



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**Yure Zanette Formentini e Sérgio Mascarello Bisch**

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA POTENCIALMENTE  
SIGNIFICATIVA COM FOCO NA RELAÇÃO PRINCÍPIO DA  
CONSERVAÇÃO DE ENERGIA/ENERGIA SOLAR

Vitória – ES  
Janeiro – 2019

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	3
<b>1. TAREFA DE LEITURA (AULA 1)</b> .....	4
1.1. CONTEÚDO DO SITE .....	5
<b>2. AULA 2</b> .....	6
2.1. MONTAGEM DO “PLANETÁRIO MÓVEL” .....	6
2.2. SESSÃO DE PLANETÁRIO .....	12
<b>2.2.1. Funções do Stellarium</b> .....	12
<b>2.2.2. Funções do Mitaka</b> .....	13
<b>2.2.3. Roteiro de apresentação</b> .....	14
<b>3. AULA 3</b> .....	20
3.1. ROTEIRO DA DINÂMICA COM BOLAS DE DIFERENTES DENSIDADES ..	20
<b>3.1.1. Energia Potencial Gravitacional</b> .....	20
<b>3.1.2. Primeiro tópico</b> .....	21
<b>3.1.3. Segundo tópico</b> .....	21
<b>3.1.4. Material utilizado</b> .....	22
<b>3.1.5. Ação inicial</b> .....	23
<b>3.1.6. Terceiro tópico</b> .....	24
<b>3.1.7. Queda livre</b> .....	25
<b>3.1.8. Cálculo da energia cinética</b> .....	26
<b>3.1.9. Quarto tópico</b> .....	27
<b>3.1.10. Cálculo da energia potencial gravitacional</b> .....	28
<b>3.1.11. Ação final da dinâmica</b> .....	29
<b>4. AULA 4</b> .....	29
<b>5. AULA 5</b> .....	33
5.1 SUGESTÕES DE CORREÇÕES E ADAPTAÇÕES PARA ASA QUESTÕES DO PRODUTO .....	33
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	34
<b>APÊNDICE A</b> – Transcrição, por atividade, dos registros feitos pelos alunos ..	112
<b>APÊNDICE B</b> – Pós-teste aplicado ao final da sequência didática .....	125
<b>APÊNDICE C</b> – Texto inserido ao site “O Sol” .....	131

## **Apresentação**

Este é o produto da Dissertação de Mestrado de Yure Zanette Formentini, orientado pelo Prof Sérgio Mascarello Bisch, que foi apresentada ao programa de Pós-graduação em Ensino de Física – Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela sociedade brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo.

O objetivo foi de desenvolver uma sequência didática, com o princípio de que o conhecimento prévio do aluno é a variável mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos, com a proposta de incorporar diferentes tecnologias da informação e comunicação para estimular os alunos a adotarem uma prática de estudo além do período diário na escola. As aulas foram preparadas com foco no Princípio da Conservação de Energia, a sua importância e aplicabilidade, principalmente quando discutimos os processos da produção, emissão e utilização da energia solar.

A preparação dessa sequência didática foi organizada de acordo com a interpretação do professor a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, ou seja, a perspectiva teórica consiste em analisar se o aluno dispõe de conhecimento prévio relevante a nova informação (subsunçor) e trabalhar para que esse subsunçor passe por um processo de atribuição de novos significados, tornando-o mais diferenciado e preparado para servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas. Levando em conta a importância da aprendizagem significativa do Princípio da Conservação de Energia, foi inserido a sequência didática dois métodos de ensino ativo o “Ensino sob medida” e o “Instrução pelos Colegas”.

Esse material foi aplicado em uma escola da rede estadual de ensino do Espírito Santo, localizada em Vila Garrido na cidade de Vila Velha para uma turma de 24 alunos do terceiro ano do ensino médio. Para obter os resultados da aplicação do produto utilizou-se formulários online feitos pelo Google, o registro dos alunos durante as atividades e os dados gerados pelo software Plickers e pós-teste.

Nas aulas iniciais da sequência didática foi disponibilizado um site de estudo para os alunos, desenvolvido pelo professor, com um nível alto de generalidade e inclusividade, posteriormente realizamos uma aula prática para constatar a transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética. E para

contextualizar com a nossa principal fonte de energia, o Sol, foi utilizado um equipamento chamado de planetário móvel, que apresenta inúmeros recursos de projeção que potencializa a mediação e o processo de divulgação científica, e por fim realizamos testes conceituais com foco na interação entre os alunos.

A interpretação dos argumentos, registrados pelos alunos, indicam uma evolução na coerência quanto a aplicação de termos, conceitos e ideias associados de forma correta ao princípio da conservação de energia em diferentes momentos da sequência didática, que de certa forma corrobora para uma aquisição de vocabulário. A média de acertos das questões objetivas do pós-teste ficou acima dos 50% e todas as questões foram retiradas do ENEM, algumas de vestibulares de universidades federais e algumas do livro didático da escola.

A influência do Sol em nossas vidas tem forte relação com o Princípio da conservação de energia, esse princípio diz que a energia nunca é criada nem destruída, mas apenas transformada de um tipo em outro, portanto o total de energia existente antes da transformação é igual ao total de energia obtido depois da transformação. Interessante que o Sol, respeitando o Princípio da conservação de energia, transforma, a partir de fusões nucleares, energia contida nos átomos em energia luminosa. De acordo com Fraknoi, Morrison e Wolff (2016, p.564)

Other nineteenth-century attempts to determine what makes the Sun shine used the law of conservation of energy. Simply stated, this law says that energy cannot be created or destroyed, but can be transformed from one type to another, such as from heat to mechanical energy. The steam engine, which was key to the Industrial Revolution, provides a good example. In this type of engine, the hot steam from a boiler drives the movement of a piston, converting heat energy into motion energy.

Por pelo menos 4,6 bilhões de anos o Sol emitiu parte de sua energia para a Terra, nessa perspectiva, o que é a existência humana perto disso? Ao longo de todos esses anos a maioria dos seres vivos se desenvolveram dependentes dessa energia, inclusive você que está lendo este texto agora. Esse foi o contexto teórico.

## **1. TAREFA DE LEITURA (AULA 1)**

Com a proposta de promover o contato prévio do aluno com as novas informações e ao mesmo tempo ter a possibilidade de elaborar aulas que atuem nas dificuldades específicas dos conceitos a serem incorporados a estrutura

cognitiva do aprendiz, irei disponibilizar aos alunos um site criado através do Google.

### 1.1. CONTEÚDO DO SITE

Foram adicionados dois vídeos ao site<sup>1</sup> que ilustram a importância do Sol, como fonte de energia, para grande parte da vida na Terra.



**Figura 1.** Parte da interface do site que apresenta os vídeos. Fonte: O Autor (2019).

O vídeo 1 encontra-se no youtube, e pode ser acessado pelo link: <https://www.youtube.com/watch?v=PtlhEIZlgck>. Enquanto que o vídeo 2, também disponível no youtube pode ser encontrado pelo link: <https://www.youtube.com/watch?v=shRqJVDuAzk>.

Além dos vídeos, foi inserido no site um texto que, de uma forma resumida e mais geral, aborda algumas características do Sol e do Princípio da Conservação de energia com a intenção de encaminhar e preparar o aluno para as próximas aulas.

O texto aplicado é bem curto e com expressões informais que oferecem talvez uma interlocução entre o Professor e o aluno.

O texto encontra-se em anexo a dissertação no apêndice C . Posterior ao texto o aluno é orientado a clicar no link: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSea4jWhCCHyu-gQe\\_oZ5pqqDx8O4Oa2psG\\_RFDWsqS9\\_N0Lg/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSea4jWhCCHyu-gQe_oZ5pqqDx8O4Oa2psG_RFDWsqS9_N0Lg/viewform).

---

<sup>1</sup> Disponível no endereço <https://sites.google.com/view/mestrando/pagina-inicial>

Essa atividade foi divulgada aos alunos na primeira aula com prazo de 3 dias para submissão de respostas.

Foi inserido ao site uma leitura extra (Figura 2) com o título “modalidades de energia”. Essa ação se deve a dificuldade apresentada pelos alunos em reconhecer alguns tipos de energia. Ainda no conteúdo da tarefa de leitura o aluno foi orientado a responder algumas questões eletronicamente. Todas as questões, aplicadas por meio de um formulário *Google* encontra-se no apêndice E, com o título “Mestres”.



**Figura 2.** Páginas para uma leitura sobre “Modalidades de energia”. Fonte: USBERCO, João et al. **Companhia das Ciências**,(2015).

## 2. AULA 2

Na aula 2 irei utilizar uma ferramenta intitulada “planetário móvel”. O equipamento possui um projetor que possibilita adaptar a imagem para uma cúpula esférica simulando a esfera celeste, por exemplo.

### 2.1. MONTAGEM DO “PLANETÁRIO MÓVEL”

Nesta subseção serão relatados os procedimentos de montagem do Planetário móvel, separado em tópicos e baseado nas situações que ocorreram no contexto escolar dessa pesquisa. Na tentativa de facilitar a visualização do leitor, para cada tópico será inserido uma imagem referente ao procedimento.

Como já discutido anteriormente o Professor responsável pelo empréstimo do Planetário móvel precisa de, pelos menos, mais uma pessoa para auxiliá-lo. A instituição Planetário de Vitória, após ciência do termo de responsabilidade, encaminha um dos estagiários já familiarizado com os procedimentos de montagem para trabalhar junto com o Professor na tentativa de garantir a forma correta de utilização. Portanto o objetivo dessa subseção é contribuir para que o Professor, que solicitou o empréstimo, possa habilitar-se com a prática de zelar pelo conjunto de equipamentos que formam o Planetário móvel.

I. O primeiro passo foi analisar o espaço da escola e encontrar o melhor local para começar a montagem, lembrando que são 6 metros de diâmetro do Planetário móvel. Após determinar o espaço basta começar forrando o piso.



**Figura 3.** Área utilizada para instalação do “Planetário móvel”. Fonte: O Autor, (22/08/2018).

II. O segundo passo consiste em abrir a lona principal chamada de Domo inflável. Além da parte com formato circular o Domo inflável também possui uma parte, também inflável, referente ao ponto de entrada dos alunos, a figura 4 mostra essa pequena área linear.



**Figura 4.** Distribuição do Domo inflável pela área utilizada. Fonte: O Autor, (22/08/2018).

III. O terceiro passo é ligar os três motores, mas para isso é preciso estudar a posição e a voltagem das tomadas que a escola possui e assim estabelecer a melhor forma de associar os filtros de linha com as extensões, como o número e a posição de tomadas variam de escola para escola não há necessidade de detalhar como foi realizado esse trabalho. Rapidamente (5 minutos) o Domo inflável irá inflar completamente permitindo o avanço das ações.

O ar-condicionado precisa ser conectado a uma tomada 220V, o restante do equipamento funciona normalmente com a voltagem de 127V.



**Figura 5.** Domo completamente inflado. Fonte: O Autor (22/08/2018).

A figura 5 retrata o momento em que a lona principal chamada de Domo inflável atinge o volume máximo, coincidentemente o espaço físico escolhido tinha as medidas exatas para instalação do equipamento, 4 cm de folga, apenas, com as paredes da escola.

IV. O quarto passo é levar ao interior do Domo as respectivas extensões e ligar o filtro de linha que vai alimentar o projetor, o som e o notebook, além de uma tomada individual (220V) para o ar-condicionado.



**Figura 6.** Sistema de projeção e o ar-condicionado, respectivamente. Fonte: O Autor (22/08/2018).

O sistema de projeção apontado pela figura 7 forma-se por um projetor digital com uma lente olho-de-peixe, responsável pelo formato da projeção no interior do Domo, enquanto que o ar-condicionado além de uma tomada 220V é fundamental a utilização de um tubo exaustor conectando a máquina refrigerante a uma fonte quente (ambiente externo).



**Figura 7.** Sistema de projeção e o ar-condicionado no interior, respectivamente.  
Fonte: O Autor (22/08/2018).

Na figura 7 temos o ar-condicionado já ligado corretamente, e na parte esquerda da figura temos o projetor digital, basta ligá-los no filtro de linha disponibilizado. A seta azul indica a parte do projetor digital que aloja a lente olho-de-peixe.

V. O quinto passo é ligar o projetor digital, o computador e a caixa de som ao filtro de linha, feito isso basta usar o cabo HDMI para associar o computador ao projetor digital e usar o cabo P2/P2 para conectar a caixa de som ao computador.



**Figura 8.** Conjunto caixa de som, computador e projetor digital. Fonte: O Autor (22/08/2018).

O projetor digital, a partir da lente olho-de-peixe, possibilita estabelecer uma projeção que se enquadre ao formato do Domo inflável e também potencializar a utilização de softwares de observação da esfera celeste como o *Stellarium*. Além disso, configurações como foco e zoom podem ser alteradas rapidamente, essa ação pode ser útil para mudar o formato da projeção e exibir um vídeo ou usar um simulador, como foi o caso dessa pesquisa, por exemplo.



**Figura 9.** Parte da projeção feita no interior do Domo. Fonte: O Autor (22/08/2018).

A figura 9 corresponde a uma pequena parte da projeção do *Stellarium* no interior do Domo, se essa foto fosse panorâmica e 360° seria possível perceber que a projeção aproveita o formato do Domo o que torna a imagem bem semelhante a visão real que temos da esfera celeste.

VI. O Planetário móvel está pronto para receber os alunos, então o Professor já pode organizá-los para o início das apresentações ou “sessões de planetário”, termo usado pelos estagiários do Planetário de Vitória para referir-se as apresentações que realizam.



**Figura 10.** Momento de organização na iminência da apresentação. Fonte: O Autor (10/11/2017).

A figura 10 é uma referência de como deve ficar o Domo completamente inflado com todos os equipamentos ligados e preparado para iniciar o processo de divulgação científica ou a sessão de Planetário.

## 2.2. SESSÃO DE PLANETÁRIO

Irei utilizar o termo “sessão de planetário” em referência a aula que ocorreu dentro do planetário móvel.

Levando em consideração o tema do produto e o planetário móvel podemos trabalhar efetivamente com dois softwares que simulam a esfera celeste e que simulam inclusive uma viagem pelo universo a um limite de 13,7 bilhões de anos. O primeiro software é o *Stellarium* e o segundo é o *Mitaka*, ambos são gratuitos.

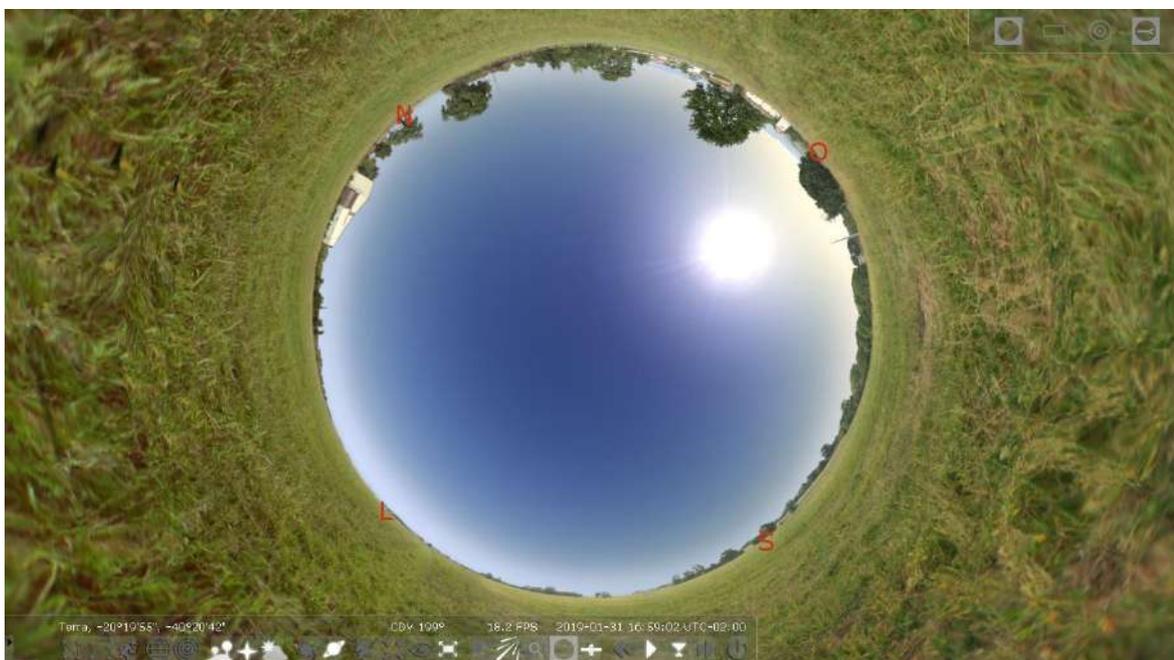
### 2.2.1. Funções do *Stellarium*

Pesquise no navegador pelo nome do software, rapidamente encontrara a opção para download. O símbolo é o mesmo que o da figura abaixo.



**Figura 11.** Ícone para a aplicação do stellarium. Fonte: Stellarium (2019).

De acordo com os desenvolvedores o “*Stellarium* é um planetário de código aberto para o seu computador. Ele mostra um céu realista em três dimensões igual ao que se vê a olho nu, com binóculos ou telescópio.” É possível adaptar o software ao formato da cúpula do planetário móvel, a figura abaixo ilustra esse formato.



**Figura 12.** Formato necessário para utilizar no planetário móvel. Fonte: *Stellarium* (2019).

Repare, na figura 11, que no canto inferior esquerdo existe uma barra de comandos. É possível controlar o tempo, a atmosfera, a intensidade do brilho dos corpos celestes, mapeamento das constelações, entre outros.

### 2.2.2. Funções do *Mitaka*

Pesquise no navegador pelo nome *Mitaka*, o símbolo do software é o mesmo que da figura abaixo. Pode ser encontrado na internet o tutorial das ações básicas do software. A figura abaixo mostra a interface do software a partir da tela de um

computador, por exemplo. Contudo o formato de cúpula do planetário móvel potencializa a visualização dos astros.

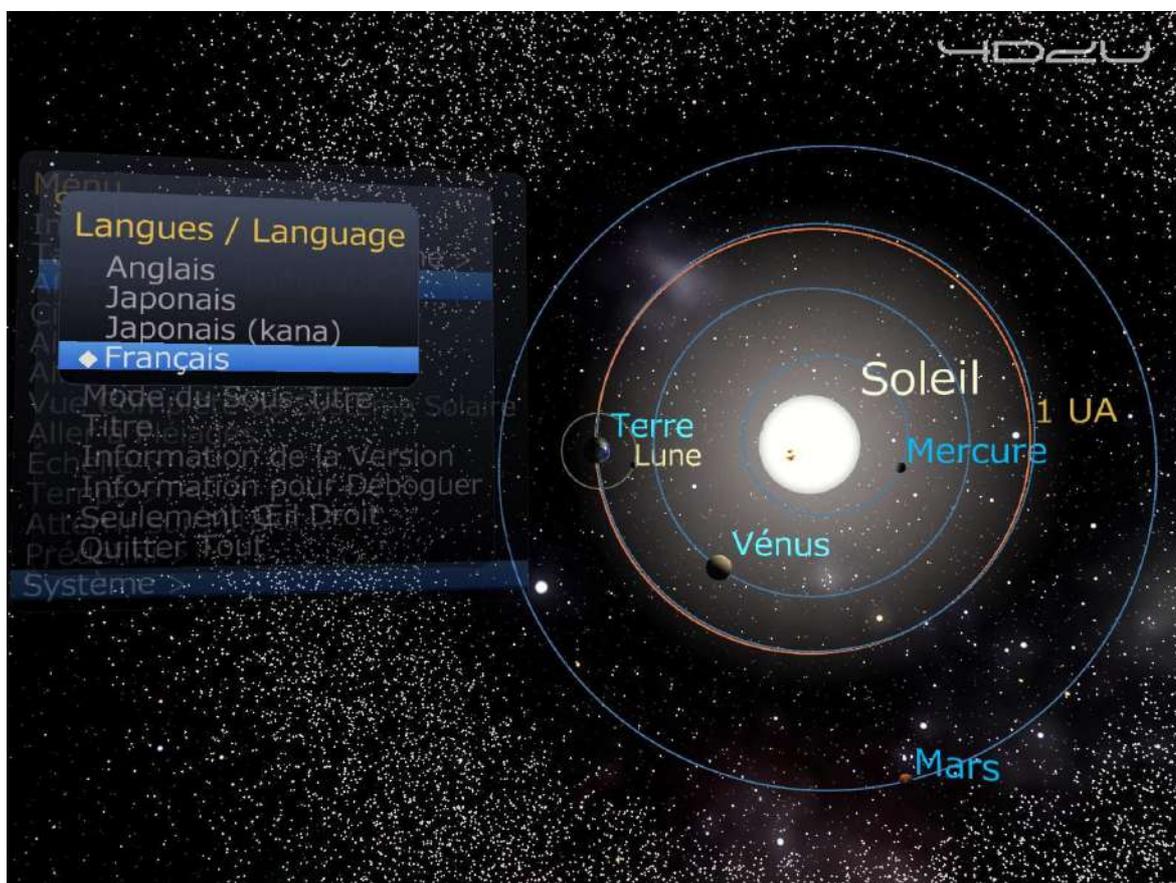


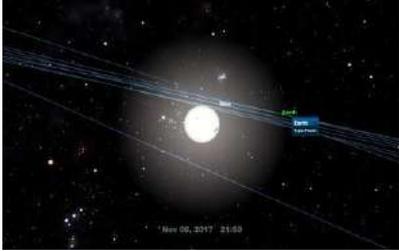
Figura 13. Interface do software Mitaka. Fonte: Mitaka (2019).

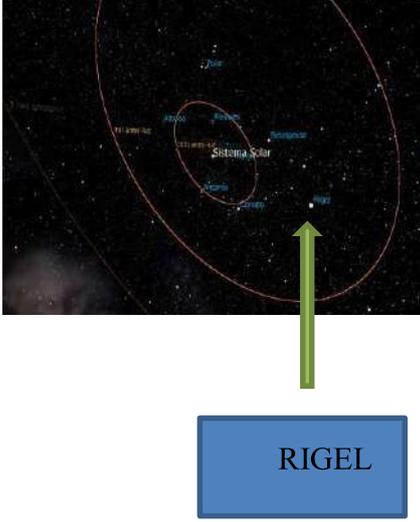
### 2.2.3. Roteiro de apresentação

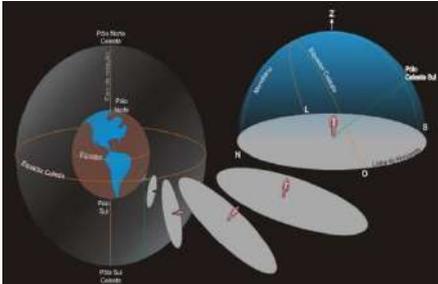
Na tabela a seguir irei descrever todas as ações, intermediadas pelos softwares, além do conteúdo trabalhado em cada ação.

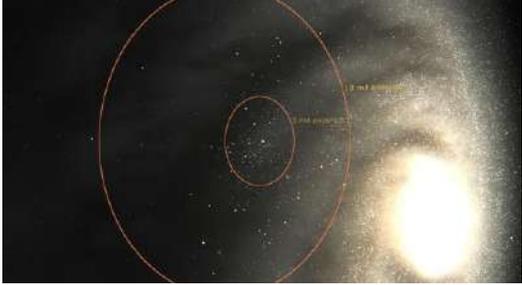
<u>Software</u>	<u>Ação</u>	<u>Possível diálogo</u>
Imagem retirada do Mitaka 	Selecionar o Sol com o botão esquerdo do mouse, no canto direito inferior clique no sinal positivo para aproximar a imagem. Associe o diálogo com o apontamento.	Esse astro é a nossa principal fonte de energia ou mais popularmente falando, fonte de luz e calor, representando as formas de energia eletromagnética e energia térmica respectivamente. Um aspecto interessante é que o Sol corresponde a uma fonte renovável (explicar esse conceito) de energia considerando o fato de que ele existirá por muito mais tempo que os seres humanos. Nessa perspectiva podemos

		<p>adotar meios de captar, armazenar e até distribuir essa energia emitida pelo Sol. Interessante: estima-se que para obter uma energia equivalente a emitida pelo Sol em 1 segundo, seria necessário colocar em funcionamento todas as usinas brasileiras durante 150 milhões de anos.</p> <p>VAMOS VER UMA MANEIRA DE TRANSFORMAR A ENERGIA DO SOL EM ENERGIA ELÉTRICA?</p>
	<p>Rapidamente altere o formato da projeção, alinhar o zoom e o foco, para apresentação de uma simulação Phet.</p>	<p>Essa simulação traz em evidência a radiação emitida pelo Sol, veja que trata-se/equivalente a energia luminosa por ele emitido. Captando a luz do Sol existe uma placa fotovoltaica, esse material tem a característica de transformar a energia luminosa incidente em energia elétrica e parte em energia térmica.</p>
	<p>Voltar a projeção para o formato da cúpula.</p>	
	<p>Posicionar o Mitaka fazendo com que o Planeta Terra fique no centro, atualize o horário de forma a manter sua localização (Brasil) sob influência da luz do Sol.</p>	<p>Já parou para observar o céu? Será que o que vemos é o suficiente para confirmar as ideias que construímos ao Longo de nossas vidas? Nessa perspectiva o software que estamos utilizando pode contribuir de forma a encaixar sua ideia com parte de suas observações.</p>
	<p>Afastar a imagem lentamente utilizando o sinal positivo, posicionado no canto inferior direito, até aparecer, claramente ao público, a imagem da Terra e da Lua. Acompanhando o diálogo continue com o afastamento.</p>	<p>380 mil quilômetros é o valor aproximado da distância que separa a Terra de seu satélite natural, a Lua. Olhem para o "céu", se a Terra está a 380 mil km da Lua, a que distância estaria o Sol?</p>

	<p>Centralize a projeção no Sol, dessa maneira é possível visualizar o sistema Sol-Terra-Lua, no entanto, é necessário um ajuste de aproximação clicando no sinal positivo do canto inferior direito.</p>	<p>Às vezes o que observamos passa uma falsa impressão ou aparenta certa realidade, é nessa perspectiva que digo que a distância entre o Sol e a Terra equivale a 150 milhões de quilômetros, também conhecido como unidade astronômica (UA), informação obtida a partir de cálculos matemáticos, essa unidade de distância é usada para determinar a distância entre os planetas, por exemplo. Portanto para grandes distâncias como existe entre os planetas do sistema Solar não é interessante o uso do quilômetro, passamos a usar a UA facilitando a interpretação e possíveis comparações e estudos.. E mesmo com essa incrível distância, o Sol, repito, é a nossa principal fonte de luz e calor. <i>Ora, o que ocorre nessa estrela (Sol) que mesmo tão longe nos fornece energia suficiente para manutenção da vida em nosso planeta?</i></p>
	<p>A discussão vai tornar-se mais específica, centralize o Sol com aproximação máxima. Procure apontar de acordo com o diálogo.</p>	<p>O Sol é uma esfera de gás extremamente quente, a temperatura em sua superfície varia em torno de 6 mil °c, e 15 milhões °c em seu interior, o gás a essa temperatura extremamente elevada recebe o nome de Plasma. Fato curioso é que os cientistas do século XIX associavam o Sol a um material como o carvão e que sua queima seria o evento responsável pelo Sol emitir tanta energia. Hoje sabemos que o Sol possui 4,6 bilhões de anos de existência, aproximadamente, e se de fato o Sol queimasse o carvão como fonte de energia ele duraria alguns milhares de anos apenas, até porque o carvão não resiste as temperaturas solares.</p>
	<p>Converter a projeção do formato de Planetário para o formato convencional</p>	<p>Assim como todo o universo o Sol é constituído principalmente por gás hidrogênio, em torno de 92% de sua massa. Existe também uma porção equivalente a 7%</p>

	<p>para exibição de um vídeo referindo-se, de forma ilustrativa, ao resultado do processo de fusões nucleares no interior do Sol.</p>	<p>de hélio e menos de 1% dividido entre oxigênio, carbono e nitrogênio.</p>
		<p>Vamos assistir a um pequeno vídeo que ilustra um evento análogo ao que ocorre no interior do Sol. Motivado por processos químicos e físicos envolvendo valores gigantescos de temperatura e densidade, o núcleo do Sol é “palco” de um processo chamado fusão termo-nuclear. Quando isso ocorre uma massa de <b>aproximadamente</b> 600 milhões de toneladas de hidrogênio são convertidos em 596 milhões de toneladas de hélio, tudo isso apenas em 1 segundo, é como se fosse 5 trilhões de bombas atômicas explodindo por segundo. <b>VEJA QUE A MASSA DE HIDROGÊNIO É MAIOR QUE A MASSA DE HÉLIO ENTÃO O QUE HOUE COM A MASSA EXCEDENTE?</b></p>
	<p>Projeção 3d do Sol, afastar lentamente com o próprio mouse até aparecer Rigel.</p>	<p>Primeiro: é o resultado do processo de fusão termo nuclear que produz a energia que faz o Sol brilhar.  Segundo: A atividade de fusão nuclear ocorre no núcleo do Sol, onde a temperatura se aproxima de 15 milhões de °c.  Terceiro: Átomos de hidrogênio, mais precisamente quatro prótons de hidrogênio, a partir de sua energia cinética que varia de acordo com a temperatura, são unidos e transformados em um núcleo de hélio,  <b>Quarto: e dessa forma a energia nuclear é convertida/transformada em energia eletromagnética e energia térmica, luz e calor respectivamente.</b>  Portanto a resposta está na estrutura do núcleo do átomo e no fato de que o Sol não cria e nem destrói a energia mas</p>

		<p>apenas as transforma. Desta forma concluímos que no interior do Sol a massa excedente do processo de fusão nuclear é convertida em energia, seguindo o princípio da conservação de energia.</p>
	<p>Centralizar a projeção em Rigel. Informar a distância em anos-luz. <b>(Deixar claro que outras estrelas, assim como o Sol produzem sua própria energia a partir do mesmo evento, dependendo da massa e da sua composição química a fusão nuclear envolve mais energia, contudo ambas seguem o princípio de conservar a energia).</b></p>	<p>O Sol é uma estrela bem menor que Rigel, além do tamanho a temperatura central também é muito menor, porém ambas as estrelas respeitam um princípio em comum, o princípio da conservação de energia. A energia não foi criada e nem destruída, mas apenas transformada e o total existente antes da transformação é igual ao total de energia obtido depois da transformação. Essa luminosidade que recebemos decorrente do processo de fusão nuclear pode variar de acordo com a massa e a composição química da estrela.</p>
 	<p>Abrir o stellarium, apresentar o conceito de esfera celeste e mostrar a representação de seu movimento aparente diurno.</p> <p>Com as teclas "ALT + TAB" é possível conciliar a utilização do Mitaka com o Stellarium, nessa perspectiva mostrar o movimento de rotação a partir do sistema de coordenadas equatorial, já que o equador celeste é usado como plano fundamental, com o Mitaka e mostrar com o stellarium o</p>	<p>A taxa de energia emitida pelo Sol que incide na Terra é constante, essa energia também é chamada de luminosidade, porém nosso planeta e suas características influenciam na forma a qual recebemos essa energia. Graças a características como o movimento de rotação da Terra podemos vivenciar os dias e as noites, repare o movimento do céu ou Esfera Celeste a partir da superfície (Stellarium), agora veja como é este movimento visto a partir de um referencial fora da Terra (Mitaka). Também existe o movimento de translação ou revolução, a qual o planeta Terra gira ao redor do Sol no intervalo de 365 dias e 6 horas determinando a passagem dos anos.</p>

	<p>movimento de rotação a partir do sistema de coordenada horizontal, já que é um sistema local e portanto fixo em um ponto da Terra.</p> <p>Selecionar a opção “timer” no Mitaka, posteriormente selecione a opção “1 year” .</p>	
	<p>Certifique-se que a data está atualizada no Mitaka para o mês de novembro, mostrar a diferença da luz que incide no polo Sul e no polo norte.</p>	<p>Esses dois movimentos básicos diferenciam a maneira e portanto a intensidade a qual recebemos essa energia emitida pelo Sol, porém existe um terceiro fator que contribui para essa diferenciação e também está diretamente associado a ocorrência das estações do ano, esse fator refere-se a inclinação do eixo de rotação da Terra, olhe para o Planeta e perceba você mesmo.</p>
	<p>Mostre o céu noturno a partir do stellarium, em sequência, transfira para o Mitaka para continuar a observação.</p>	<p>Vamos além, assim como o Sol, nos fornece energia respeitando o princípio da conservação de energia, todas as estrelas que vemos no céu a noite também tem como característica a capacidade de transformar a energia nuclear em energia luminosa. Veja a quantidade de estrelas em nossa via láctea.</p>
	<p>Faça o afastamento utilizando o sinal positivo do canto inferior direito da página, afaste até o máximo permitido pelo software.</p>	<p>Mostrar a grandiosidade dos astros que nos cercam e sempre com o discurso de produção de energia, são mais de 400 bilhões de estrelas na via láctea e todas respeitam o princípio da conservação de energia quando transforma, a partir da fusão nuclear, massa em energia. Veja que a distância aparece em anos-luz, de fato a energia emitida por essas estrelas demoram muitos anos viajando na velocidade da luz para chegar ao nosso planeta.</p>

	Retorne a Terra.	O nosso conhecimento ainda é bem limitado, mas a imponência e a beleza do mundo que nos envolve é o fator que também nos motiva a investigar, a calcular para descobrir e satisfazer o desejo do Homem por conhecimento.
--	------------------	--

**Tabela 1.** Apresentação elaborada para a sequência didática. Fonte: O autor (2019).

Ao término dessa sessão de planetário será aplicado aos alunos mais uma atividade online, um formulário Google com 3 questões objetivas e 1 discursiva. Para ter acesso ao formulário basta o aluno acessar o link: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeJ5l9w2wDjM-h6nxCLhsCj2QEY\\_DaplqUSgp9\\_fAbvMFAEw/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeJ5l9w2wDjM-h6nxCLhsCj2QEY_DaplqUSgp9_fAbvMFAEw/viewform). A figura 14 mostra a interface desse formulário.

**"Planetário questions"**

Leta atencionalmente

\*Obrigatório

Nome completo e turma \*

Sua resposta

Vem se tornando crescente, em todo o mundo, o aproveitamento energético da radiação solar, cujo destino principal é para duas formas de energia, que são: \*

- a elétrica e a mecânica
- a elétrica e a automotiva
- a elétrica e a térmica
- a mecânica e a eólica
- a mecânica e a automotiva

A geração de eletricidade a partir da luz do sol pode ser obtida de forma direta ou indireta, cujas tecnologias são, respectivamente: \*

- aparelhos radioativos e sensores isotérmicos
- células fotovoltaicas e aquecimento de líquidos em tubulações
- coletores solares e aquecimento da água
- geradores térmicos e correntes de ar quente
- sensores de calor e leitura de raios infravermelhos

Deseja-se instalar uma estação de geração de energia elétrica em um município localizado no interior de um pequeno vale cercado de altas montanhas de difícil acesso. A cidade é cruzada por um rio, que é fonte de água para consumo, irrigação das lavouras de subsistência e pesca. Na região, que possui pequena extensão territorial, a incidência solar é alta o ano todo. A estação em questão irá abastecer apenas o município apresentado. Qual forma de obtenção de energia, entre as apresentadas, é a mais indicada para ser implantada nesse município de modo a causar o menor impacto ambiental? \*

- Termoeétrica, pois é possível utilizar a água do rio no sistema de refrigeração.
- Eólica, pois a geografia do local é própria para a captação desse tipo de energia.
- Nuclear, pois o modo de resfriamento de seus sistemas não afetariam a população.
- Fotovoltaica, pois é possível aproveitar a energia solar que chega à superfície do local
- Hidrelétrica, pois o rio que corta o município é suficiente para abastecer a usina construída.

O Sol converte  $4 \times 10^9$  kg de massa em energia a cada segundo. Quantos anos levaria o sol para converter uma massa igual à massa da Terra em energia? Explique também como esse processo ocorre? A massa da Terra vale  $5,972 \times 10^{24}$  kg. \*

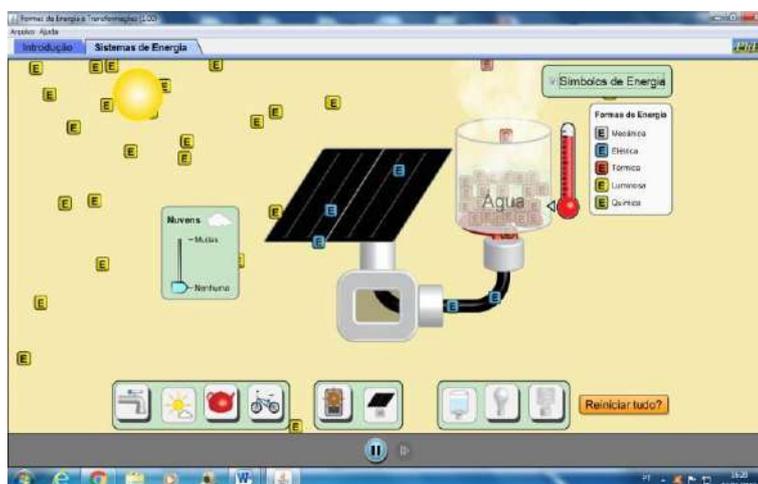
Sua resposta

**Figura 14.** Interface com as questões do formulário. Fonte: Google (2019).

### 3. AULA 3

Na aula anterior foi utilizado um simulador do Phet Colorado para ilustrar a utilização de uma placa fotovoltaica. Na situação abordamos superficialmente a

capacidade da placa de transformar a energia luminosa solar em diferentes tipos de energia.



**Figura 15.** Interface do simulador Phet Colorado. Fonte: Phet Colorado (2019).

Seguindo essa proposta do simulador, na aula 3 pode ser feito algo mais específico. Utilizando duas bolas de 4 e 10 quilogramas, uma trena e um cronômetro e com uma abordagem mais prática, seguiremos as orientações do “Roteiro da dinâmica com bolas de diferentes densidades”.

### 3.1. ROTEIRO DA DINÂMICA COM BOLAS DE DIFERENTES DENSIDADES

Em vários pontos da dissertação usa-se o termo “Dinâmica com bolas de diferentes densidades” que faz referência a uma atividade prática aplicada em duas aulas dentre as nove aulas da sequência didática. No decorrer dessa subseção o leitor terá acesso a todos as ações e sua respectiva ordem de aplicação que caracterizam a dinâmica em questão.

#### 3.1.1. Energia Potencial Gravitacional

Um objeto a uma certa altura, em relação a superfície terrestre, sofre a ação da força peso ou força gravitacional a qual a Terra atrai esse objeto. Ao abandoná-lo, a força peso realiza trabalho o que implica que a força transforma a energia de uma modalidade em outra, mas enquanto o objeto não se desloca ele armazena uma energia chamada de energia potencial gravitacional. Nessa perspectiva dar início a discussão a partir de uma máquina que, de certa forma, atribui para um objeto uma altura determinada a partir de seu distanciamento do nível de referência ou referencial, que no caso é o solo.

### 3.1.2. Primeiro tópico

Utilizei a televisão da sala de vídeo da escola para apresentar aos alunos, a partir de um vídeo<sup>2</sup> do youtube, a ferramenta “bate-estaca”. A tabela 1 descreve os principais aspectos utilizados para essa aula.

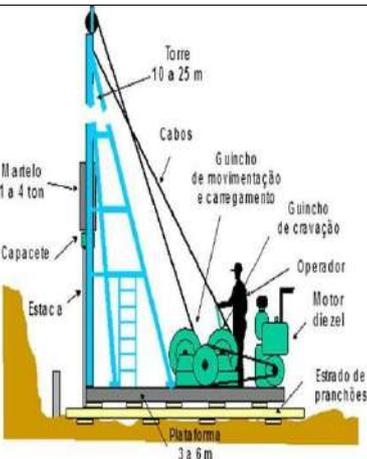
Ferramenta	Aspecto 1	Aspecto 2	Aspecto 3
 <p>- Sala de vídeo.</p>	<p>Destacar que, ao ser posto a determinada altura, um objeto armazena energia, ou seja, a capacidade adquirida pelo corpo de realizar trabalho, a partir do momento em que se afasta do nível de referência ou do solo. Essa energia é liberada ao iniciar seu movimento. Prova disso é o bate estaca, que ao erguer a massa em relação ao solo promove um armazenamento de Energia Potencial Gravitacional.</p>	<p>- É uma ferramenta fora do contexto do cotidiano dos alunos, porém, de certa forma, ainda é usada na construção civil, ou seja, é uma ferramenta útil e que depende principalmente do Princípio da conservação de energia.</p>	<p>O aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender. Buscando artifícios para que o aprendiz selecione subsunçores relevantes para potencializar possíveis novas relações.</p>

Tabela 2. Aspectos teóricos discutidos no vídeo. Fonte: O autor (2019).

### 3.1.3. Segundo tópico

Neste tópico é feito o registro detalhado dos materiais utilizados durante toda essa dinâmica. Evidente que essa lista é apenas uma sugestão e que, portanto não precisa depender do mesmo material, a intenção é orientá-los até mesmo para

<sup>2</sup> Disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=5hKN3LROoLo>

possíveis adaptações. Além disso, procuro orientar para um processo de reconhecimento do material, ou seja, um momento inicial para que os alunos interatuem junto aos itens listados no item 1.2.1.

#### 3.1.4. Material utilizado

Uma bola de 12 quilogramas e uma de 4 quilogramas, como mostram as imagens abaixo;



**Figura 16.** Bola de 12kg. Fonte: O Autor (2019).

Imagem disponível com maior detalhe no link:

<https://drive.google.com/file/d/1a8fKppNflG3Ugo3EzUCk-YuTDM49YF66/view>

Apesar da imagem acima indicar uma massa de 12kg. Na aula foi utilizado uma bola de 10kg, apesar dos dois quilogramas de diferença a dinâmica pode ser a mesma para ambas.



**Figura 17.** Bola de 4kg. Fonte: O Autor (2019).

Imagem disponível com maior detalhe no link:

<https://drive.google.com/file/d/16Yymlyo3fEhYrJ9HCWfK2KipaRDDIaLu/view?usp=sharing>

Também foram utilizados uma trena e por último um cronômetro qualquer.

### 3.1.5. Ação inicial

Entregar o material aos alunos na expectativa de que argumentem sobre o “peso” das bolas como um aspecto diferente daquele previsto visualmente. A abordagem do termo peso foi feita entre aspas para que o leitor considere que o aluno, na verdade, indique-o como uma informação referente à massa das bolas e não como a força peso. Essa expectativa é pessoal do pesquisador.

Observar e registrar no diário de bordo os argumentos dos alunos na expectativa de que esses dados colaborem para possíveis evidências de aprendizagem significativa. Posteriormente convidar dois alunos para erguerem as bolas de 4 e 12 quilogramas simultaneamente, na expectativa de estabelecer uma competição entre os alunos, ou seja, você consegue manter a bola na mesma posição por muito tempo? Ou por mais tempo que seu colega? A regra para essa atividade é que o aluno, ao erguer a bola, estique o braço paralelo a superfície de referência (solo), o que determina sua altura, mantendo a bola nessa mesma posição, como indica a imagem abaixo.



**Figura 18.** Bola de 12kg. Fonte: O Autor (2019).

Imagem disponível com maior detalhe no link:

<https://drive.google.com/file/d/1AnhZCIz0WHE25-oZh0mBPq2aBiN9x-eX/view?usp=sharing>

Simultaneamente, porém com a bola de 4 quilogramas, um outro aluno irá segura-la com o braço esticado e paralelo ao solo, como mostra a imagem abaixo:



**Figura 19.** Bola de 4kg. Fonte: O Autor (2019).

Imagem disponível com maior detalhe no link:

<https://drive.google.com/file/d/1hVqsK4A-BLXq6hp0KfA-eQEVddmSG62v/view?usp=sharing>

Temos, portanto, a questão do armazenamento de energia e o trabalho da força peso ao soltar a bola, considerando que posteriormente a bola terá uma queda livre durante o deslocamento gerado pela força peso, como objetivo de aprendizagem. Nessa perspectiva podemos relacionar a altura, ou melhor, a posição da bola em relação ao solo, com a existência de uma energia chamada de Energia Potencial Gravitacional.

O objetivo dessa dinâmica é mostrar ao aluno a relação entre trabalho e energia e que, a partir, da utilização das equações da cinemática é possível verificar o Princípio da Conservação de Energia para as duas massas (bolas) envolvidas.

### **3.1.6. Terceiro tópico**

Neste tópico procuro mostrar ao leitor como foi utilizado o material, como foi calculado o tempo teórico (tempo de queda de um objeto em queda livre), como foi o cálculo do tempo de queda medido pelos alunos utilizando um cronômetro, além

do “tempo médio cronômetro” (termo que faz referência ao cálculo da média aritmética para três medidas), quais as equações foram utilizadas e o porquê do seu uso. A partir da coleta dos dados de altura, velocidade que a bola toca o solo e considerando a ausência da resistência do ar, que é uma força dissipativa, sugiro a análise da Energia Cinética do corpo na iminência de tocar o solo.

### 3.1.7. Queda livre

Posicionar a bola de massa de 12 quilogramas a uma altura, estabelecida pelos alunos para, em um instante de tempo inicial ( $t_0 = 0$ ), abandoná-la simulando um movimento de queda livre. Considerando as limitações do local da dinâmica podemos concluir que a ocorrência será para pequenas alturas, nessa perspectiva irei desconsiderar a resistência do ar de tal maneira que não entrará nos cálculos.

Considerando a resistência do ar desprezível (força dissipativa) podemos usar a ideia e as relações do movimento de queda livre. Nessa perspectiva podemos partir da ideia de que a aceleração é constante e que por isso trata-se de um movimento retilíneo uniformemente variado. A relação matemática a seguir servirá para o cálculo do tempo teórico que as bolas de 12 kg e de 4 kg gastam para atingir o solo.

$$S = S_0 + V_0 t + \frac{a}{2} t^2 \quad (1)$$

Como a variação do espaço ( $\Delta S$ ) indica a altura da queda e a velocidade inicial ( $V_0$ ) é igual a zero no instante inicial ( $t_0$ ), portanto temos que:

$$h = \frac{g}{2} t^2 \quad (2)$$

A equação 2 pode ser utilizada para o cálculo do tempo de queda das bolas de 12 e 4 quilogramas.

Faça com os alunos o cálculo do tempo de queda utilizando a equação 2, sendo ( $h$ ) a altura da bola em relação ao nível de referência (solo), e ( $g$ ) o valor da aceleração da gravidade, e com isso é possível determinar o tempo de queda da bola. Passei aos alunos a função de determinar o valor da altura ( $h$ ) que será usado tanto para o cálculo teórico quanto para o tempo medido pelo cronômetro.

Auxilie os alunos no cálculo teórico e registre o valor para futuras comparações e não se esqueça de fazer o mesmo cálculo para ambas as bolas. Feito isso pegue o cronômetro e marque o valor do tempo de queda, faça com três

alunos diferentes para determinar o tempo médio dos valores obtidos. Na tabela abaixo esse tempo médio será representado pelo termo “tempo médio cronômetro” ( $T_{MC}$ ), seu cálculo é feito a partir da média aritmética dos valores ( $T_{MC1}$ ,  $T_{MC2}$  e  $T_{MC3}$ ):

$$T_{mc} = (T_{mc1} + T_{mc2} + T_{mc3})/3 \quad (3)$$

Faça o mesmo procedimento com a bola de 4 quilogramas.

É muito importante registrar os resultados obtidos na tentativa de evidenciar que a massa não influencia no tempo de queda, já que a resistência do ar é nula. A tabela a seguir pode ser utilizada na organização dos dados, referente ao tempo teórico e o tempo determinado pelo cronômetro, considerando uma altura fixa determinada pelos alunos.

Valor da altura determinada pelos alunos: \_\_\_\_\_ metros.

Objetos	Tempo teórico	Tempo cronômetro			Tempo médio cronômetro
		$T_{MC1}$	$T_{MC2}$	$T_{MC3}$	
Bola de 10 kg					
Bola de 4 kg					

**Tabela 3.** Registro do cálculo referente ao tempo de queda das bolas. Fonte: O Autor (2019).

### 3.1.8. Cálculo da energia cinética

Auxiliar os alunos no processo de cálculo da energia cinética, para ambas as bolas, na iminência de atingir o solo. Desprezando a resistência do ar e garantindo que a ( $V_0$ ) das duas bolas é zero, podemos utilizar a relação:

$$V = V_0 + at \quad (4)$$

Como ( $V_0 = 0$ ) e a aceleração do sistema é a aceleração da gravidade podemos calcular as velocidades em que as bolas atingem o solo. Interessante que mesmo com diferentes massas espera-se aproximadamente a mesma velocidade

final e também o mesmo tempo de queda, evidenciando os efeitos da ausência da resistência do ar e qualificando o movimento como uma queda livre. Com a relação:

$$V = gt \quad (5)$$

Calcula-se a velocidade final, ou seja, a velocidade das bolas na iminência da colisão com o solo.

O passo seguinte é calcular o valor da energia cinética que é proporcional a massa das bolas e por isso a expressão utilizada é:

$$E = m V^2/2 \quad (6)$$

Lembre-se que a massa do corpo influencia no valor da energia cinética na iminência do impacto com o solo, nessa perspectiva a bola de 12 quilogramas e a bola de 4 quilogramas terão diferentes valores de energia cinética. Faça os cálculos adotando o tempo teórico para as duas bolas e depois faça os cálculos adotando o “tempo médio cronômetro” para as duas bolas. A tabela a seguir foi utilizada para registro dos dados para o tempo teórico:

Tempo teórico	Velocidade Final (m/s)	Energia cinética (J)
Bola de 10 kg		
Bola de 4 kg		

**Tabela 4.** Registrar o cálculo adotando o tempo teórico. Fonte: O Autor (2019).

A tabela a seguir foi usada para o registro dos cálculos de velocidade final e energia cinética levando em consideração o tempo médio teórico.

Tempo médio cronômetro	Velocidade Final (m/s)	Energia cinética (J)
Bola de 10 kg		
Bola de 4 kg		

**Tabela 5.** Registro do cálculo adotando o tempo teórico. Fonte: O Autor (2019).

### 3.1.9. Quarto tópico

Neste t3pico procuro sugerir o c3lculo da energia potencial gravitacional para compar3-la com o valor obtido da energia cin3tica calculada no terceiro t3pico com a premissa da aus4ncia de for3as dissipativas. Espera-se obter o mesmo valor para as energias, fato correspondente ao processo de conserva33o da energia mec3nica, que 4, na verdade, uma interpreta33o baseada no t3pico principal dessa din3mica, o princ3pio da conserva33o de energia.

### 3.1.10. C3lculo da energia potencial gravitacional

A for3a peso atua no corpo verticalmente para baixo 4 associado ao deslocamento da massa existe a realiza33o de trabalho, al4m disso, a dire33o e o sentido entre a for3a e o deslocamento 4 a mesma ent3o  $\cos(\theta) = 1$ . Por isso temos que:

$$W = FD \quad (7)$$

A for3a que realiza o trabalho 4 a for3a peso, logo temos que:

$$F = P = mg \quad (8)$$

Substituindo a equa33o (8) na equa33o (7) encontramos que o trabalho da for3a peso 4 dado pela express3o:

$$W_p = mgh \quad (9)$$

Lembrando ao leitor que a dist3ncia passa a ser a altura do corpo e por isso  $D = h$ . A energia potencial gravitacional que a bola possui na altura em que se encontra pode ser calculada pelo trabalho que a for3a peso realiza ao cair at4 o n3vel de refer4ncia (solo). Nesse caso o trabalho 4 dado em Joules o que significa tratar-se da energia armazenada pelo objeto que possui certo valor de massa e altura, e essa energia 4 chamada de energia potencial gravitacional, ou seja, o nosso c3lculo para energia potencial gravitacional 4 feito pela express3o:

$$E_{pg} = mgh \quad (10)$$

A tabela abaixo foi utilizada para registrar o valor do c3lculo da energia potencial gravitacional das duas bolas.

Objetos	Energia Potencial Gravitacional (J)
Bola de 10 kg	

Bola de 4 kg	
--------------	--

**Tabela 6.** Registro do cálculo da energia potencial gravitacional. Fonte: O Autor (2019).

### 3.1.11. Ação final da dinâmica

Calcular a energia potencial gravitacional para as duas bolas e comparar com valor da energia cinética, de iminência de colisão com o solo, das duas bolas.

Espera-se verificar que o valor da energia cinética da bola de 12 quilogramas é igual à energia potencial gravitacional da bola de 12 quilogramas na altura onde a  $V_0 = 0$ , com uma energia menor, espera-se a mesma verificação para a bola de 4 quilogramas.

Conclusão: A energia não é criada e nem destruída, mas apenas transformada em outro tipo de energia, em quantidades iguais.

Para cada aluno foi distribuído uma folha de anotações, como indica a Figura 19.

Valor da altura determinada pelos alunos: \_\_\_\_\_ metros

Objetos	Tempo teórico	Tempo cronômetro			Tempo médio cronômetro
		T <sub>MC1</sub>	T <sub>MC2</sub>	T <sub>MC3</sub>	
Bola de 12 kg					
Bola de 4 kg					

Tempo teórico	Velocidade Final (m/s)	Energia cinética (J)
Bola de 12 kg		
Bola de 4 kg		

Tempo médio cronômetro	Velocidade Final (m/s)	Energia cinética (J)
Bola de 12 kg		
Bola de 4 kg		

Objetos	Energia Potencial Gravitacional (J)
Bola de 12 kg	
Bola de 4 kg	

**Figura 20.** Material distribuído aos alunos. Fonte: O autor (2018).

## 4. AULA 4

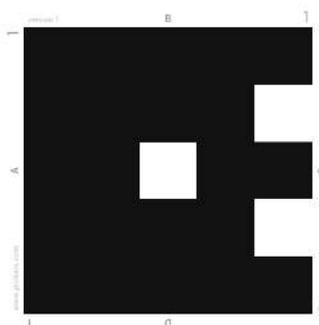
Nessa aula os alunos dirigiram-se ao laboratório de informática, logo no primeiro momento foi feita a impressão e a distribuição dos código que o software gera para cada aluno, basta acessar o site [www.plickers.com](http://www.plickers.com) e cadastrar os alunos, como na figura abaixo. O usuário pode inclusive escolher o título da turma.

The screenshot shows the Plickers application interface. On the left, there is a sidebar with navigation options: 'Novo conjunto', 'Recente', 'Sua biblioteca', 'Relatórios', 'ScoreSheet ...', and a list of classes including '3M1', '3M2', '3M3', '3M4' (selected), 'Daniel', 'Classe Demo', 'Maria', 'Thaissa', 'yure', and 'Nova classe'. The main area displays the class '3M4' with the title 'Estudantes'. Below the title, there are buttons for '+ Quick Add Student', 'Adicionar Alunos', and 'Roster da classe'. A table lists the students with their first and last names and their corresponding Plickers card numbers.

PRIMEIRO NOME	ÚLTIMO NOME	NENHUM
ANA	ELIZA VERISSIMO	CARTÃO
ANDERSON	MELLO MOREIRA	24
CANDIDA	MARIA DA SILVA TONONI	2
CARLOS	HENRIQUE SANTOS MARCOLINO	3
EDUARDA	MACHADO DA SILVA	4
EMMILLY	DE OLIVEIRA RAMOS	5
FELIPE	BORGES BARBOSA	23
GABRIELA	DA PENHA VASCONCELO GONÇALVES	22
JOAO	LUIZ DA SILVA TONONI	6
JUCIARA	BARCELOS DA SILVA	18
JULIA	ANJOS MADALON ABREU	7
KELLEN	FERNANDES RAINHA	8
KEVEN	RIBEIRO BRAGA	21
LAUNI	CRISOSTOMO NETO	20
LORRANY	DE JESUS MARCOLINO ARMANI	9
LUIS	HENRIQUE SOUZA ALVES	10

**Figura 21.** Inscrição de cada aluno no Plickers. Fonte: Aplicativo Plickers, (2018).

Para cada aluno cadastrado o software gera um código como o da figura abaixo.



**Figura 22.** Código gerado pelo Plickers. Fonte: Aplicativo Plickers, (2018).

Esse código é usado pelo aluno para responder a questão projetada no quadro, porém a leitura é feita pelo celular, além disso, só é necessário um celular para a leitura e não um celular por aluno, a figura abaixo ilustra a ação do registro das respostas.



**Figura 23.** Interface gerada pelo software utilizado pelo smartphone. Fonte: Aplicativo Plickers, (2018).

A cor verde representa os alunos que acertaram, a cor vermelha representam os alunos que erraram. Contudo a utilização do software ocorreu em conjunto com o método de ensino “Instrução pelos Colegas”, com isso é necessário que o Professor se prepare para Três possíveis situações. De acordo com Araujo e Mazur (2013, p. 367)

explicar a questão, reiniciar o processo de exposição dialogada e apresentar uma nova questão conceitual sobre um novo tópico. Essa opção é aconselhada se mais de 70% dos estudantes votarem na resposta correta; agrupar alunos em pequenos grupos (2-5 pessoas), preferencialmente que tenham escolhido respostas diferentes, pedindo que eles tentem convencer uns aos outros usando as justificativas pensadas ao responderem individualmente. Após alguns minutos, o professor abre novamente o processo de votação e explica a questão. Se julgar necessário, o professor pode apresentar novas questões sobre o mesmo tópico, ou passar diretamente para a exposição do próximo tópico, reiniciando o processo. Essa opção é aconselhada se o percentual de acertos obtidos na primeira votação estiver entre 30% e 70%. O tempo despendido nesta etapa costuma ser de três a cinco minutos, dependendo do nível de discussão alcançada; revisar o conceito explicado, através de nova exposição dialogada buscando aclará-lo, apresentando outra questão conceitual ao final da explanação e recomeçando o processo. Essa é a opção indicada se menos de 30% das respostas estiverem corretas.

Já estabelecida as ações pode-se aplicar 5 questões objetivas aos alunos, contudo, solicitei aos alunos que registrassem na folha do caderno a justificativa da sua resposta. Para as situações de acertos entre 30% e 70% o processo de votação seria refeito, portanto, solicitei que o aluno registrasse novamente sua justificativa após a interação em grupo, na expectativa de comparar e constatar possíveis evidências se os alunos estão utilizando os novos conceitos de forma coerente ao contexto da questão.

As cinco questões encontram-se em anexo a esse produto.

## **5. AULA 5**

Na quinta aula aplicarei o pós-teste, um teste com 12 questões, algumas do livro didático utilizado na escola, algumas do ENEM, algumas elaboradas pelo Professor e algumas de provas de vestibular. O acesso ao pós-teste pode ser feito consultando o apêndice B da dissertação. As fontes das questões utilizadas no pós-teste são apresentadas no texto da dissertação na página 97 do capítulo 4.

A atividade deve ser individual e com duração de 55 minutos.

### **5.1. SUGESTÕES DE CORREÇÕES E ADAPTAÇÕES PARA AS QUESTÕES DO PRODUTO**

A questão número 1 da tarefa de leitura afirma que: “O resultado da conversão direta de energia solar é uma das várias formas de energia alternativa de que se dispõe [...]” quando na verdade poderia afirmar: O resultado da conversão direta de energia solar em energia térmica é uma das várias formas de energia alternativa de que se dispõe[...]. A questão 3 da tarefa de leitura não deixou claro qual seria a afirmação a se pensar, portanto, a sugestão é alterar o texto da questão da seguinte forma: “[...]Qual parte do texto, publicado no site, pode ser usado para explicar as afirmações feitas pela questão?”. Ainda na tarefa de leitura, a questão 6 poderia ser alterada para: “Como ocorre o processo de geração de energia no Sol e como ocorre a transmissão dessa energia até a Terra?”.

A questão 5 utilizada com o software Plickers poderia ser melhor formulada, seria melhor se, no enunciado, fosse dito: “Qual das alternativas abaixo não

representa um exemplo correto de aplicação do princípio da conservação da energia?”

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 141 p.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva, Lisboa: Editora Plátano, 2003.

ARAUJO, Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: Uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino - aprendizagem de Física. Cad. Bras. Ens. Fís., PORTO ALEGRE-RS, v. 30, n. 2, p. 362-384, ago. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação é a base – Ensino Médio. Brasília: MEC/SEB, 2018. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC\\_EnsinoMedio\\_embaixa\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf)>. Acesso em: 5 set. 2018.

Cárdenas, A.; Vargas, S.; Moreno, F.; Calvo, B. **The Educational and Influential Power of the Sun**: Communicating Astronomy with the Public Journal, Volume 25, p.28, mar. 2019.

CHAVES, Alaor; SHELLARD, Ronald Cintra. Física para o Brasil: Pensando o Futuro. São Paulo, p.106-106, 2005. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos\\_diversos/publicacoes/FisicaBrasil\\_De05.pdf](http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/publicacoes/FisicaBrasil_De05.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2019.

FRAKNOI, Andrew; MORRISON, David; WOLF, Sidney. Astronomy. **Openstax**, Houston, Texas, Oct 13, 2016

GOOGLE. Formulários. Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-PT/forms/about/>> Acesso em: 17 jun. 2019.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 9. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2012. 4 v. ISBN 9788521616054 : 9788521619031 (v.1)

MIRANDA, G. L. Limites e possibilidades das TIC na educação. **Sísifo. Revista de Ciências da Educação**, v. 3, p. 41-50, 2007.

MORAN, José Manuel. **A Integração das tecnologias na educação**. Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, Seed, v. 204, 2005.

MOREIRA, M. A. Teorias da Aprendizagem. São Paulo: EDU, 1999.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa, Organizadores Prévios, Mapas Conceituais, Diagramas e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. UFRGS, Porto Alegre, RS. PUCPR, (2012, 2013).

NOBRE, Isaura A. M. et al. **Informática na Educação**: um caminho de possibilidades e desafios. Vitória: Editora Ifes, 2011.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Livraria da Física, 2013. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

PICOLO, Ana Paula; BUHLER, Alexandre J.; RAMPINELLI, Giuliano Arns. **Uma abordagem sobre a energia eólica como alternativa de ensino de tópicos de física clássica**. 2014. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/364306.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2019

PLICKERS. Disponível em: <[www.plickers.com](http://www.plickers.com)> Acesso em: 08 abr. 2019.

PICAZZIO, Enos. **O céu que nos envolve**: introdução á astronomia para educadores e iniciantes – 1 ed. - São Paulo: Editora Odysseus Editora Ltda, 2011.

REIS, E. Aprendizagem e docência digital. In: NOBRE, I.A. [et al.] Informática na educação: um caminho de possibilidades e desafios. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Serra-ES, 2011.