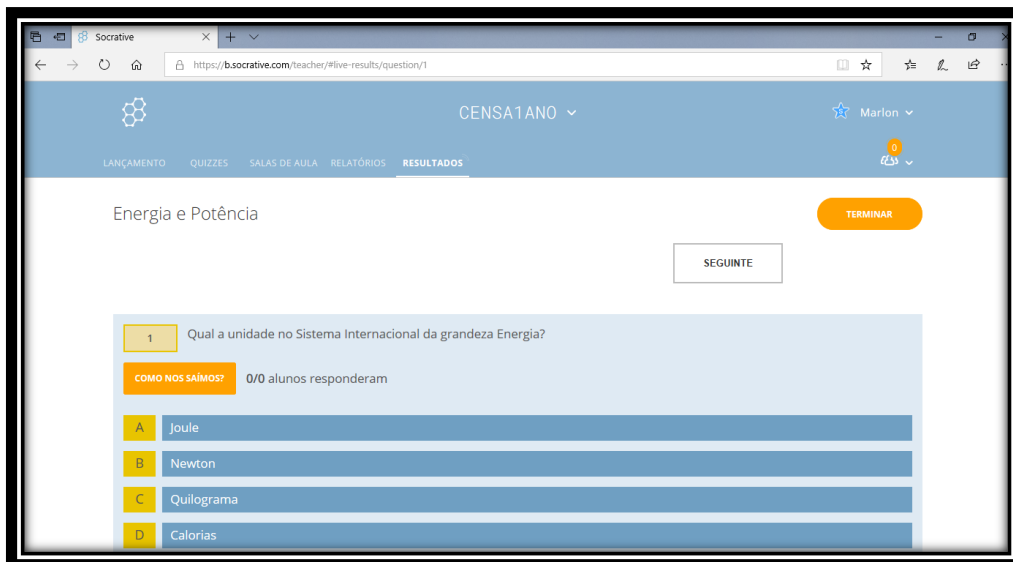
**Figura 12** – Captura de tela de espera entre questões da atividade no Socrative Student



Fonte: o autor (2017).

Logo que toda a atividade for concluída, o professor já poderá clicar no botão *terminar* e assim encerrar o teste para que o relatório seja disponibilizado a ele.

**Figura 13** – Captura de tela de encerramento de atividade com o botão Terminar no Socrative Teacher



Fonte: o autor (2017).

**Figura 14** – Captura de tela de relatórios no Socrative Teacher



Fonte: o autor (2017).

Pronto, professor! Você já deve ter entendido como é fácil preparar atividades e coletar os dados das mesmas com o *Socrative Teacher* e agora já pode utilizá-lo sem quaisquer dificuldades.

### III – TRABALHO, ENERGIA E POTÊNCIA

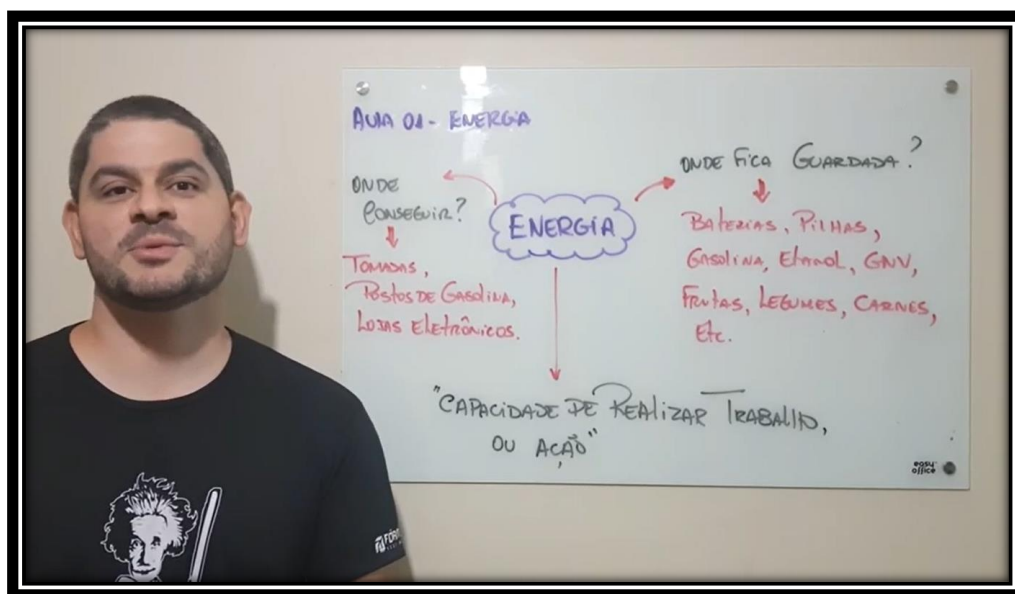
#### A) Aula 1 – Energia e Potência

##### ▪ A pré-aula

Na primeira aula sobre os conceitos ligados a Energia, os alunos deverão assistir a três vídeos sobre as ideias básicas do assunto. Esses vídeos serão a atividade de pré-aula e estão disponibilizados no site *Youtube*, através dos links <https://youtu.be/F8txTQ9WVk0> (Aula 1.01 – Conceitos de Energia), <https://youtu.be/4R1JuVEOWi0> (Aula 1.02 – Energia Mecânica) e <https://youtu.be/URMJYdUORt4> (Aula 1.03 – Potência). Nesse primeiro momento, o objetivo é que, com as pequenas aulas on-line, o aluno consiga entender um pouco dos princípios básicos associados ao tópico de Energia e também que sejam criados alguns questionamentos para serem debatidos na aula.

Os *links* devem ser disponibilizados pelo professor alguns dias antes da aula, e deve-se insistir que todos assistam para que possam participar melhor da aula que virá. O professor também é livre para optar por outro vídeo que julgar interessante para essa pré-aula ou até, se preferir, produzir seu próprio vídeo. Importante ressaltar que os vídeos não devem ser extensos e/ou cansativos, nem tampouco se preocupar inicialmente com uma abordagem muito matematizada. O intuito é que o aluno comece a reconhecer o tema no seu cotidiano.

**Figura 15** – Captura de tela da aula 1.01 – Conceito de Energia, no *Youtube*



Fonte: o autor (2017).

▪ **A aula - Energia e Potência**

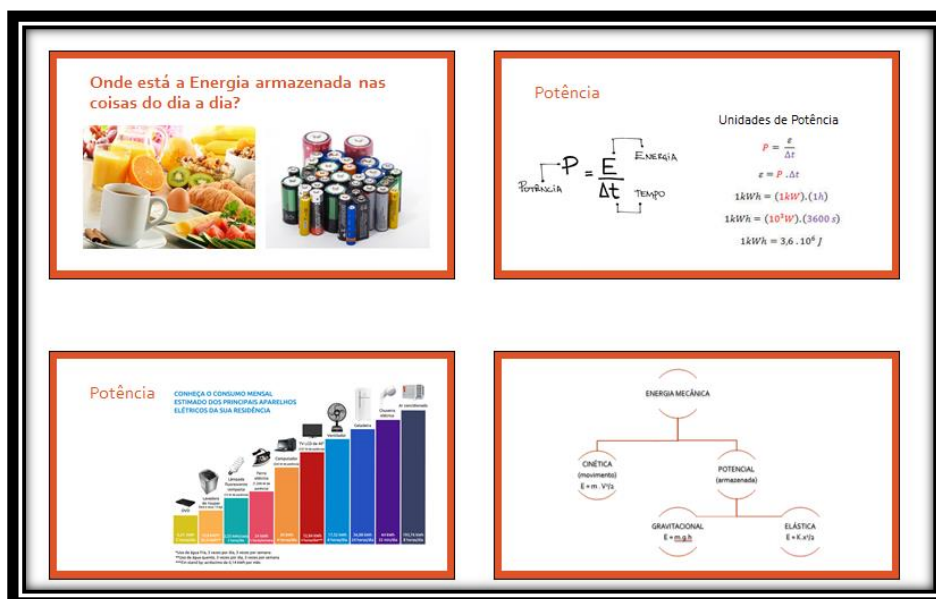
Na sala de aula, depois dos alunos já terem assistido ao vídeo de pré-aula em casa, está na hora do professor iniciar uma breve explanação sobre o assunto tratado no vídeo. Uma ideia que pode ajudar é que essa explicação seja feita em forma de slides, por exemplo. Abaixo segue um exemplo que já foi utilizado nesse produto aplicado.

**Figura 16 – Slides 1 a 4 sobre Energia**



Fonte: o autor (2017).

**Figura 17 - Slides 5 a 8 sobre Energia e Potência (fonte: autor)**



Fonte: o autor (2017).



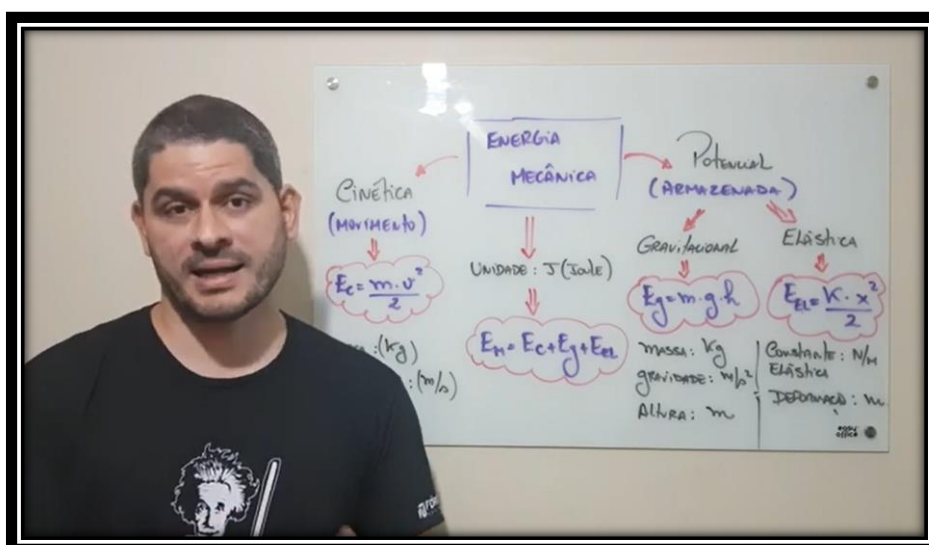
A ideia é que o docente discuta sobre os conceitos iniciais de Energia e Potência e explore o que os alunos compreenderam do vídeo e o que pensam acerca do tema. A medida que avança com cada slide o professor irá introduzindo os conceitos necessários e apresentando as divisões da Energia Mecânica bem como as expressões que ajudam a determinar seus valores como mostra o slide 8 apresentado na figura 17 acima.

Finalizada esta etapa de uns 15 min aproximadamente, o professor já pode iniciar o uso das questões conceituais sobre o tema abordado e para tal, instruir os alunos quanto ao uso do *Socratic Student*. Uma vez que todos estejam conectados, as questões podem ser apresentadas, como mencionado no tutorial do *Socratic*. Ao aplicar o IpC, o docente verifica a necessidade de esclarecer melhor algum tópico, bem como aplica a ideia das discussões aos pares no caso de respostas dentro da faixa de 30% a 70%, como mencionado no início desse material.

Dentro de um tempo de aula de 50 min em média, é provável que uns 30 min sejam disponibilizados à parte de respostas às questões, e dependendo de como foram as respostas iniciais e da necessidade de tempo nas discussões aos pares, é provável que o tempo seja suficiente para algo em torno de 4 a 5 questões por aula.

Neste material, as aulas 1.01 – Conceito de Energia, 1.02 – Energia Mecânica e 1.03 – Potência foram estipuladas para um período de 2 (duas) aulas de 50min cada. Sendo assim, separamos uma lista com 10 questões conceituais que podem ser tratadas nessas aulas. Esta lista será disponibilizada num banco de questões em um pen-drive que poderá ser utilizado pelo docente em suas aulas, desde que sem qualquer utilização para fins comerciais.

**Figura 18** – Captura de tela da aula 1.02 – Energia Mecânica, no *Youtube*



Fonte: o autor (2017).

***Lista 01 – Aula Energia e Potência***

1. (Fmp 2017) No dia 15 de fevereiro de 2014, em Donetsk, na Ucrânia, o recorde mundial de salto com vara foi quebrado por Renaud Lavillenie com a marca de 6,16 m. Nesse tipo de salto, o atleta realiza uma corrida e utiliza uma vara para conseguir ultrapassar o “sarrafo” – termo utilizado para se referir à barra horizontal suspensa, que deve ser ultrapassada no salto.

Considerando que ele ultrapassou o sarrafo com uma velocidade horizontal da ordem de 1 cm/s, fruto das transformações de energia ocorridas durante a prova, tem-se que, após perder o contato com a vara, no ponto mais alto de sua trajetória, a energia mecânica associada ao atleta era

a) somente cinética    b) somente potencial elástica    c) somente potencial gravitacional  
**d) somente cinética e potencial gravitacional**    e) cinética, potencial elástica e gravitacional

2. (Pucrj 2017) Um sistema mecânico é utilizado para fazer uma força sobre uma mola, comprimindo-a. Se essa força dobrar, a energia armazenada na mola

a) cairá a um quarto.                      b) cairá à metade.                      c) permanecerá constante.  
d) dobrará.                                      e) **será quadruplicada.**

3. (Utfpr 2017) Estamos deixando de usar lâmpadas incandescentes devido ao grande consumo de energia que essas lâmpadas apresentam. Se uma lâmpada de 60 W ficar ligada durante 10 minutos, produzirá um consumo de energia, em joules, igual a:

a) 60000    b) 6000    c) **36000**    d) 90000    e) 120000

4. (Utfpr 2017) Um tipo de bate-estaca usado em construções consiste de um guindaste que eleva um objeto pesado até uma determinada altura e depois o deixa cair praticamente em queda livre. Sobre essa situação, considere as seguintes afirmações:

- I. na medida em que o objeto cai, aumenta sua energia cinética.
- II. na medida em que o objeto cai, aumenta sua energia potencial.
- III. na queda, ocorre um aumento de energia mecânica do objeto.
- IV. na queda, ocorre a conservação da energia potencial.

Está correto apenas o que se afirma em:

a) **I.**    b) II.    c) III.    d) I e III.    e) I, III e IV.

5. (Enem PPL 2016) A utilização de placas de aquecimento solar como alternativa ao uso de energia elétrica representa um importante mecanismo de economia de recursos naturais. Um sistema de aquecimento solar com capacidade de geração de energia de 1,0 MJ/dia por metro quadrado de placa foi instalado para aquecer a água de um chuveiro elétrico de potência de 2 kW, utilizado durante meia hora por dia. A área mínima da placa solar deve ser de

a) 1,0 m<sup>2</sup> b) 1,8 m<sup>2</sup> c) 2,0 m<sup>2</sup> **d) 3,6 m<sup>2</sup>** e) 6,0 m<sup>2</sup>

6. (Eear 2016) Um garoto com um estilingue tenta acertar um alvo a alguns metros de distância.

1. Primeiramente ele segura o estilingue com a pedra a ser arremessada, esticando o elástico propulsor.
2. Em seguida ele solta o elástico com a pedra.
3. A pedra voa, subindo a grande altura.
4. Na queda a pedra acerta o alvo com grande violência.

Assinale os trechos do texto correspondentes às análises físicas das energias, colocando a numeração correspondente.

- ( ) Conversão da energia potencial elástica em energia cinética.  
( ) Energia cinética se convertendo em energia potencial gravitacional.  
( ) Energia potencial gravitacional se convertendo em energia cinética.  
( ) Usando a força para estabelecer a energia potencial elástica.

A sequência que preenche corretamente os parênteses é:

- a) 1 – 2 – 3 – 4 **b) 2 – 3 – 4 – 1** c) 3 – 4 – 1 – 2 d) 4 – 1 – 2 – 3

7. (Unisc 2016) Um corpo de massa  $m_1$  e animado de uma velocidade  $V_1$  possui uma energia cinética  $E_{C1} = \frac{1}{2} mV_1^2$ . Se a massa inicial for quadruplicada enquanto que a velocidade inicial for reduzida pela metade, a nova energia cinética  $E_{C2}$ , em relação à primeira, vale

a) o dobro. b) o triplo. c) a metade. **d) a mesma.** e) o quádruplo.

8. (Ufpr 2016) Com relação aos conceitos relativos à energia, identifique as afirmativas a seguir como verdadeiras (V) ou falsas (F):

- ( ) Se um automóvel tem a sua velocidade dobrada, a sua energia cinética também dobra de

valor.

( ) A energia potencial gravitacional de um objeto pode ser positiva, negativa ou zero, dependendo do nível tomado como referência.

( ) A soma das energias cinética e potencial de um sistema mecânico oscilatório é sempre constante.

( ) A energia cinética de uma partícula pode ser negativa se a velocidade tiver sinal negativo.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta, de cima para baixo.

- a) V – V – F – V.                      b) F – F – V – F.                      c) F – V – F – V.  
d) V – F – V – V.                      e) **F – V – F – F.**

9. (Pucrj 2015) Um elevador de 500 kg deve subir uma carga de 2,5 toneladas a uma altura de 20 metros, em um tempo inferior a 25 segundos. Qual deve ser a potência média mínima do motor do elevador, em watts? Considere:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a)  $600 \times 10^3$     b)  $16 \times 10^3$     c)  $24 \times 10^3$     d)  $37,5 \times 10^3$     e)  $1,5 \times 10^3$

10. (Ifsc 2015) Um livro de Física foi elevado do chão e colocado sobre uma mesa. É CORRETO afirmar que a energia utilizada para conseguir tal fato:

- a) Transforma-se em calor durante a subida.  
**b) Fica armazenada no livro sob a forma de energia potencial gravitacional.**  
c) Transforma-se em energia cinética.  
d) Fica armazenada no corpo sob a forma de energia química.  
e) A energia se perdeu para o meio.

11. (Uece 2015) Duas massas iguais são presas entre si por uma mola ideal que obedece à lei de Hooke. Considere duas situações: (i) a mola é comprimida a 50% de seu tamanho original; e (ii) a mola é distendida de 50% de seu comprimento original. O termo tamanho original se refere à mola sem compressão nem distensão. Sobre a energia elástica armazenada na mola nas situações (i) e (ii), é correto afirmar que

- a) é a mesma nos dois casos.**                      b) é maior no caso (i).  
c) é maior no caso (ii).                      d) é nula em um dos casos.

12. (G1 - cftmg 2015) As afirmativas a seguir referem-se à energia mecânica de um corpo em movimento e a seu princípio de conservação. Assinale (V) para as afirmativas verdadeiras ou (F), para as falsas.

I. Para um corpo de massa  $m$ , quanto maior sua velocidade, maior será sua energia cinética.

II. Para um valor fixo de energia cinética, quanto maior a massa do corpo, menor será sua velocidade.

III. Para um corpo de massa  $m$  lançado verticalmente a uma altura  $h$ , quanto maior a altura atingida, maior será sua energia mecânica.

A sequência correta encontrada é

a) V - F - V.

b) V - V - F.

c) V - F - F.

**d) V - V - V.**

13. (Ifsp 2012) Arlindo é um trabalhador dedicado. Passa grande parte do tempo de seu dia subindo e descendo escadas, pois trabalha fazendo manutenção em edifícios, muitas vezes no alto.



Considere que, ao realizar um de seus serviços, ele tenha subido uma escada com velocidade escalar constante. Nesse movimento, pode-se afirmar que, em relação ao nível horizontal do solo, o centro de massa do corpo de Arlindo

a) perdeu energia cinética.

b) ganhou energia cinética.

c) perdeu energia potencial gravitacional.

**d) ganhou energia potencial gravitacional.**

e) perdeu energia mecânica.

14. (Enem 2012) Um automóvel, em movimento uniforme, anda por uma estrada plana, quando começa a descer uma ladeira, na qual o motorista faz com que o carro se mantenha sempre com velocidade escalar constante.

Durante a descida, o que ocorre com as energias potencial, cinética e mecânica do carro?

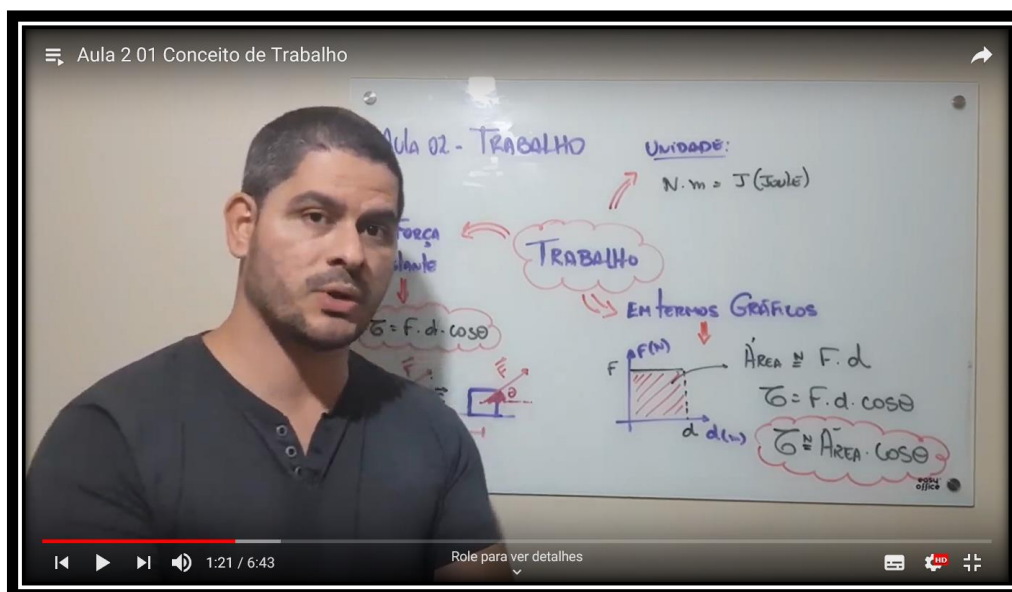
- a) A energia mecânica mantém-se constante, já que a velocidade escalar não varia e, portanto, a energia cinética é constante.
- b) A energia cinética aumenta, pois a energia potencial gravitacional diminui e quando uma se reduz, a outra cresce.
- c) A energia potencial gravitacional mantém-se constante, já que há apenas forças conservativas agindo sobre o carro.
- d) A energia mecânica diminui, pois a energia cinética se mantém constante, mas a energia potencial gravitacional diminui.***
- e) A energia cinética mantém-se constante, já que não há trabalho realizado sobre o carro.

## **B) Aula 2 – Trabalho na Mecânica**

### **▪ A pré-aula**

Nesse segundo momento de pré-aula o assunto a ser iniciado refere-se ao conceito de trabalho na mecânica e por consequência o trabalho da força peso e o teorema da energia cinética. Como gatilho para a aula, o professor deve disponibilizar mais dois vídeos no site *Youtube*, através do links <https://youtu.be/BLYap0sH71w> (Aula 2.01 - Conceito de Trabalho) e <https://youtu.be/x1GziYZXXWw> (Aula 2.02 - Teorema da Energia Cinética e Trabalho do Peso). Por meio destes, o aluno tem a oportunidade de entender um pouco do conceito de trabalho no dia a dia e as principais formas de se calcular esse trabalho, bem como conhecer o trabalho do peso e o teorema da energia cinética. O que se espera é que, como mencionado na primeira pré-aula, surjam questionamentos e ideias acerca do que foi visto nos vídeos.

**Figura 19** – Captura de tela da aula 2.01 – Conceito de Trabalho, no Youtube



Fonte: o autor (2017).

Os recursos de vídeos dessa segunda pré-aula também podem ser substituídos por pequenos textos ou infográficos, sempre com aplicações correlacionadas aos conceitos a serem apresentados pelo professor na aula.

- **A aula – Conceito de Trabalho, Teorema da Energia Cinética e Trabalho do Peso**

Chegado o momento da aula 2, os alunos já tiveram contato com o conteúdo da pré-aula e, por isso, o professor deve fazer uma pequena explanação sobre o tema e, se possível, de uma forma leve, usando uma abordagem interessante aos olhos dos educandos. Um bom exemplo, seria trabalhar com imagens e/ou pequenas cenas de filmes, por exemplo, mostrando situações que corroborem com o que foi apresentado nos vídeos de pré-aula.

Findado o período de apresentação do tema da aula e suas discussões pertinentes, temos então o momento de uma nova lista de questões conceituais a ser apresentada e, com o uso já mencionado anteriormente, do *Socrative*. Os alunos serão instruídos a efetuar seus *logins* no aplicativo e a partir daí as questões serão discutidas seguindo os mesmos critérios apresentados nesse material na aula 01.

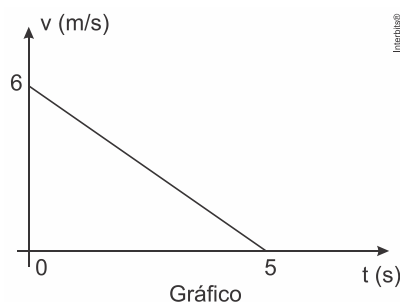
A aula de Trabalho, Teorema da Energia Cinética e Trabalho do Peso foi construída tendo em mente o uso de duas aulas de 50 min cada, e provavelmente algo entre 5 e 6 questões

podem ser resolvidas nesse tempo, salvo a necessidade maior ou menor das discussões aos pares dependendo das respostas iniciais aos questionamentos.

Abaixo segue a lista de questões preparada e aplicada nesse material, e disponível para uso do professor em suas aulas, desde que sem qualquer utilização para fins comerciais.

### ***Lista 02 – Trabalho, Teorema da Energia Cinética e Trabalho do Peso***

1. (Espcex 2018) Um bloco de massa igual a 1,5 kg é lançado sobre uma superfície horizontal plana com atrito com uma velocidade inicial de 6 m/s em  $t_1 = 0$  s. Ele percorre uma certa distância, numa trajetória retilínea, até parar completamente em  $t_2 = 5$  s, conforme o gráfico abaixo.



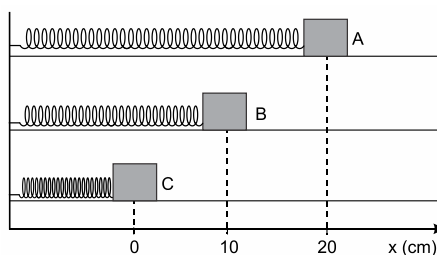
O valor absoluto do trabalho realizado pela força de atrito sobre o bloco é

a) 4,5 J   b) 9,0 J   c) 15,0 J   **d) 27,0 J**   e) 30,0 J

2. (Uece 2018) Um livro de 500 g é posto para deslizar sobre uma mesa horizontal com atrito constante (coeficiente  $\mu = 0,1$ ). O trabalho realizado sobre o livro pela força normal à mesa é, em J,

a) 50   **b) 0**   c) 500   d) 0,5

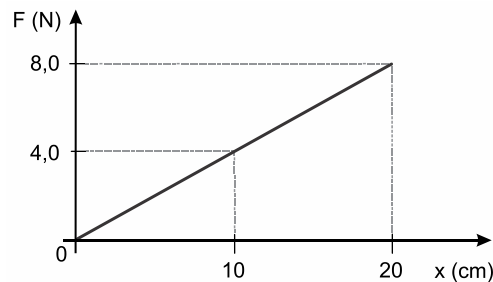
3. (Famerp 2018) A figura mostra o deslocamento horizontal de um bloco preso a uma mola, a partir da posição A e até atingir a posição C.



(www.mundoeducacao.bol.uol.br. Adaptado.)



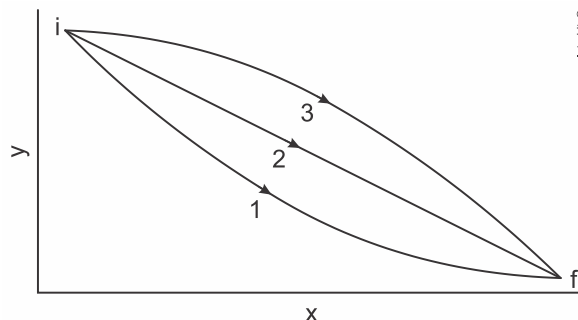
O gráfico representa o módulo da força que a mola exerce sobre o bloco em função da posição deste.



O trabalho realizado pela força elástica aplicada pela mola sobre o bloco, quando este se desloca da posição A até a posição B, é

- a) **0,6 J** b) -0,6 J c) -0,3 J d) 0,8 J e) 0,3 J

4. (Ufrgs 2018) A figura mostra três trajetórias, 1, 2 e 3, através das quais um corpo de massa  $m$ , no campo gravitacional terrestre, é levado da posição inicial  $i$  para a posição final  $f$ , mais abaixo.



Sejam  $W_1, W_2$  e  $W_3$ , respectivamente, os trabalhos realizados pela força gravitacional nas trajetórias mostradas. Assinale a alternativa que correlaciona corretamente os trabalhos realizados.

- a)  $W_1 < W_2 < W_3$  b)  $W_1 < W_2 = W_3$  c)  $W_1 = W_2 = W_3$   
d)  $W_1 = W_2 > W_3$  e)  $W_1 > W_2 > W_3$

5. (Ufjf-pism 1 2018) Para subir pedalando uma ladeira íngreme, um ciclista ajusta as marchas de sua bicicleta de modo a exercer a menor força possível nos pedais. Assim ele consegue pedalar com muito menos esforço, porém ele é obrigado a dar muitas voltas no pedal para um pequeno deslocamento e demora mais tempo para chegar ao topo.

Com o procedimento de trocar de marchas, podemos afirmar que o ciclista:

a) aumenta o trabalho realizado pela força gravitacional.

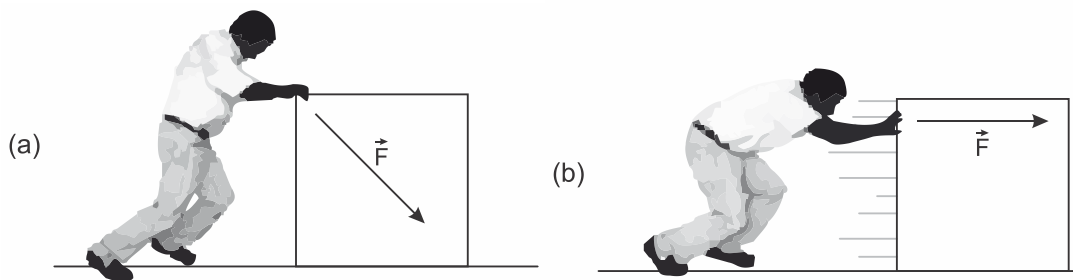
**b) diminui a potência aplicada aos pedais.**

c) diminui a sua energia potencial.

d) aumenta a sua energia cinética.

e) aumenta seu momento linear.

6. (Uemg 2017) Uma pessoa arrasta uma caixa sobre uma superfície sem atrito de duas maneiras distintas, conforme mostram as figuras (a) e (b). Nas duas situações, o módulo da força exercida pela pessoa é igual e se mantém constante ao longo de um mesmo deslocamento.



Considerando a força  $\mathbf{F}$  é correto afirmar que

a) o trabalho realizado em (a) é igual ao trabalho realizado em (b).

b) o trabalho realizado em (a) é maior do que o trabalho realizado em (b).

**c) o trabalho realizado em (a) é menor do que o trabalho realizado em (b).**

d) não se pode comparar os trabalhos, porque não se conhece o valor da força.

7. (Uece 2017) Um bloco de madeira desliza com atrito sobre uma mesa horizontal pela ação de uma força constante. É correto afirmar que o trabalho realizado sobre o bloco pela força

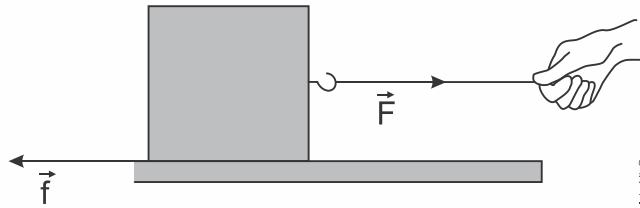
a) de atrito é sempre positivo.

**b) normal é zero.**

c) de atrito é zero em uma trajetória fechada.

d) normal é negativo.

8. (G1 - ifsc 2016) Em uma atividade experimental de física, foi proposto aos alunos que determinassem o coeficiente de atrito dinâmico ou cinético e que também fizessem uma análise das grandezas envolvidas nessa atividade. Tal atividade consistia em puxar um bloco de madeira sobre uma superfície horizontal e plana com uma força  $\mathbf{F}$  com velocidade constante.



Sobre esta situação, é **CORRETO** afirmar que

- a) o trabalho realizado pela força  $F$  é nulo.
- b) o trabalho total realizado sobre o bloco é negativo.
- c) o trabalho realizado pela força de atrito  $f$  é nulo.
- d) o trabalho realizado pela força de atrito  $f$  é negativo.**
- e) o trabalho realizado pela força  $F$  é igual à variação da energia cinética do bloco.

9. (Pucrj 2016) Um homem tem que levantar uma caixa de 20 kg por uma altura de 1,0 m. Ele tem duas opções: (1) levantar a caixa com seus braços, fazendo uma força vertical; (2) usar uma rampa inclinada a  $30^\circ$ , de atrito desprezível com a superfície da caixa e empurrar a caixa com seus braços fazendo uma força paralela à rampa.

Supondo que, em ambos casos, a caixa é levantada com velocidade constante, considere as seguintes afirmações:

- I. O trabalho realizado pelo homem é menor na opção (2).
- II. A força exercida pelo homem é a mesma para as duas opções.
- III. Na opção (2), a força normal entre a caixa e a rampa realiza um trabalho positivo.

Marque a alternativa correta:

- a) São verdadeiras as afirmações I e II.
- b) São verdadeiras as afirmações I e III.
- c) Nenhuma das afirmações é verdadeira.**
- d) Todas as afirmações são verdadeiras.
- e) São verdadeiras as afirmações II e III.

10. (Uepb 2014) Ao chegar a um shopping, três amigos (A, B e C), de mesma massa  $M$ , têm diante de si três opções para subir do primeiro para o segundo piso: de elevador, de escada

rolante, ou de escada convencional, já que eles estão no mesmo nível. Cada um deles escolhe uma opção diferente, para verificar quem chega primeiro. Com relação ao trabalho ( $T$ ) realizado pela força-peso de cada amigo, é correto afirmar:

- a)  $T_C > T_B > T_A$    **b)  $T_B = T_C = T_A$**    c)  $T_C = T_B > T_A$    d)  $T_C > T_B = T_A$    e)  $T_C < T_B > T_A$

11. (Pucrj 2008) Durante a aula de educação física, ao realizar um exercício, um aluno levanta verticalmente um peso com sua mão, mantendo, durante o movimento, a velocidade constante. Pode-se afirmar que o trabalho realizado pelo aluno é:

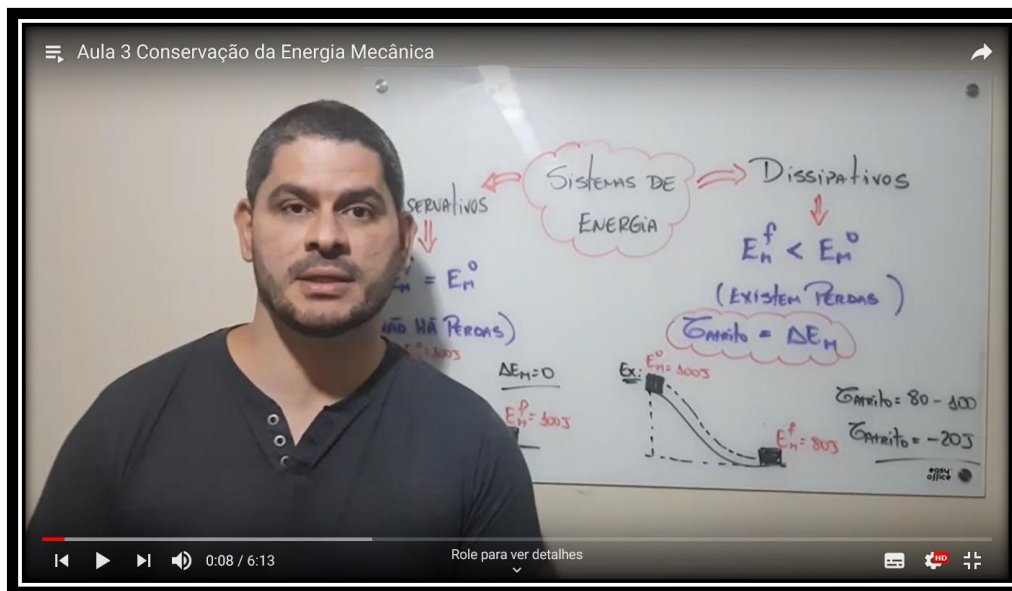
- a) positivo, pois a força exercida pelo aluno atua na mesma direção e sentido oposto ao do movimento do peso.  
**b) positivo, pois a força exercida pelo aluno atua na mesma direção e sentido do movimento do peso.**  
c) zero, uma vez que o movimento tem velocidade constante.  
d) negativo, pois a força exercida pelo aluno atua na mesma direção e sentido oposto ao do movimento do peso.  
e) negativo, pois a força exercida pelo aluno atua na mesma direção e sentido do movimento do peso.

### C) Aula 3 – Conservação da Energia Mecânica

#### ▪ A pré-aula

Finalmente chegamos a última pré-aula do nosso tema discutido no material. O professor já pode então liberar aos alunos o link do nosso terceiro vídeo no Youtube - <https://youtu.be/xMv3IMjZyNY> (Aula 3 - Conservação da Energia Mecânica). Convém aqui ressaltarmos a importância desse tópico para o conteúdo, portanto é crucial que o aluno seja incentivado a não apenas assistir ao vídeo como também a relatar de forma sucinta as ideias que lhe ocorreram enquanto ou após assistir ao vídeo. Essas ideias serão trazidas para a aula e ajudarão a iniciar as discussões acerca da conservação da energia mecânica.

**Figura 20** – Captura de tela da aula 3 – Conservação da Energia Mecânica, no *Youtube*



Fonte: o autor (2017).

#### ▪ A aula – Conservação da Energia Mecânica e a dissipação de Energia

Uma vez que nosso aluno já fez a sua tarefa do pré-aula, o professor já pode iniciar a aula propondo que os alunos mencionem quais as ideias que eles compreenderam no vídeo e então aproveitar para uma breve explanação acerca do que foi tratado na pré-aula com objetivo de aprofundar mais acerca do assunto. É com certeza um ótimo momento para que sejam dadas mais situações de exemplo e pedir que eles também comentem se conhecem algum exemplo relevante ao assunto da aula. Nesse momento, a ideia dos parques de diversão sempre surge na conversa e muitos princípios da Física são facilmente encontrados nos brinquedos.

Percebendo como suficiente o tempo de discussão, é chegada a hora de mais uma lista de questões conceituais e o uso do *Socratic* novamente é requisitado aos alunos. Efetuados os acessos ao aplicativo, as questões já podem ser iniciadas e aplica-se o IpC, agora já de costume do professor.

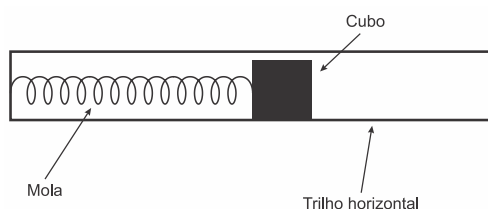
De igual modo, ao ocorrido nas aulas anteriores, o tempo estipulado para a Aula 03 – Conservação da Energia Mecânica – estruturou-se no uso de duas aulas de 50 min cada, mas nesse caso, se desejável pelo educador, para maior aproveitamento, pode-se aplicar uma terceira

aula de 50 min com mais questões conceituais com tópicos pertinentes aos três encontros realizados anteriormente.

Aqui temos fornecida uma nova lista de questões conceituais que pode ser utilizada pelo professor em sala de aula.

### ***Lista 03 – Conservação da Energia Mecânica***

1. (Enem 2018) Um projetista deseja construir um brinquedo que lance um pequeno cubo ao longo de um trilho horizontal, e o dispositivo precisa oferecer a opção de mudar a velocidade de lançamento. Para isso, ele utiliza uma mola e um trilho onde o atrito pode ser desprezado, conforme a figura.



Para que a velocidade de lançamento do cubo seja aumentada quatro vezes, o projetista deve

- a) manter a mesma mola e aumentar duas vezes a sua deformação.
- b) manter a mesma mola e aumentar quatro vezes a sua deformação.**
- c) manter a mesma mola e aumentar dezesseis vezes a sua deformação.
- d) trocar a mola por outra de constante elástica duas vezes maior e manter a deformação.
- e) trocar a mola por outra de constante elástica quatro vezes maior e manter a deformação.

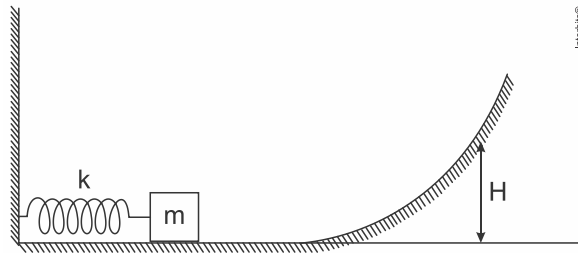
2. (Uece 2017) Um bloco desce uma rampa plana sob ação da gravidade e sem atrito. Durante a descida, a energia potencial gravitacional do bloco

- a) e a cinética aumentam.
- b) diminui e a cinética aumenta.**
- c) e a cinética diminuem.
- d) aumenta e a cinética diminui.

3. (Feevale 2017) Uma montanha russa de um parque de diversões tem altura máxima de 80 m. Supondo que a aceleração da gravidade local seja  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ , determine a velocidade máxima que o carrinho dessa montanha poderia atingir, considerando apenas os efeitos gravitacionais em  $\text{m s}^{-1}$ .

- a) 20   b) 30   **c) 40**   d) 50   e) 10

4. (Uefs 2017)



A figura representa um sistema massa-mola ideal, cuja constante elástica é de  $4 \text{ N/cm}$ . Um corpo de massa igual a  $1,2 \text{ kg}$  é empurrado contra a mola, comprimindo-a de  $12,0 \text{ cm}$ . Ao ser liberado, o corpo desliza ao longo da trajetória representada na figura. Desprezando-se as forças dissipativas em todo o percurso e considerando a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$ , é correto afirmar que a altura máxima  $H$  atingida pelo corpo, em  $\text{cm}$ , é igual a

a) **24** b) 26 c) 28 d) 30 e) 32

5. (Ufpa 2016) Um menino solta uma moeda, a partir do repouso, sobre um plano inclinado.

Desprezando-se o atrito, pode-se afirmar que a velocidade, ao final da rampa, é

a) igual a de qualquer ponto anterior à do final.

b) diretamente proporcional à altura do plano.

c) diretamente proporcional ao quadrado da altura do plano.

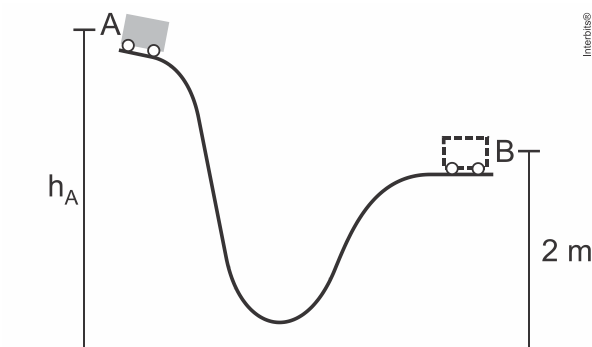
**d) diretamente proporcional à raiz quadrada da altura do plano.**

e) inversamente proporcional à altura do plano.

6. (Pucrs 2015) Responda à questão com base na figura abaixo, que representa o trecho de uma

montanha-russa pelo qual se movimentava um carrinho com massa de  $400 \text{ kg}$ . A aceleração

gravitacional local é de  $10 \text{ m/s}^2$ .



Partindo do repouso (ponto A), para que o carrinho passe pelo ponto B com velocidade de 10 m/s, desprezados todos os efeitos dissipativos durante o movimento, a altura  $h_A$ , em metros, deve ser igual a

- a) 5   **b) 7**   c) 9   d) 11   e) 13

7. (Enem 2012) Os carrinhos de brinquedo podem ser de vários tipos. Dentre eles, há os movidos a corda, em que uma mola em seu interior é comprimida quando a criança puxa o carrinho para trás. Ao ser solto, o carrinho entra em movimento enquanto a mola volta à sua forma inicial.

O processo de conversão de energia que ocorre no carrinho descrito também é verificado em

- a) um dínamo.                      b) um freio de automóvel.    c) um motor a combustão.  
d) uma usina hidroelétrica.    **e) uma atiradeira (estilingue).**

8. (G1 - ifsp 2011) Um atleta de salto com vara, durante sua corrida para transpor o obstáculo a sua frente, transforma a sua energia \_\_\_\_\_ em energia \_\_\_\_\_ devido ao ganho de altura e conseqüentemente ao/à \_\_\_\_\_ de sua velocidade.

As lacunas do texto acima são, correta e respectivamente, preenchidas por:

- a) potencial – cinética – aumento.    b) térmica – potencial – diminuição.  
**c) cinética – potencial – diminuição.**    d) cinética – térmica – aumento.  
e) térmica – cinética – aumento.

9. (Enem 2011) Uma das modalidades presentes nas olimpíadas é o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura:

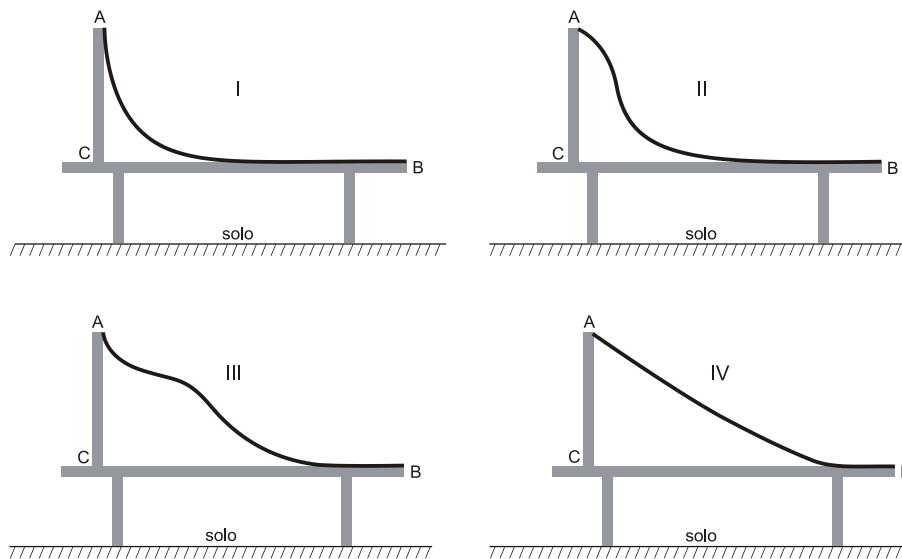




Desprezando-se as forças dissipativas (resistência do ar e atrito), para que o salto atinja a maior altura possível, ou seja, o máximo de energia seja conservada, é necessário que

- a) a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica representada na etapa IV.
- b) a energia cinética, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa IV.
- c) a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa III.**
- d) a energia potencial gravitacional, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa IV.
- e) a energia potencial gravitacional, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa III.

10. (Uerj 2010) Os esquemas a seguir mostram quatro rampas AB, de mesma altura  $\overline{AC}$  e perfis distintos, fixadas em mesas idênticas, nas quais uma pequena pedra é abandonada, do ponto A, a partir do repouso.

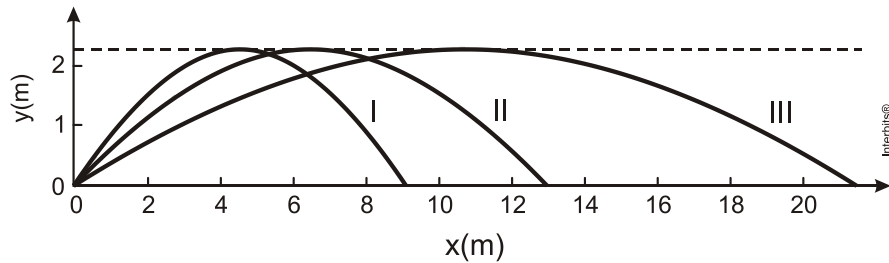


Após deslizar sem atrito pelas rampas I, II, III e IV, a pedra toca o solo, pela primeira vez, a uma distância do ponto B respectivamente igual a  $d_I$ ,  $d_{II}$ ,  $d_{III}$  e  $d_{IV}$ .

A relação entre essas distâncias está indicada na seguinte alternativa:

- a)  $d_I > d_{II} = d_{III} > d_{IV}$
- b)  $d_{III} > d_{II} > d_{IV} > d_I$
- c)  $d_{II} > d_{IV} = d_I > d_{III}$
- d)  $d_I = d_{II} = d_{III} = d_{IV}$**

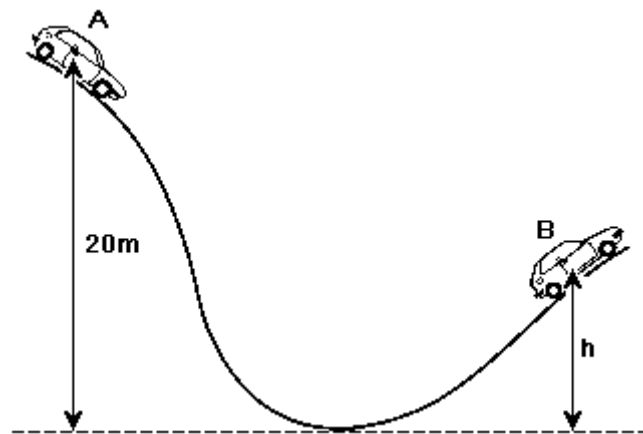
11. (Uece 2010) A figura a seguir mostra quatro trajetórias de uma bola de futebol lançada no espaço.



Desconsiderando o atrito viscoso com o ar, assinale o correto.

- a) A trajetória que exigiu a maior energia foi a I.
- b) A trajetória que exigiu a maior energia foi a II.
- c) A trajetória que exigiu a maior energia foi a III.**
- d) A energia exigida é a mesma para todas as trajetórias.

12. (Pucsp 2008) O automóvel da figura tem massa de  $1,2 \cdot 10^3$  kg e, no ponto A, desenvolve uma velocidade de 10 m/s.



Estando com o motor desligado, descreve a trajetória mostrada, atingindo uma altura máxima  $h$ , chegando ao ponto B com velocidade nula. Considerando a aceleração da gravidade local como  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e sabendo-se que, no trajeto AB, as forças não conservativas realizam um trabalho de módulo  $1,56 \cdot 10^5$  J, concluímos que a altura  $h$  é de

- a) 12 m
- b) 14 m
- c) 16 m
- d) 18 m
- e) 20 m

#### IV – Coleta e Análise de Dados

Ao estudarmos melhor o IpC e à medida que vamos nos envolvendo com sua dinâmica é notório que a coleta dos dados de respostas obtidos pelos alunos é fundamental para tomarmos a decisão das discussões aos pares, ou a necessidade de se aprofundar mais numa explanação durante a execução da aula.

O uso do aplicativo *Socrative*, escolhido nesse produto didático em específico, facilita essa coleta por meio de planilhas que podem ser geradas com as respostas dadas por cada aluno e seu *feedback* é imediato. No entanto, ressaltamos que, nos casos em que desejamos atribuir uma pontuação aos alunos na atividade ou quando queremos verificar a eficiência desse tipo de estratégia numa aula, o uso de planilhas, eletrônicas ou não, podem auxiliar o professor a ter um julgamento do impacto do IpC na sua sala de aula.

Cabe ao professor como mediador nesse processo de ensinar, verificar qual a opção mais interessante. Em algumas situações, uma pontuação pode ser atribuída não necessariamente pelo número de questões acertadas, mas pelo percentual de evolução do aluno em alterar suas respostas iniciais equivocadas pelas corretas após as discussões aos pares como propõe o método do prof. Mazur.

## **V – REFERÊNCIAS**

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.30, n.2, p. 362-384, ago. 2013.

SOCRATIVE. Disponível em < [www.socrative.com](http://www.socrative.com) >, acesso em: 20 de outubro de 2017.