

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



Universidade Federal do ABC
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Produto Educacional

Uma abordagem para o conceito de energia utilizando simuladores no ensino de física

Hilton Koiti Sato

Laura Paulucci Marinho

Santo André
Outubro/2022

Capítulo 1

Apresentação

Caro Professor,

O produto educacional aqui desenvolvido é parte da dissertação de mestrado apresentada no programa de **Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física** (MNPEF) da Universidade Federal do ABC, Santo Adnre/SP e apresenta uma sequência didática (SD) para desenvolver e elucidar as questões dos conceitos de energia que os alunos possuem a partir de seus conhecimentos prévios, por meio da utilização de simuladores como ferramenta de ensino.

A ação principal deste trabalho é tornar o aluno protagonista em sua investigação a ponto de idealizar seus argumentos e formular pensamentos que possam retratar os fenômenos observados a partir dos conceitos físicos a serem desenvolvidos. Assim, são propostas situações-problema que incentivem o aluno a produzir conhecimento para que possa atuar como cidadão na sociedade.

A temática energia foi por mim escolhida por constatar que existem equívocos (*misconceptions*) sobre este conceito, que possibilita o aluno confundir energia com força, assim como existe a confusão entre massa e peso. E a SEI permite desenvolver os conceitos de energia possibilitando que o aluno adquira independência para realizar suas observações e análises.

Procurou-se, então, desenvolver os conceitos de energia, utilizando-se de atividades e ferramentas de ensino, simuladores, que permitam contribuir para a aprendizagem do aluno e que auxiliem o professor em seu ensino.

Capítulo 2

Sequência Didática

As ferramentas educacionais utilizadas aqui são os simuladores do *The Physics Aviary* e do *PhET*. Dividiu-se a SD em 4 (quatro) etapas distribuídas em 9 (nove) aulas de 50 min, utilizando computadores ou mesmo celulares para acesso aos simuladores. A seguir, é apresentada uma tabela com a distribuição das aulas para cada etapa.

Etapa	Número de aulas - Assunto
1	1 - Conhecimento Prévio
2	3 - Atividade com simuladores
3	3 - Sistematização do conhecimento
4	2 - Avaliação

Tabela 2.1: Quantidade de aulas utilizadas para cada etapa da sequência didática.

Para o desenvolvimento das aulas e dos conteúdos, serão utilizadas a **Sequência de Ensino Investigativa (SEI)**, proposta por **Anna Maria Pessoa de Carvalho**, e a **Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM)**, proposta por **Richard E. Mayer**. A SEI permite ao aluno uma independência em sua investigação e o compartilhamento das observações, das análises e da reestruturação e reconstrução dos conhecimentos prévios. Já a TCAM, por meio da utilização de simuladores, possibilita que imagens, textos e animações contribuam para o processo cognitivo do aluno.

É importante que o professor permita liberdade ao aluno durante a pesquisa e, principalmente, enquanto estiverem trocando informações e observações. Quando apenas da interferência necessária, a construção do conhecimento dos alunos se dará coletivamente, todos se sentirão motivados a observar mais atentamente e a realizar suas conclusões baseando-se em suas percepções e conhecimentos.

Este produto está direcionado, preferencialmente, a alunos ingressantes no ensino médio da rede pública ou particular. Por se utilizar de simuladores online, será necessário que os alunos tenham acesso à internet, celulares ligados a Wi-Fi em sala de aula ou laboratório de informática.

2.1 Programa de Aplicação

A distribuição das aulas está apresentada na tabela 2.2. Uma descrição mais detalhada de cada aula está apresentada em 4.

Aula	Tema	Abordagem
1	Apresentação do tema	Discussão inicial, questionário de conhecimento prévio e elaboração de mapa mental.
2	Simulador 1	Realização da atividade de investigação.
3	Simulador 2 e demonstração experimental	Realização da atividade de investigação.
4	Transformação de energia	Discussão conceitual e aprofundamento.
5	Energia e Conservação	Aprofundamento dos conceitos de energia e conservação.
6	Simulador 3	Realização da atividade de investigação.
7	Análise dos dados	Retomada dos conceitos, relações matemáticas.
8	Simulador 4	Avaliação quantitativa e questionário.
9	Avaliação	Discussão final sobre as energia estudadas e avaliação da atividade.

Tabela 2.2: Descrição resumida para cada aula da SD.

2.2 Material Utilizado

Aqui estão descritos os simuladores utilizados para a investigação e o experimento demonstrativo elaborado. São 4 (quatro) simuladores, sendo 1 (um) do site **PhET**¹ e 3 (três) do site **Physics Aviary**². Também é utilizado um experimento demonstrativo relacionado à energia térmica utilizando a placa **Peltier**.

Um cuidado a ser tomado com os simuladores do *Physics Aviary* é que ele usa notação americana, ou seja, para nós a vírgula (,) representa a separação entre a casa inteira da casa decimal. Entretanto, para eles, é o ponto (.) que é considerado como separador de valor inteiro de valor decimal. Muitos alunos conseguem aplicar os conceitos e obter os valores corretos para o problema, mas na hora de informar o resultado, se esquecem de informar ponto (.) no lugar da vírgula.

Um ponto interessante dos simuladores do *Physics Aviary*, é que utiliza algumas unidades que não são comuns para nós, professores e alunos. Entretanto, isso permite que se discuta unidades de medida e suas relações.

¹<https://phet.colorado.edu>.

²<https://www.thephysicsaviary.com/>.

Para auxiliar o aluno no transcurso de sua aprendizagem, são propostas questões em cada simulador que se relacionam com as observações realizadas pelos alunos. Ao final de cada atividade com simulador, as questões podem ser apresentadas para que os alunos possam reforçar suas ideias e pensamentos sobre energia, sua conservação e transformação. Além disso, auxiliam os alunos a evoluírem no processo de observação do fenômeno.

2.2.1 Simulador 1

O primeiro simulador utilizado recebe o nome de *Energy Transformation Lab*³. A figura 2.1 mostra a tela inicial do simulador. Ao clicar no botão *Begin* é carregada a tela do simulador.

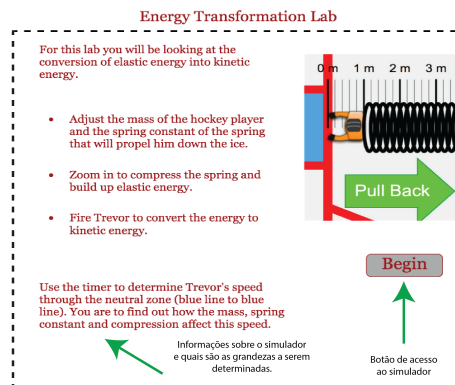


Figura 2.1: Página inicial do simulador Energy Transformation Lab.

Este simulador realiza o lançamento de um jogador sobre uma pista de gelo utilizando-se uma mola, como mostra a figura 2.2.

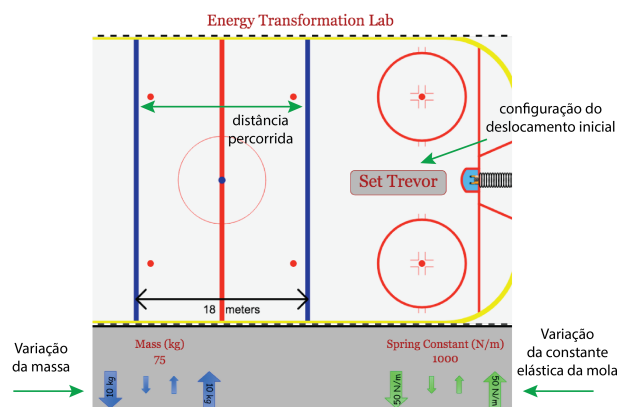


Figura 2.2: Página inicial do simulador para análise das grandezas relacionadas à energia.

A tabela 2.3 apresenta a nomenclatura das grandezas físicas utilizada no simulador.

Nesta tela do simulador, o aluno identifica as grandezas físicas presentes, *Mass* (massa), *Spring Constant* (constante da mola), grandezas que podem ser variadas conforme a tabela 2.4.

³<https://thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/EnergyTransformationLab/>.

m [kg]	massa do jogador (<i>Mass</i>)
k [N/m]	constante da mola (<i>Spring Constant</i>)
t [s]	tempo

Tabela 2.3: Nomenclatura utilizada

Setas	variação da massa (kg)	variação da constante da mola (N/m)
menor	± 1	± 10
maior	± 10	± 50

Tabela 2.4: As setas menor e maior para massa e constante elástica variam de acordo com os valores apresentados na tabela.

Outra variável possível de ser modificada é o deslocamento x (deslocamento da mola), como mostra a figura 2.3.

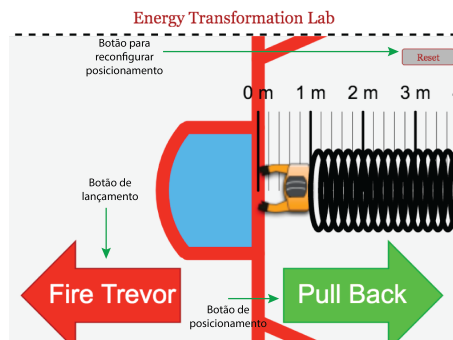


Figura 2.3: A figura mostra o botão para determinar o deslocamento x e o botão de lançamento.

Ao variar todas estas 3 (três) grandezas, uma de cada vez, o aluno observa e investiga como elas influenciam na velocidade do jogador. Ao ser lançado, a tela mostra o jogador em movimento sobre a pista e o simulador exibe um botão para acionar um cronômetro, no qual o aluno registra o tempo em que o jogador percorre a distância de 18m, como mostra a figura 2.4.

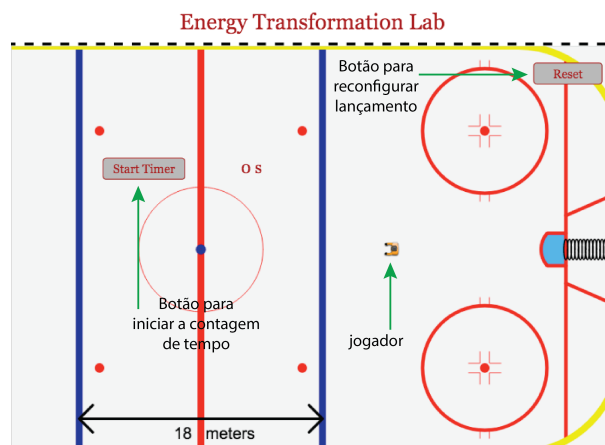


Figura 2.4: Após o lançamento, registra-se o tempo gasto para percorrer 18m.

Conforme o valor das grandezas, o jogador tem sua energia potencial elástica modificada para mais ou para menos. A variação no deslocamento x produz uma variação na energia potencial elástica da mola, que resulta na realização de um trabalho da força elástica. Ao ser lançado, essa energia potencial elástica da mola é transferida para o jogador em forma de energia cinética.

A partir da análise dos dados, é possível determinar uma relação entre as grandezas massa m , constante elástica k , velocidade do jogador v e o deslocamento da mola x .

Neste simulador, o aluno pode contextualizar o fenômeno com o arco e flecha ou também com o estilingue. O aluno identifica situações e/ou fenômenos físicos onde uma forma de energia é transformada em outra forma de energia que pode provocar, por exemplo, movimento.

Questões Simulador 1

Questões para o simulador 1 que auxiliam na compreensão e aprendizagem do conceito.

1. O que pode ser observado com os valores em cada uma das tabelas?
2. Todas as tabelas apresentam uma diminuição no tempo de deslocamento entre as duas faixas azuis? Explique.
3. Qual poderia ser a justificativa para que uma das tabelas apresentasse aumento e outra diminuição de tempo?
4. O que significa percorrer em menor tempo as duas faixas azuis? Que grandeza física poderia ser
5. Que forma de energia poderia ter Trevor para percorrer a pista de gelo?
6. De quem ou o quê poderia ter dado a Trevor a energia para percorrer o gelo?

2.2.2 Simulador 2

O segundo simulador é denominado de *Ideal Engine Lab*⁴ e representa uma máquina térmica. A página inicial do simulador está apresentada na figura 2.5.

Ao clicar no botão *Begin*, o simulador apresenta uma tela que apresenta dados iniciais que representam temperaturas dos reservatórios quente e frio, *Hot* e *Cold*, respectivamente. Também valores iniciais das quantidades de calor de ambos reservatórios, Q_h e Q_c . Por fim, o trabalho W realizado por uma máquina, como mostra a figura 2.6.

A tabela 2.5 apresenta a nomenclatura das grandezas físicas utilizada no simulador.

⁴<https://thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/CarnotEngineLab/>.

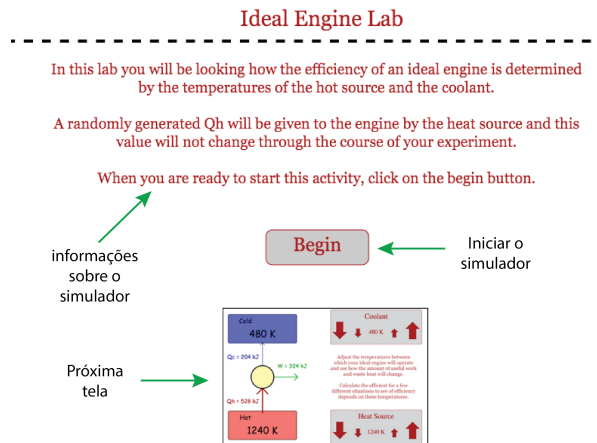


Figura 2.5: A figura mostra o simulador 2 que exemplifica uma máquina térmica.

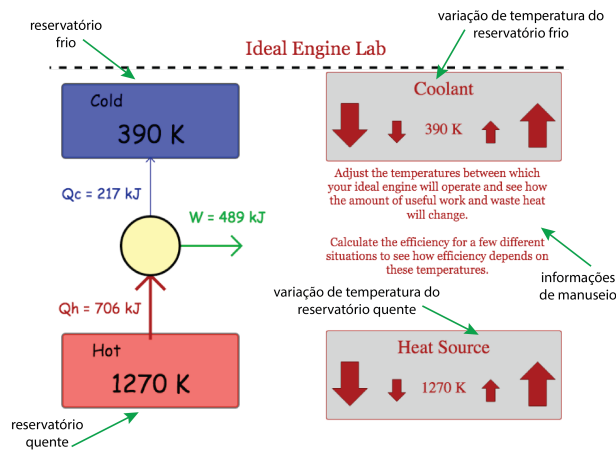


Figura 2.6: A figura mostra o simulador 2 que exemplifica uma máquina térmica.

T_h [K]	temperatura do reservatório quente
Q_h [kJ]	quantidade de calor absorvida do reservatório quente
T_c [K]	temperatura do reservatório frio
Q_c [J]	quantidade de calor fornecida ao reservatório frio
W [J]	trabalho

Tabela 2.5: Nomenclatura utilizada

Do lado direito encontram-se setas que permitem variar as temperaturas de ambos reservatórios. Ao clicar nestas setas, as temperaturas variam de acordo com os valores apresentados na tabela 2.6.

Setas	Variação da temperatura ΔT (K)
menor	± 10
maior	± 100

Tabela 2.6: As setas menor e maior modificam o valor da temperatura de acordo com os valores apresentados na tabela.

Ao interferir nos valores de temperatura de ambos reservatórios, observa-se uma mo-

dificação no valor da quantidade de calor do reservatório frio Q_c e no trabalho W . A quantidade de calor inicial do reservatório quente Q_h não se altera, mas seu valor inicial será sempre diferente para cada acesso ou para cada aluno.

Aqui pode-se obter a relação

$$Q_h = Q_c + W$$

Este resultado, que foi confirmado experimentalmente, relaciona-se ao enunciado de *Kelvin-Planck* para a segunda lei descrito como:

É impossível que uma máquina térmica, operando em ciclos, tenha como único efeito a extração de calor de um reservatório e a execução de trabalho integral dessa quantidade de energia.

Questões Simulador 2

Questões para o simulador 2 que auxiliam na compreensão e aprendizagem do conceito.

1. O que poderiam representar os retângulos vermelho e azul com relação ao experimento demonstrativo apresentado?
2. Quais são as grandezas físicas que podem ser alteradas? Qual a unidade delas?
3. Estas grandezas que você alterou afetam, modificam outras grandezas? Quais seriam elas?
4. Proponha uma expressão matemática que relacione essas variáveis dependentes.
5. Se você alterar os valores de Coolant ou Heat Source, a sua expressão matemática definida na questão 4 continua sendo verdadeira? Apresente um exemplo com valores lidos no simulador.

2.2.3 Simulador 3

O simulador 3 é denominado de *Pendulum Lab*⁵ do site PhET. A variação do simulador utilizado, *Energy* está apresentado na figura 2.7.

Ao clicar na figura central, o simulador apresenta um pêndulo e um gráfico de barras do lado esquerdo, conforme mostra a figura 2.8.

A tabela 2.7 apresenta a nomenclatura das grandezas físicas utilizada no simulador.

Ao movimentar o pêndulo para uma posição inicial, figura 2.9, observa-se que o corpo possui agora uma energia potencial gravitacional, pois ocorreu uma mudança de posição deste corpo em relação a um referencial.

⁵https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_en.html.

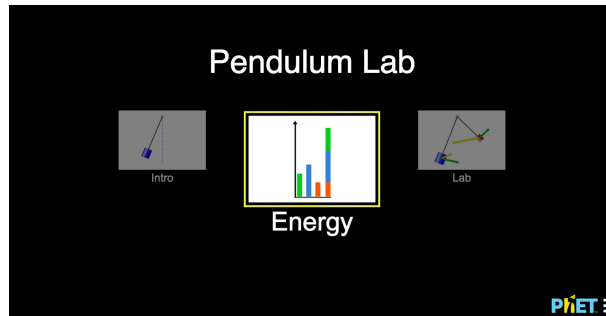


Figura 2.7: Simulador utilizado para observar e analisar a conservação da energia.

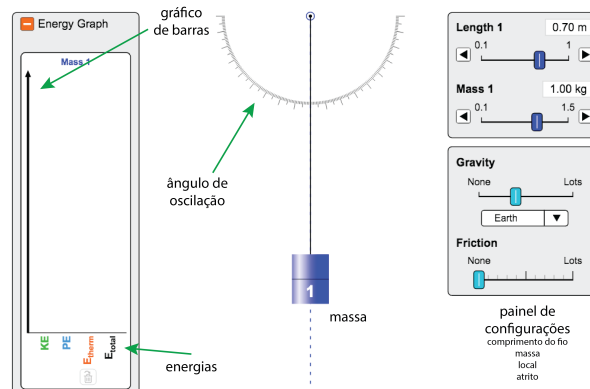


Figura 2.8: O simulador possui grandezas que permitem a análise do comportamento das energias.

$Length [m]$	comprimento do fio L
$Mass [kg]$	massa do corpo m
$Gravity [m/s^2]$	aceleração da gravidade local g
$Friction$	resistência do ar
$KE [J]$	energia cinética
$PE [J]$	energia potencial gravitacional
$E_{therm} [J]$	energia dissipada
$E_{total} [J]$	energia total

Tabela 2.7: Nomenclatura utilizada

Ao soltar o pêndulo, inicia-se o movimento e observa-se no gráfico a mudança da energia potencial gravitacional e a presença da energia cinética.

Conforme o pêndulo mantém seu movimento, as energias potencial gravitacional e cinética vão se alternando. Ora uma é máxima, ora outra é máxima. E observa-se que a energia total se mantém sempre constante. Mais que isso, o simulador mostra como são as variações das energias dentro da energia total. A partir desta observação, o aluno consegue descrever uma relação matemática que expresse a energia total do sistema, ou seja, a expressão da conservação da energia mecânica.

$$E_m = K + U_g$$

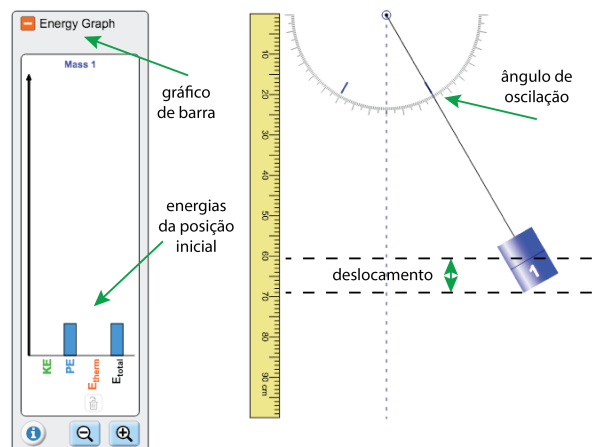


Figura 2.9: Deslocada a massa de sua posição de repouso, ela adquire uma energia potencial gravitacional devido à sua posição.

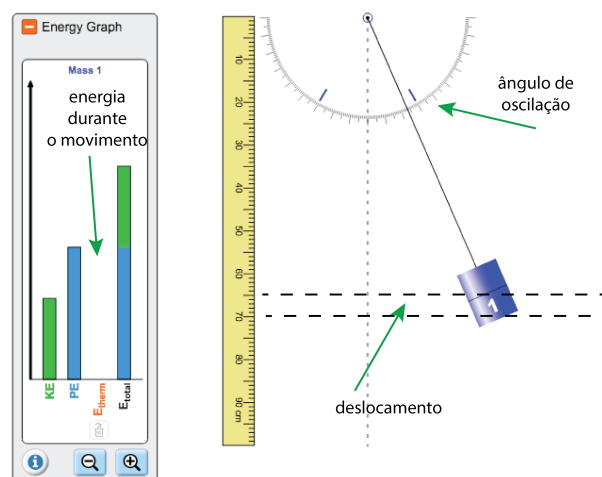


Figura 2.10: O gráfico de barras mostra a variação das energias.

Questões Simulador 3

Questões para o simulador 3 que auxiliam na compreensão e aprendizagem do conceito.

1. Ao deslocar o pêndulo, quais foram as grandezas físicas que se modificaram?
2. Após soltar o pêndulo, o que aconteceu com as grandezas físicas representadas no gráfico de barras?
3. Após um período de tempo de oscilação, o que se observou com relação ao ângulo de oscilação? Comente.
4. O que você pode dizer ou comentar com relação a variação das barras de cada uma das energias apresentadas no gráfico?
5. É possível representar matematicamente essas energias por meio de uma fórmula? Qual sua proposta?

6. o inserir o atrito, houve alguma modificação com relação às energias? O que você observou?

2.2.4 Simulador 4

O simulador 4 é denominado de *Billy on Hill (Level 2)*⁶ está apresentado na figura 2.11.

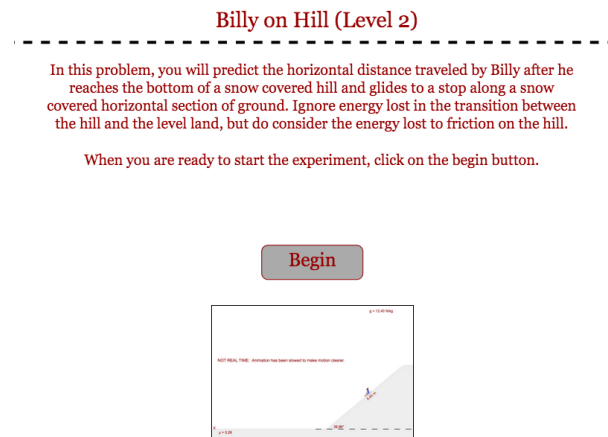


Figura 2.11: Simulador para realizar uma avaliação quantitativa.

Ao clicar no botão *Begin*, o simulador apresenta um texto com dados iniciais, descreve a situação-problema e uma imagem da situação inicial, como mostra a figura 2.12.

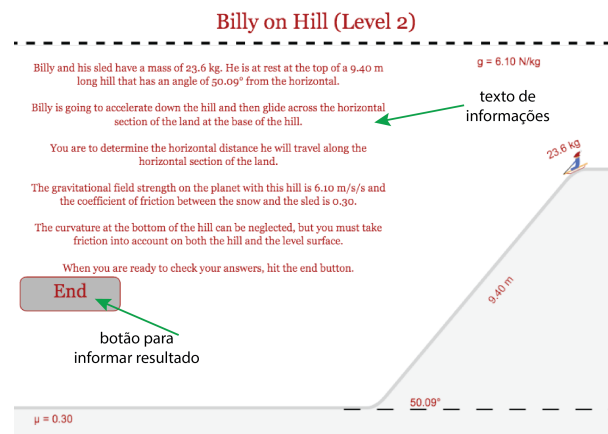


Figura 2.12: A tela do simulador apresenta informações da situação-problema.

Este simulador é utilizado para uma avaliação quantitativa, pois deve-se determinar a distância percorrida na região horizontal, após Billy descer a colina. Durante todo o trajeto, do topo da colina até a posição em que o trenó para no trecho horizontal, há a ação da força de atrito entre o trenó e a neve. O simulador é resolvido com toda a classe, buscando o envolvimento do aluno no problema, investigando quais são as opções e as propostas para a resolução. Encontrada a distância percorrida, clica-se no botão *End*,

⁶<https://www.thephysicsaviary.com/Physics/APPrograms/HillyBillyLevel12/>.

informa o valor, clica em Billy, observa a animação e, por fim, o simulador apresenta uma tela de resultado comentando se o valor fornecido está dentro da margem de erro ou não, ou seja, se a resposta é válida ou não.

Uma observação muito importante a ser feita é que o sistema numérico utilizado é o americano, portanto, valores numéricos com casas decimais devem ser informados com o ponto e não com a vírgula.

Questões Simulador 4

Questões para o simulador 4 que auxiliam na compreensão e aprendizagem do conceito.

1. Quais são as formas de energia presentes durante todo o movimento?
2. Como essas energias se interagem, ou seja, elas são transformadas ou dissipadas em quais formas de energia?
3. A energia cinética na base da colina possui valor igual ou diferente da energia potencial gravitacional no topo da colina? Se não, o que ocorreu com a diferença dos valores dessa energia?
4. O que ocorreu com a energia cinética no trajeto horizontal?

2.2.5 Experimento Demonstrativo

O experimento demonstrativo está apresentado na figura 2.13. A placa Peltier utilizada está fixada com cola entre duas superfícies planas das latinhas.

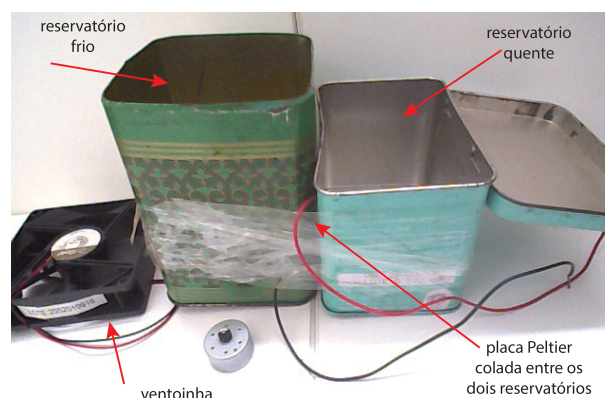


Figura 2.13: Montagem experimental utilizando a placa Peltier.

O material utilizado para a construção do experimento está descrito na tabela 2.8. A placa PELTIER utilizada é acessível em sites e lojas de componentes eletrônicos, assim como a microventilador ou cooler de computadores desktop. Ao adquirir a placa Peltier, acompanha a cola para fixação. Tenha o cuidado de fixar ambas superfícies da placa

Quantidade	Material
2	latas metálicas com superfícies planas
1	ventoinha ou motorzinho de CDROM
1	placa Peltier

Tabela 2.8: Material para utilizado no experimento demonstrativo.

Peltier em toda sua extensão nas superfícies metálicas das latinhas. Quanto mais plana a superfície dos recipientes, melhor será a utilização da placa e o resultado obtido.

A figura 2.14 mostra o diagrama interno da placa. Observe que existe um dos lados em que deve estar em contato com a superfície fria e o outro lado, com a superfície quente. A diferença de temperatura entre as placas produz uma diferença de potencial entre os terminais da placa. Ao conectar os terminais da ventoinha nos terminais da placa, uma corrente elétrica percorre o circuito fechado, provocando o movimento das hélices da ventoinha.

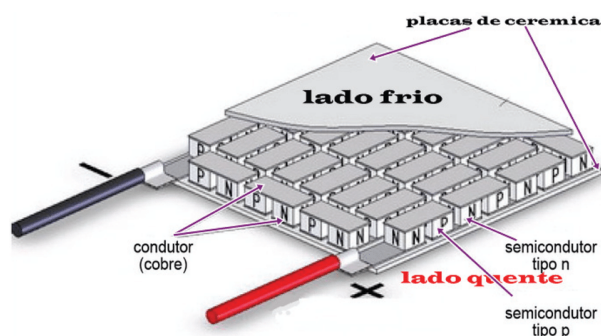


Figura 2.14: Diagrama interno da placa Peltier.
fonte: <http://estacaodofriorefrigeracao.blogspot.com.br>.

Tome cuidado ao ligar os terminais da placa com os terminais da ventoinha. Deve-se ligar os fios de mesma cor. Não esqueça de marcar qual dos recipientes irá colocar água com gelo e água fervida. Para auxiliar, represente o recipiente com água fervida como 1 e água com gelo como 2. Recomenda-se realizar o experimento antes para verificar as dificuldades de manuseio com a água.

Caso haja dificuldade em obter o material para montar o experimento, sugere-se um vídeo no YOUTUBE⁷.

⁷https://youtu.be/eG_PLY6C2bU.

Capítulo 3

Metodologia - Aplicação - Procedimento

Apresentamos aqui o procedimento de aplicação do produto, sempre com o cuidado de organizar o tempo de exposição e discussão com a atividade.

1. Mostre aos alunos o simulador a ser utilizado e solicite que, antes de iniciar a investigação, por um ou dois minutos, verifiquem como é seu funcionamento e/ou quais grandezas são possíveis de se variar.
2. Informe o tempo que eles possuem para realizar a análise e a importância de organização para coleta de dados.
3. Sempre solicite aos alunos atenção na leitura dos textos dos simuladores, bem como dos dados fornecidos e das unidades das grandezas físicas.
4. Relembre que o sistema utilizado no simulador é americano, portanto números decimais devem ser informados com ponto (.) e não com vírgula (,).
5. Ressalte que as grandezas estão no sistema internacional de unidades, SI.
6. Não permita que sejam formados grupos de mais de 3 (três) alunos, para que possam se concentrar no desenvolvimento da atividade.
7. Inicie a atividade e procure verificar como está o andamento da investigação percorrendo a sala. Procure não interferir nas conclusões dos alunos. Permita sua independência de ideias e análise.
8. Caso a aula seja com simulador, avise o tempo restante da aula, 10min, para que possam finalizar os trabalhos.
9. Quando das aulas de sistematização do conhecimento, procure sempre envolver os alunos na discussão.

10. Elabore os questionários em sites, para que os alunos possam acessar e responder durante ou após a realização das atividades com simuladores.
11. Durante as discussões surgirão oportunidades para se discutir outras formas de energia como, por exemplo, solar. Apresente o Sol como fonte de energia e o processo como essa energia é gerada em seu interior. As reações termonucleares que ocorrem em seu interior e o processo de como essa energia é transportada, transferida, transformada de seu interior até a superfície e, por meio de ondas eletromagnéticas, chega à Terra.
12. Aproveitando os conceitos e discussões sobre reações termonucleares, aborde os conhecimentos e conceitos da energia nuclear. Discuta os processos de geração dessa energia. Apresente o processo de fusão/fissão, mostrando quais são as reações e destaque um dos resultados dessas reações: a energia.
13. Pode acontecer dos alunos se confundirem com os dados, com resultados e, principalmente, com grandezas físicas e leitura. A leitura que realizam é muito importante para a compreensão dos conceitos e da realização da investigação.

Capítulo 4

Detalhamento das aulas

Neste capítulo serão apresentados considerações importantes para cada aula. Aqui estarão as ações e os cuidados que o professor deve ter para obter o principal objetivo deste produto, que é propiciar ao aluno a aquisição do conceito de energia, suas transformações e sua conservação, reconhecendo estes fenômenos físicos e como essas energias estão presentes no cotidiano do aluno.

4.1 Aula 1

- tempo: 50min.

Esta aula é uma aula introdutória onde o professor apresenta o tema, apresenta um cronograma de atividades, aplica um questionário prévio para verificar os conhecimentos que os alunos possuem sobre o conceito de energia e elabora com o auxílio da classe, um mapa mental tendo como palavra central a energia. Informe que as atividades terão caráter investigativo e que existe a necessidade de estarem atentos as grandezas físicas e como elas se modificam ou seus valores numéricos. Utilize 10min para esta exposição. Apresente e disponibilize slides contendo estas informações.

4.1.1 Conhecimento Prévio

Este questionário deve ser respondido individualmente para que se possa ter a ideia dos conceitos que os alunos construíram sobre energia em seus estudos no ensino fundamental. Utilize um site gratuito para montar o questionário e disponibilizar o link para os alunos, que podem responder previamente, antes do início da aplicação, ou durante a aula caso a escola possua WIFI para que os alunos acessem o link. Caso seja respondido em aula, utilize de 15 a 20min para responderem as questões. As questões iniciais estarão disponibilizadas no apêndice A.1

4.1.2 Mapa Mental

- tempo: restante da aula.

Na lousa escreva a palavra energia e solicite aos alunos que relacionem as formas de energia que conhecem. Não se preocupe se alguns alunos mencionem fontes de energia. Isto é positivo pois permite que o professor possa discutir, futuramente, em um momento mais oportuno, a diferença entre formas de energia e fontes de energia. Satisfeito com a quantidade de sugestões, o professor registra a imagem para análise e futura discussão.

Os alunos podem realizar uma leitura do fragmento do artigo de **Alessandro A. Bucussi, Introdução ao conceito de Energia**¹. O trecho para leitura está disponibilizado no apêndice B.

4.1.3 Cuidados

A aplicação do questionário durante a aula diminui o tempo para a elaboração e discussão do mapa mental, pois é onde o aluno apresenta seus conhecimentos e há a possibilidade do professor trocar informações sobre a energia mencionada pelo aluno. Por isso, a aplicação prévia do questionário favorece a discussão.

Também permite um tempo maior para apresentar o tema e o cronograma com as atividades a serem realizadas, principalmente pelo fato das atividades envolverem o simulador.

4.2 Aula 2

- tempo: 50min.

Nesta aula é apresentado o primeiro simulador, 2.2.1. É por ele que serão realizadas as primeiras observações sobre formas de energia e a transformação de uma energia em outra, com a possibilidade de obter relações de proporcionalidades entre as grandezas físicas analisadas.

Projete o simulador na lousa destacando as grandezas físicas que são fornecidas e suas respectivas unidades, seu funcionamento. É a oportunidade que se tem de mostrar que a maioria das grandezas físicas são representadas por um valor numérico e uma unidade, que em geral se encontra no SI. Destaque as grandezas que podem ser modificadas e como podem ser modificadas. Contextualize o simulador, comparando-o com lançamento de uma flecha ou um estilingue e apresente questões que propiciem o despertar da curiosidade. Apresente a atividade investigativa a ser realizada lançando questões como *quais grandezas podem influenciar no movimento do jogador sobre a pista de gelo? Como estas grandezas podem se relacionar entre si?*. Utilize por volta de 15min para esta exposição.

¹https://www.if.ufrgs.br/tapf/v17n3_Bucussi.pdf

4.2.1 Atividade

- tempo: restante da aula.

Os alunos acessam o link do simulador disponibilizado e iniciam o processo de investigação, ou seja, procuram verificar como as grandezas físicas alteram no tempo gasto para percorrer a distância de 18m. Realizam este registro em caderno para discussão posterior em sala de aula. Informe que os alunos devem registrar os valores de massa m , deslocamento x , constante da mola k e tempo t para análise posterior em sala de aula. Comente ou questione qual seria a melhor forma de realizar o registro destes dados.

4.2.2 Cuidados

Ressalte que o processo de registro é importante para análise dos dados iniciais e dos dados obtidos para análise e elaboração de teorias, bem como sua organização. São fundamentais para que se possa verificar como estas grandezas influenciam no movimento do jogador. A palavra movimento os fará lembrar de velocidade, o que permite que se introduza o conceito de energia cinética e a transferência da energia potencial elástica da mola em energia cinética para o jogador.

Procure não interferir muito, a liberdade e independência dos alunos nesta investigação é importante, contribuem para o raciocínio e elaboração de teses. Além disso, os alunos terão a necessidade de compartilhar as observações e análises com seus pares, o que contribui para a construção do conhecimento.

4.3 Aula 3

- tempo: 50min.

Esta aula está relacionada com a energia térmica. O foco da aula é mostrar que é possível obter trabalho a partir da diferença de temperatura existente entre dois reservatórios.

Inicie a aula realizando o experimento com a placa Peltier. Informe que em um dos recipientes há água com gelo e em outro será colocado água fervida. Informe também a existência da placa entre os recipientes. Solicite a atenção dos alunos e o registro do fenômeno observado bem como questões a serem discutidas posteriormente. Realize o experimento. Utilize um tempo de 15 min para a realização do experimento.

Caso não seja possível, apresente o vídeo sugerido do link apresentado em 2.2.5.

4.3.1 Atividade

- tempo: restante da aula.

Terminado o experimento, apresente o simulador 2, 2.2.2. Solicite a atenção para as grandezas físicas, suas unidades e os valores iniciais de cada grandeza. Relembre da organização para a coleta de dados e o registro das observações feitas como, por exemplo, a modificação de uma determinada grandeza afeta qual ou quais grandezas.

4.3.2 Questões da Atividade

Apresente algumas questões para que os alunos respondam após a realização do experimento. Disponibilize o link para as questões e solicite seu preenchimento. A seguir, apresentamos algumas sugestões.

4.3.3 Cuidados

Lembre-se de qual recipiente irá água com gelo e água fervida. Cuidado ao despejar a água fervida no recipiente para que não espirre ou espalhe sobre a mesa. Cuidado com tempo a ser gasto para a realização do experimento. Por isso é importante realizá-lo antes para ter uma ideia do tempo gasto. Não se preocupe em discutir aprofundadamente a placa Peltier, pois isto poderá ser feito na etapa de sistematização do conhecimento.

4.4 Aula 4

- tempo: 50min.

Esta aula faz parte da etapa 3, 2.2. É aqui que será iniciada a sistematização do conhecimento, ou seja, o momento em que o professor aprofunda os conceitos e os conhecimentos relacionados à energia, suas transformações e sua conservação. É onde mostra e apresenta as relações matemáticas para as energia envolvidas nos simuladores 1 e 2.

Em primeiro lugar, solicite que os alunos apresentem suas respostas das questões da atividade do simulador 1, 4.2. Conforme as respostas forem sendo apresentadas, o professor aproveita para discutir os resultados.

Pode-se observar que variando a constante k e o deslocamento da mola x , mantendo-se a massa m constante, o tempo de percurso entre as duas faixas azuis varia conforme tabela 4.1, cuja relação é diretamente proporcional.

m constante	k constante
$\uparrow x$	$\uparrow v$
$\downarrow x$	$\downarrow v$

Tabela 4.1: Relação entre o deslocamento da mola x e a velocidade v do jogador.

Já mantendo a massa m constante e o deslocamento da mola x também constante, modificando-se a constante da mola k obtém-se uma relação de proporcionalidade direta

com a velocidade v do jogador, conforme tabela 4.2.

m constante	x constante
$\uparrow k$	$\uparrow v$
$\downarrow k$	$\downarrow v$

Tabela 4.2: Relação entre a constante da mola k e a velocidade v do jogador.

Agora, ao manter a constante elástica k e o deslocamento x constantes, alterando-se o valor da massa m observa-se que a velocidade v do jogador também sofre variação, entretanto, essa relação é indiretamente proporcional, conforme tabela 4.3.

k constante	x constante
$\uparrow m$	$\downarrow v$
$\downarrow m$	$\uparrow v$

Tabela 4.3: Relação inversa entre a massa m do jogador e sua velocidade v .

Portanto, nem todas as tabelas apresentam uma diminuição no tempo e, conseqüentemente, um aumento na velocidade. Quando a massa m é alterada, a energia cinética do jogador se altera. E isto ocorre devido ao fato da conservação de energia entre a energia cinética do jogador e a energia potencial elástica fornecida pela mola. Como as variáveis x e k são constantes, a energia potencial elástica é constante, portanto a energia transferida para o jogador em forma de energia cinética também será constante.

Como a energia cinética é dada por:

$$\Delta K = \frac{1}{2}mv^2. \quad (4.1)$$

Se ΔK é constante, então massa m e velocidade v possuem relação inversa, ou seja, se uma aumenta, a outra diminui.

É a energia potencial elástica, ou seja, a variação da constante da mola k ou o deslocamento da mola x que fornece a relação direta com a velocidade. Veja a expressão a seguir.

$$\Delta U_e = \Delta K \Rightarrow \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2.$$

Supondo m e k constante, tem-se:

$$\frac{x^2}{v^2} = \frac{m}{k} = \text{constante}.$$

Então, se x aumenta, v também aumenta e vice-versa. Agora se m e x forem constantes:

$$\frac{x^2}{m} = \frac{v^2}{k} = \text{constante}.$$

Então se k aumenta, v também deve aumentar e vice-versa.

É importante que se mostre ao aluno e que percebam que os dados fornecidos permite obter relações de proporcionalidade entre as grandezas físicas. Este é um primeiro momento para que os alunos compreendam a formulação matemáticas das energias. Ressalte também e reforce a transformação ocorrida da energia potencial elástica em energia cinética e a transferência desta energia se dá de um corpo para outro, ou seja, da mola para o jogador.

4.5 Aula 5

- tempo: 50min.

Esta aula também faz parte da etapa 3, 2.2, da sistematização do conhecimento. Aqui também será apresentado a conservação de energia e a utilização de uma forma de energia para realizar trabalho. Para isso utilizou-se o experimento demonstrativo e o simulador 2.

O experimento demonstrativo mostra que a diferença de temperatura permite que a placa Peltier forneça uma diferença de potencial percebida pelos elétrons. Isso faz com que os elétrons percorra um circuito fechado, provoque o movimento das hélices da ventoinha ou girar o motorzinho do CDROM. A geração de eletricidade a partir do gradiente de temperatura entre duas regiões recebe o nome de *efeito Seebeck*.

No simulador 2, o aluno irá observar que variando-se as temperaturas dos reservatórios quente e frio, ocorre uma variação na quantidade de calor do reservatório frio e também uma variação no trabalho produzido/realizado. A variação observada está representada nas tabelas 4.4 e 4.5

Reservatório Quente		
$\uparrow T$	$\downarrow Q_c$	$\uparrow W$
$\downarrow T$	$\uparrow Q_c$	$\downarrow W$

Tabela 4.4: Variação da temperatura no reservatório quente resulta em variação em Q_c e W .

Reservatório Quente		
$\uparrow T$	$\uparrow Q_c$	$\downarrow W$
$\downarrow T$	$\downarrow Q_c$	$\uparrow W$

Tabela 4.5: Variação da temperatura no reservatório frio resulta em variação em Q_c e W .

Conforme apresentado nas tabelas, variando-se a temperatura dos reservatórios, verifica-se uma variação na quantidade de calor absorvido pelo reservatório frio e também uma variação no trabalho realizado. O aluno consegue obter uma relação matemática observando atentamente como os valores das quantidades de calor e trabalho são mostrados a

partir da mudança da temperatura dos reservatórios. Assim, é possível chegar a:

$$Q_h = Q_c + W. \quad (4.2)$$

Uma outra observação a ser realizada pelos alunos é de que se as temperaturas dos dois reservatórios forem iguais, não há a realização de trabalho, pois é a variação de temperatura que permite uma diferença de energia entre os reservatórios para a realização de trabalho. É o caso do experimento demonstrativo, quando a diferença de temperatura entre os recipientes começar a diminuir. Isto quer dizer que essa diferença de temperatura irá tender a zero, impedindo que ocorra o efeito Seebeck e, conseqüentemente, não tendo corrente elétrica no circuito para girar a ventoinha.

Portanto, as figuras apresentadas no simulador representam reservatórios de calor quente (vermelho) e frio (azul), como no experimento demonstrativo. Um dos reservatórios está com água fervida e outro com água e gelo. O círculo amarelo representa a ventoinha, que realiza trabalho ao girar, a partir da diferença de temperatura dos reservatórios. Este simulador permite discutir eficiência de uma máquina térmica.

Também deve-se apresentar as formas de energia descritas no mapa mental elaborado pela classe. De onde vem a energia solar e como é o processo de obtenção dessa energia pelo Sol. A produção da energia elétrica e como pode ser obtida energia elétrica a partir, por exemplo, de uma célula fotovoltaica ou da energia térmica e vice-versa.

4.6 Aula 6

- tempo: 50min.

Nesta aula o objetivo é verificar como as energias estão se transformando, ou seja, como elas vão se interagindo entre elas mas sempre com a conservação da energia total de um dado sistema em estudo. O simulador 3, 2.2.3, é um pêndulo que oscila a partir de um determinado ângulo de escolha. Os gráficos de barra mostram como as energias, no caso energia cinética KE e energia potencial gravitacional PE , relacionam-se com a energia total E_{total} . As nomenclaturas das energias são atribuídas pelo simulador.

Observando o gráfico, pode-se constatar que a energia total será sempre a mesma durante a oscilação. Entretanto, pode-se verificar que as energias cinética e potencial gravitacional se modificam. Ao realizar a investigação, selecionando o modo lento, *Slow*, o aluno observa as cores de cada uma das energias na energia total. Desta forma, consegue obter uma relação matemática para a conservação da energia total, que no caso se refere à conhecida energia mecânica.

Uma forma de realizar a análise destas grandezas é fazer o pêndulo oscilar em modo lento e clicar no botão *Pause*. Assim o pêndulo permanecerá em uma determinada posição com os valores de energia. Ao variar o comprimento do fio, a aceleração da gravidade

(local) e a massa, o aluno pode verificar como ocorre a variação das energias cinética e potencial gravitacional.

Para verificar a dissipação de energia, basta alterar o valor do atrito, *Friction*. Ao clicar no botão *Pause*, o aluno deverá notar que a energia dissipada, cuja nomenclatura utilizada no simulador é E_{therm} começa a influenciar no movimento a ponto de ir diminuindo as energias cinética e potencial gravitacional. O aluno verifica também que essa energia está no gráfico de barras da energia total e que, conforme o pêndulo continua a oscilar, essa energia via se tornando maior e o pêndulo inicia um processo de diminuição de sua oscilação, ou seja, tende a parar.

4.6.1 Cuidados

É comum os alunos se referirem à dissipação de energia como *perda* de energia. Aqui a palavra perder dá conotação de sumir. A energia não some, ela irá se transformar em outra e assim sucessivamente. Ressalte sempre que existe dissipação de energia e não perda.

4.7 Aula 7

- tempo: 50min.

A aula visa fortalecer os conhecimentos e conceitos sobre energia, transformação e conservação de energia. Para isso, solicite que os alunos apresentem os resultados e realizem comentários. A partir dos comentários, realize interferências para esclarecer os conceitos e/ou esclarecer os equívocos com os conceito. É importante que os alunos sempre apresentem suas ideias. Isto incentiva à expor seus pensamentos e, neste momento, raciocina e elabora seus conhecimentos, sua aprendizagem.

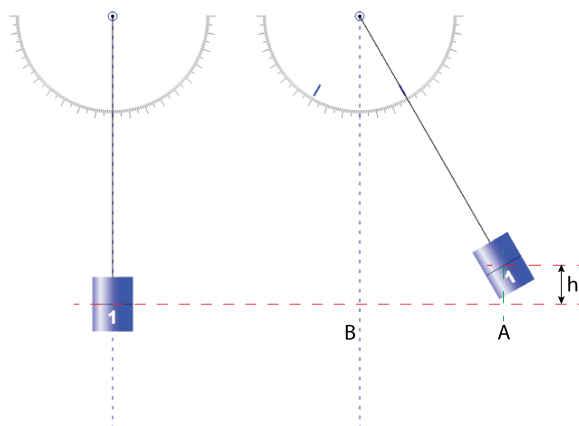


Figura 4.1: Posição inicial de movimento do pêndulo.

A figura 4.1 mostra a situação inicial de oscilação do pêndulo, figura da direita. Observe que no ponto A, o corpo está posicionado a uma altura h da referência, figura da

esquerda. Neste ponto, a massa possui uma energia potencial gravitacional e que é visto e representado no gráfico de barras. O aluno observa que a energia potencial gravitacional corresponde à energia total.

Ao soltar o pêndulo para oscilar, quando o corpo passar pelo ponto B, sua velocidade será máxima, portanto, energia cinética máxima. No gráfico de barras, o aluno verá que a energia cinética neste ponto corresponde à energia total.

O movimento irá continuar até que as energia cinética e potencial gravitacional comecem a ser transformadas em outras formas de energia, como por exemplo, energia térmica, que se dissipa no ar, devido à resistência do ar, devido ao atrito entre a massa e o ar. Entretanto, a energia total inicial irá se manter, mesmo que o pêndulo chegue a parar.

Após os esclarecimentos, reitere as formulações matemáticas das energias e solicite que os alunos podem contextualizar os simuladores com exemplos do cotidiano.

4.8 Aula 8

- tempo: 50min.

Nesta aula será aplicada uma avaliação quantitativa, tendo como instrumento de avaliação a observação direta, ou seja, verificar como a classe como um todo responde e apresenta ideias para a resolução da situação-problema apresentando-se um quarto simulador, 2.12, para ser resolvido em sala.

Apresente o simulador e descreva a situação-problema. O objetivo é determinar qual a distância percorrida por Billy no trecho horizontal, aplicando as relações matemáticas e os conceitos de energia.

Já no início do simulador, observa-se a posição em que se encontra Billy, no topo de uma colina. Algumas questões podem ser apresentadas aqui para incentivar a participação dos alunos na resolução. Por exemplo:

1. Quais são as formas de energia presentes durante todo o movimento?
2. Como essas energias se interagem, ou seja, elas são transformadas ou dissipadas em quais formas de energia?
3. A energia cinética na base da colina possui valor igual ou diferente da energia potencial gravitacional no topo da colina? Se não, o que ocorreu com a diferença dos valores dessa energia?
4. O que se pode dizer da energia cinética no trajeto horizontal? Ocorrerá modificação?

Em seguida, solicite que algum aluno venha à lousa para auxiliar na resolução. Pela conservação de energia, o aluno terá que levar em consideração o trabalho W da força de atrito, que irá dissipar parte desta energia inicial. Pelo simples fato de observarem no

texto da figura que existe o atrito, os alunos possuem a ideia de que parte da energia inicial irá ser dissipada. Relembre que esta situação do rapaz descer o trenó pela colina, tendo parte de sua energia dissipada, e atingir a base com uma determinada energia cinética está relacionada com o movimento oscilatório do pêndulo quando se submete a ação de um trabalho resistivo.

Caso necessário, retorne a alguns conceitos e à conservação de energia. Os alunos estão elaborando e construindo seus pensamentos para a aquisição de conhecimento. É importante que eles tenham a liberdade mas que sigam orientados no sentido de obter um resultado satisfatório.

4.8.1 Cuidados

Fique atento para os procedimentos matemáticos. Nesta hora observa-se claramente algumas confusões com as passagens matemáticas. Oriente, sempre que possível, que o aluno observe, reflita, analise e apresente propostas para resolução. Alguns alunos sentem pressa em resolver.

4.9 Aula 9

- tempo: 50min.

Esta aula fecha a etapa 4, da avaliação. Aplique dois questionário com questões de múltipla escolha e questões abertas. O primeiro questionário, qualitativo, é voltado para observar e aferir se os conceitos desenvolvidos durante a SD estão compreendidos e memorizados pelos alunos. Trata-se de um questionário de conhecimento adquirido e está disponibilizado no apêndice A.2.

Já o segundo questionário, caso deseje, será para avaliar como foi a recepção do aluno para este tipo de atividade com simuladores. Este questionário é importante para que o professor tenha informações para modificar, adaptar ou mesmo reestruturar sua atividade de ensino.

Apêndice A

Questionários

A.1 Conhecimento Prévio

1. Da ideia de energia que você tem, de sua vivência, a energia é encontrada apenas em coisas vivas?

Resposta:

2. Quais são as fontes de energia que você conhece?

Resposta:

3. A eletricidade que flui, que percorre fios é fornecida por geradores de eletricidade.

() verdadeira

() falsa

4. Você poderia fornecer dois exemplos de situações em que se observa ou presencia uma forma de energia envolvida?

Resposta:

5. Toda energia é criada a partir do resultado de uma ação, de uma atividade.

() verdadeira

() falsa

6. A gasolina é uma forma de energia.

() verdadeira

() falsa

7. Durante uma discussão sobre energia, Ricardo comentou que alimentos, gasolina e o Sol são formas de energia presentes no cotidiano. Paula não concordou com o comentário feito por Ricardo. E você concorda com quem? Comente sua posição.

Resposta:

8. Sempre que uma forma de energia é utilizada, ela poderá ser totalmente transformada em outra forma de energia.

() verdadeira

() falsa

9. Você poderia explicar, por meio de um exemplo, de que maneira uma forma de energia poderia ser transformada em outras formas de energia?

Resposta:

A.2 Conhecimento Adquirido

1. Por qual razão ou princípio físico pode-se afirmar que qualquer substância que possua massa possui energia?

2. Como você poderia diferenciar fontes de energia de formas de energia?

3. Poderia explicar como aproveitar a energia mecânica de uma substância para transformá-la utilizá-la como energia térmica?

4. Como explicar, utilizando um exemplo, a transformação da energia solar em energia térmica?

5. Você imagina que todas formas de energia podem ser utilizadas sempre para nosso conforto? Explique.

6. (Adaptado da UFC¹) Uma indústria consome 2×10^6 kWh de energia elétrica por mês. Suponha que essa indústria consiga converter toda essa energia elétrica em massa, de acordo com a relação de Einstein. Qual seria a massa, em gramas, necessária para ser equivalente à energia elétrica consumida durante um mês? Dados: $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$, velocidade da luz $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

a. 8000.

b. 80.

c. 8.

d. 0,08.

e. 0,008.

7. (Adaptado do ENEM) Sabe-se que a energia de um fóton é proporcional à sua frequência, como mostra a tabela a seguir.

Analisando os dados fornecidos da tabela, pode-se afirmar que:

a. a energia do fóton de luz infravermelha (infrared) é maior que a energia do fóton

¹Universidade Federal do Ceará.

Tipo de radiação	Range de frequência
raios gama	$10^{20} - 10^{24}$
raios X	$10^{17} - 10^{20}$
visível	$4 \times 10^{14} - 7 \times 10^{14}$
infravermelho	$10^{13} - 10^{14}$
ondas de rádio	$10^3 - 7 \times 10^{11}$

Tabela A.1: A tabela mostra a relação entre a forma de radiação e seu respectivo range de frequência.

de raios X.

b. a energia do fóton de luz ultravioleta é menor que a energia do fóton de micro-ondas.

c. a energia do fóton da luz visível é sempre menor que a energia do fóton de raios X.

d. todas energias dos fótons da luz visível são iguais pois as velocidades são iguais.

Apêndice B

A Evolução do Conceito de Energia

1. Contribuições da Termodinâmica¹

Depois de estabelecida a conservação da energia expressa na primeira lei da termodinâmica pela formulação do conceito de “energia interna”, os investigadores procuraram expressar sob a forma de outra lei uma proibição existente na natureza: a irreversibilidades dos fenômenos espontâneos. Lorde Kelvin (1824-1907), matemático e físico inglês, já havia contribuído para a formulação do paradoxo da reversibilidade e da concepção da morte térmica do universo, quando em um enunciado para a segunda lei da termodinâmica “proíbe” a transformação de calor integralmente em trabalho. Pouco antes, em 1850, Clausius procurou expressar de maneira mais simples esta segunda lei afirmando apenas que o calor sempre deverá passar dos corpos mais quentes para os mais frios, afirmando que o contrário não ocorreria de forma espontânea na natureza. Quinze anos depois o próprio Clausius estabelece outro enunciado para a 2^a lei afirmando que a entropia² de um sistema isolado só pode aumentar ou permanecer constante.

A segunda lei da termodinâmica terá, portanto, diferentes enunciados, todos tentando expressar o fato de que na natureza há uma busca pelo equilíbrio térmico e que este movimento estabelece um certo sentido temporal para a ocorrência dos fenômenos.

Desta forma, em 1872, o físico estatístico austríaco Ludwig Edward Boltzmann (1844-1906) formula outro enunciado para a segunda lei afirmando que em qualquer sistema físico, a tendência natural é o aumento da desordem; o restabelecimento da ordem só é possível mediante o dispêndio de energia. Boltzmann estabelecia que a desordem é uma grandeza termodinâmica fundamental e que a tendência dos fenômenos naturais à irreversibilidade e à degradação era resultado de uma maior probabilidade estatística.

Foi devido ao trabalho de Boltzmann (pai da mecânica estatística) em conjunto com o de James Clerk Maxwell (1831-1879) que foi estabelecida a Teoria Cinética dos Gases que

¹Texto adaptado de Bucussi, A.A. Introdução ao Conceito de Energia. Textos de apoio ao professor de Física. IF/UFRGS. V.17, n.3, 2006.

²Entropia é um termo derivado do grego e significa transformação, matematicamente esta grandeza física é definida por $S = Q/T$ e sua variação por $\Delta S = \Delta Q/T$. A entropia de um sistema tende a aumentar com o recebimento de energia e diminuir com a dissipação de energia.

explicava microscopicamente os fenômenos termodinâmicos mesmo antes da descoberta do átomo. As contribuições de Maxwell foram ainda de grande relevância para a Teoria Eletromagnética.

Ainda em 1906, **Hernann Walther Nernst** (1864-1941) propõe a terceira lei da termodinâmica afirmando não ser possível, por nenhuma série finita de processos, a temperatura de zero kelvin (o zero absoluto). Mesmo que se atinja um estado de ordem absoluta das partículas, isto não significará a inexistência absoluta de movimento, pois continuará existindo uma energia residual, que por não causar desordem, não tem como se transferir sob a forma de calor, e conseqüentemente, não será eliminada.

2 Contribuições da Teoria Eletromagnética

No século XIX, o estabelecimento da teoria eletromagnética abre espaço para considerações sobre a energia presente nos campos elétricos e magnéticos, e confirma a radiação como um novo processo de transferência de energia, sendo a luz uma onda eletromagnética. A conservação da energia no eletromagnetismo considerará que as variações de energia dos campos em uma determinada região do espaço será igual à radiação mais o trabalho realizado pelos campos sobre as cargas no interior desta região. Ou seja, um enunciado muito parecido com o da primeira lei da termodinâmica.

3 Contribuições da Física Moderna e Contemporânea

No início do século XX, o mundo microscópico começa a ser descortinado com maior profundidade, com isso se começa a questionar, por exemplo, de onde resulta a energia proveniente das reações nucleares? Há transformação de massa em energia ou elas continuam a se conservar de forma independente uma da outra?

A partir da Teoria da Relatividade de Albert Einstein (1879-1955), quando se introduz o conceito de equivalência entre massa e energia ($E = mc^2$), passa-se a acrescentar a massa de repouso no somatório de energias do princípio de conservação, considerando este um princípio mais amplo que pressupõe o princípio de conservação da massa.

O advento da Mecânica Quântica, através das contribuições de Max Planck (1858-1947) e Einstein, introduz as idéias de quantização da energia ($E = hf$), ressignificando novamente o conceito que passa a fazer parte, e de forma relevante, de um novo paradigma na ciência, o “quânticorelativista”.

Quisemos, até aqui, destacar a forma como se deu a emergência do conceito científico de energia, principalmente no que se refere às suas relações com fenômenos mecânicos e termodinâmicos. Ainda tentamos ilustrar como este conceito se manteve presente no arcabouço teórico da ciência mesmo após grandes reestruturações. O importante papel do conceito de energia na estrutura teórica de campos de estudo como o das ondas, da eletricidade, do magnetismo e da física moderna e contemporânea é inequívoco. Contudo, no lugar de aprofundarmos a análise destas contribuições vamos agora dar continuidade a este trabalho analisando um pouco melhor quais são as principais implicações para o ensino de ciências que este tipo de abordagem histórico-conceitual pode oferecer.