

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA (MNPEF)

THAYNARA MAYANE FERNANDES DE SOUZA

PRODUTO EDUCACIONAL

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UM SIMULADOR EM
HTML/JAVASCRIPT DE UM PÊNDULO SIMPLES**

Thaynara Mayane Fernandes de Souza

Orientador: **Prof. Dr. Tibério Magno de Lima Alves**

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UM SIMULADOR EM HTML/JAVASCRIPT DE UM PÊNDULO SIMPLES, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 10 – IFRN, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	5
2. PRODUTO EDUCACIONAL	6
2.1 O simulador	6
3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA	12
3.1 Organizações das aulas	12
3.2 Desenvolvimentos dos momentos	13

1. APRESENTAÇÃO

Este trabalho consiste na apresentação de um produto educacional, o qual a construção e a execução do mesmo são baseadas em um conjunto de simulações feitas em linguagem Javascript e HTML versão 5, com o intuito de abordar e desenvolver os conceitos de física que estão presentes no pêndulo (ou movimento do pêndulo). Em decorrência dessa proposta, surge uma sequência didática, pautada na aplicação e coleta de dados sobre o produto. Essa intervenção pode ser realizada em um laboratório didático ou tão somente nas salas de aulas. Assim, surge uma sequência didática como proposta de aplicação e de coleta de dados do produto.

Com isso, o produto abordará os conceitos sobre as oscilações que envolvem os movimentos dos pêndulos, o período, a frequência, as forças atuantes e a relação das energias. Sendo distribuído e organizado em uma sequência didática de 9 aulas.

Baseado no que está sendo proposto, busca-se com o uso de simuladores aliado às atividades teóricas, os quais apresentam a resolução de questões, potencializar o ensino dos conceitos de física envolvendo o estudo do pêndulo, diminuindo a abstração gráfica.

Esperamos desse modo, despertar no aluno, com o auxílio do professor, a sua percepção e a sua capacidade em desenvolver os conhecimentos científicos.

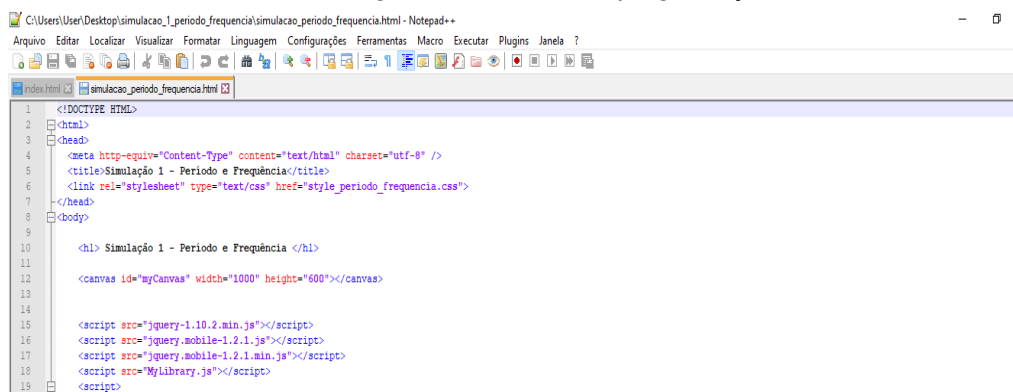
2. PRODUTO EDUCACIONAL

2.1 O simulador

As simulações foram construídas em linguagem Javascript e HTML versão 5. Essa ferramenta foi elaborada com a função de auxiliar na aprendizagem, facilitando o acesso a situações vistas de maneira prática. Será utilizada em ambientes com recursos de multimídia, no qual o professor tem acesso ao mesmo e irá manusear o simulador não dependendo da necessidade de um laboratório no ambiente escolar para atender a demanda de turmas com um elevado número de alunos.

Na elaboração dos simuladores educacionais foi utilizado a linguagem de programação do "Javascript" na HTML versão 5 com o editor *Notepad ++*. Utilizamos do elemento tag Canvas para a montagem das formas geográficas (quadrados. Círculos, etc.) e inserir imagens e alguns caracteres necessários para a realização das simulações. Na figura abaixo, apresento a página da programação dos simuladores.

Figura 1: ambiente de programação



O simulador pode ser acessado através desse link <file:///C:/Users/User/Desktop/Mestrado/index.html> e tendo como a opção de escolher qual simulação utilizar em cada momento de aula:

- Simulação 1: Período e frequência;
- Simulação 2: Forças no pêndulo;
- Simulação 3: Energias



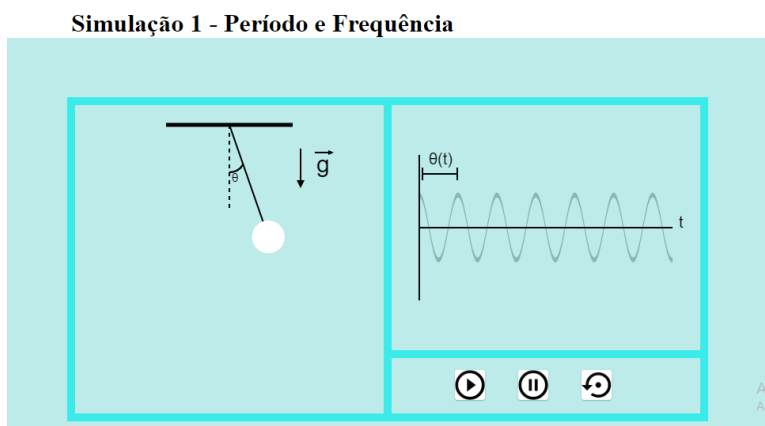
Escolha uma das simulações por meio dos links.

[Simulação 1 - Período e Frequência](#)

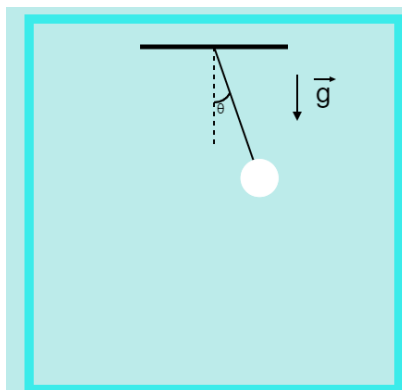
[Simulação 2 - Forças no Pêndulo](#)

[Simulação 3 - Energias](#)

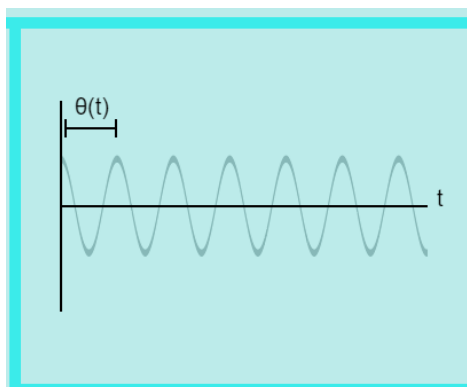
Foram construídos três simuladores. O primeiro aborda o período e a frequência que está dividido em três campos: campo da simulação, o campo do gráfico período e frequência e o campo dos botões de manuseio.



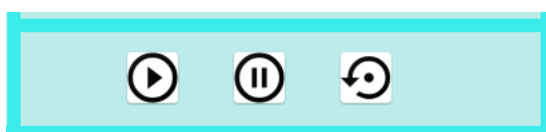
O campo da simulação corresponde ao quadrado maior no lado direito onde observa-se o pêndulo em movimento. Nessa região, antes do movimento, são exibidos uma barra fixa, um fio de massa desprezível, uma partícula de massa desprezível, o ângulo formado quando gera algum movimento na simulação e a representação da indicação da existência da gravidade. O movimento é iniciado, aumenta a velocidade da oscilação, pausa do movimento e o retorno dele são acionados pelos botões de manuseio.



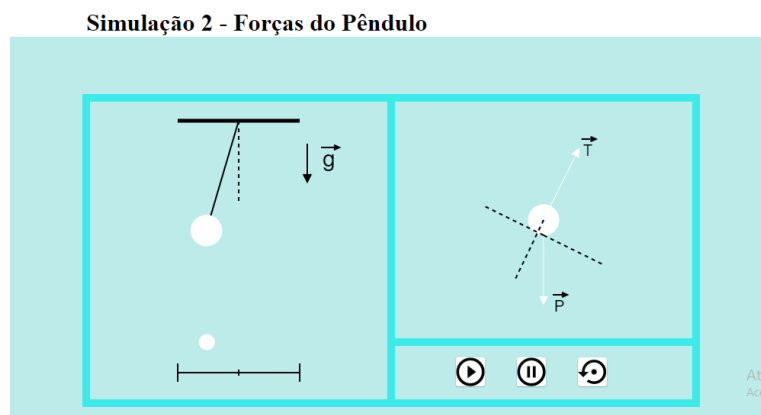
Após cada oscilação, no campo da simulação, surgirá uma onda no canto superior esquerdo que é a visualização gráfica do período e da frequência que são formadas após oscilações completas ou não a depender do movimento gerado em função do tempo.



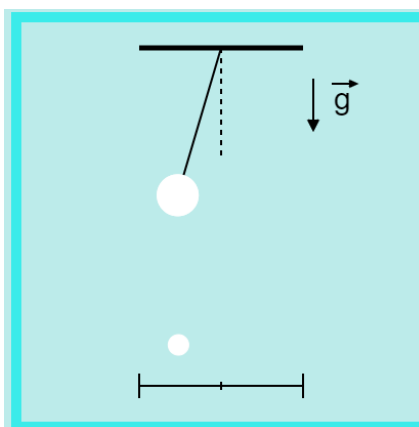
O campo inferior, do lado esquerdo, corresponde à área em que estão contidos os botões controladores do movimento, o primeiro botão do lado direito é o de iniciar o movimento, o do meio corresponde a pausar ou finalizar o movimento e o último do canto esquerdo serve para reiniciar o movimento. A cada clique que é dado no botão iniciar, a velocidade do movimento é aumentada e observado um movimento mais rápido de oscilação.



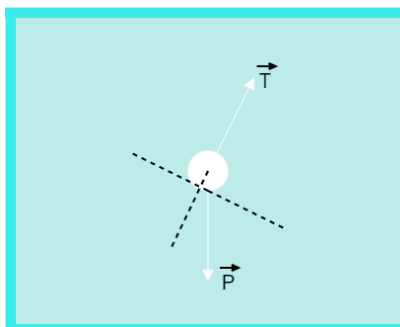
Na simulação dois corresponde às forças atuantes no pêndulo, o simulador está dividido em três campos: campo das simulações, campo do diagrama das forças e o campo dos botões.



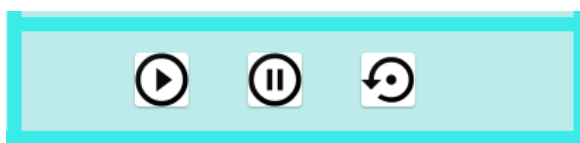
O campo da simulação corresponde ao quadrado maior do lado direito onde se observa o pêndulo em movimento assim como também a relação com o Movimento Harmônico Simples (MHS). Nessa região antes de iniciar a oscilação é possível observar uma barra fixa, um fio e uma partícula de massas desprezíveis que corresponde ao pêndulo, já no canto inferior da simulação a barra corresponde a relação do MHS. No momento que o pêndulo varia, ou seja, realiza uma oscilação a bolinha vai se movimentar sobre a barra indicando a relação com o MHS.



Após cada oscilação surgirá um diagrama de forças no campo superior do lado esquerdo da simulação a qual se observa a força peso, força de tração e a decomposição das forças que vai mudando proporcionalmente com a oscilação.

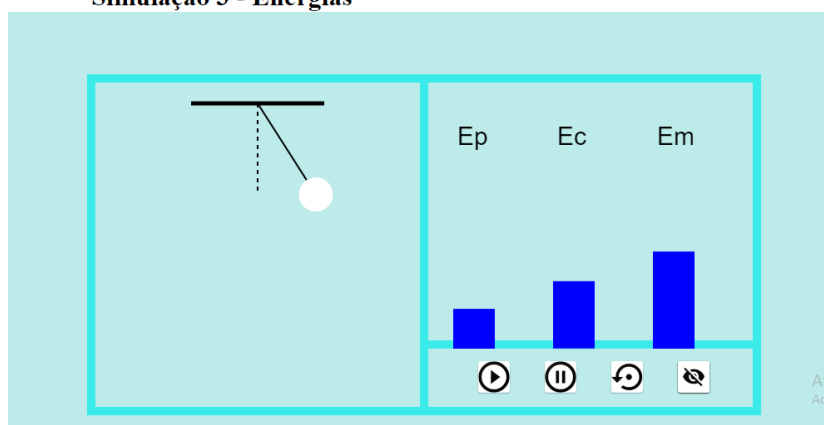


O campo inferior do lado esquerdo corresponde à área em que estão contidos os botões controladores do movimento. O primeiro botão do lado direito é o de iniciar o movimento, o do meio corresponde a pausar ou finalizar o movimento e o último do canto esquerdo serve para reiniciar o movimento. A cada clique que é dado no botão iniciar, a velocidade do movimento é aumentada e observado um movimento mais rápido de oscilação.



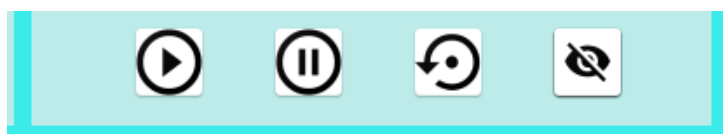
A terceira simulação está organizada em três campos: campo da simulação, campo dos gráficos das energias e campo dos botões de comando da simulação.

Simulação 3 - Energias

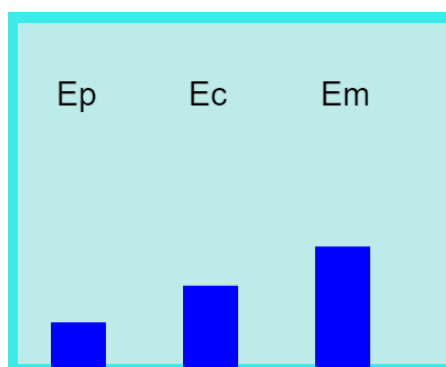


O campo da simulação condiz com a área da direita o quadrado maior. Nessa região é exibido o pêndulo formado por uma barra fixa, um fio e uma partícula

de massas desprezíveis. Esta partícula se movimenta de acordo com o comando que é dado através dos botões localizados na parte inferior do lado esquerdo, sendo o primeiro botão, da esquerda para a direita, caracterizado para dar play na oscilação na simulação, o botão do lado é o de pausar ou encerrar a oscilação, o terceiro botão convém a reiniciar o movimento e o último botão do lado esquerdo caracteriza-se para omitir as letras que representam os tipos de energias que ajuda nos questionamentos a ser feito aos alunos.



No quadrado abaixo dos botões, estão presentes os gráficos das energias: energia potencial (E_p), energia cinética (E_c) e energia mecânica (E_m), formados por barras que vão variar de acordo com as oscilações. Nessa região é exibida uma relação das energias com a oscilação, na medida em que aumenta a barra representante da energia o gráfico nos mostra que possui um maior tipo de energia no determinado ponto da oscilação, assim, quando a barra diminui temos uma menor energia.



3. ,SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nas simulações o docente poderá abordar os seguintes conteúdos:

Na simulação I

- Período
- Frequência

Na simulação II

- Força peso
- Força de tração
- Decomposição das forças
- Movimento Harmônico Simples (MHS)

Na Simulação III

- Energia cinética
- Energia potencial gravitacional
- Energia mecânica

Para todas as simulações, iremos trabalhar com o movimento oscilatório exemplificado no pêndulo que é formado por um fio de massa desprezível e inextensível capaz de fazer oscilações em torno de uma posição fixa e uma partícula de massa puntiforme presa em uma das extremidades desse fio.

3.1 Organizações das aulas

Esta sequência didática engloba uma organização de seis momentos executados junto aos alunos.

Momentos	Tempo estimado	Recurso utilizado	Procediment o metodológico
1º	1 aula de 50 minutos.	-Questionário pré-teste; -Multimídia; -PowerPoint;	Aplicação do questionário pré-teste e explanação do conteúdo, discussão e problematização.

2º	2 aulas de 50 minutos.	-Simulador; - Multimídias.	Aplicação do simulador I.
3º	2 aulas de 50 minutos.	-Simulador; - Multimídias.	Aplicação do simulador II.
4º	2 aulas de 50 minutos.	-Simulador; - Multimídias.	Aplicação do simulador III.
5º	2 aulas de 50 minutos.	Material impresso	Avaliação

3.2 Desenvolvimentos dos momentos

1º momento

Duração: 1 aula de 50 minutos.

Objetivos

- Identificar o entendimento dos estudantes em relação às oscilações: Pêndulo simples;
- Reconhecer os fenômenos que envolvem as oscilações dos pêndulos.

Metodologia

No primeiro momento, sugere-se ao professor que seja realizada uma explanação do conteúdo que será apresentado questionando os educandos com algumas situações que estão propostas abaixo relacionadas ao movimento oscilatório (pêndulo).

Questionário 1

1. O movimento dos corpos é estudado por meio da cinemática e da dinâmica. O que você compreende por movimento oscilatório?

2. O pêndulo simples é um instrumento usado na física, em estudo de força, peso e movimento oscilatório. Você conseguiria definir o que são pêndulos (podendo ser representado por desenho)?

3. Consegue detectar algum exemplo de movimento oscilatório (pêndulo simples) no seu dia-a-dia? Se sim, quais?

4. Durante a oscilação do pêndulo simples podemos dizer que existe uma transformação de energia. Defina as energias abaixo:

a) Energia Potencial Gravitacional (EPG)

b) Energia Mecânica (EM)

c) Energia Cinética (EC)

2º momento

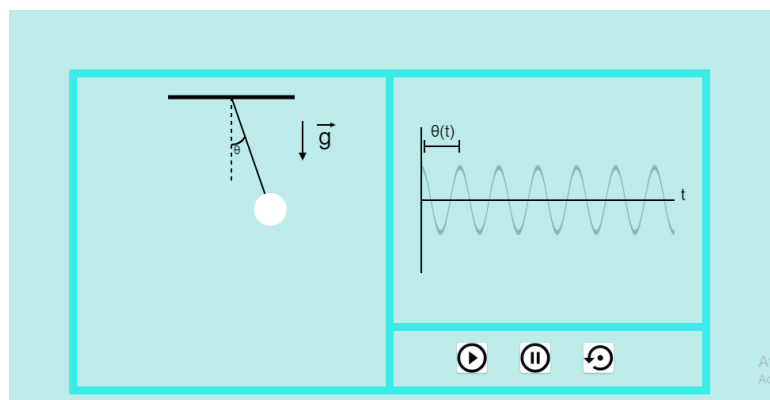
Duração: 2 aulas de 50 minutos.

Objetivos

- Realizar movimentos oscilatórios;
- Utilizar o simulador I (Período e Frequência)

Metodologia

No segundo momento, há uma proposta de aula expositiva utilizando o simulador 1 para abordar a frequência e o período dos objetos através da oscilação do pêndulo.



O pêndulo simples é um sistema mecânico que consiste em uma massa puntiforme, ou seja, um corpo com dimensões insignificantes, presa a um fio de massa desprezível e inextensível capaz de oscilar em torno de uma posição de equilíbrio. Sabendo disso, mostre com o simulador que o pêndulo em movimento oscila de um lado para o outro e volta ao ponto de partida, isso é o que podemos chamar de um ciclo ou vibração completa.

O período de um pêndulo é o tempo que ele gasta em uma oscilação completa. Até os dias atuais, o pêndulo é utilizado em relógios de pêndulo, tendo essa oscilação característica para marcação do tempo. Independente da massa do corpo utilizado no pêndulo, o período pode ser calculado por:

$$T = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Onde:

T – Período (s)

l – comprimento do fio (m)

g – campo gravitacional (m/s^2)

3º momento

Duração: 2 aulas de 50 minutos.

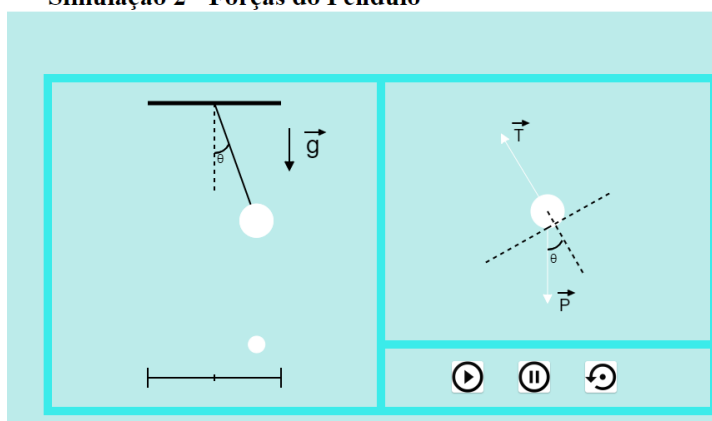
Objetivos

- Conceituar as forças presentes na simulação;
- Explicar a decomposição das forças;
- Relacionar com a Lei de Newton;
- Força centrípeta
- Manusear o simulador II (Forças).

Metodologia

Em um terceiro momento, com os alunos, serão ministradas aulas utilizando o segundo simulador com o objetivo de explicar cientificamente as forças que constituem o movimento do pêndulo simples e relações matemáticas aplicando a segunda Lei de Newton.

Simulação 2 - Forças do Pêndulo



Observando o ponteiro de um relógio analógico, percebe-se que eles são equilibrados em um ponto e possuem tamanhos fixos. O ponteiro da hora demora 12 horas para completar uma volta, o dos minutos demora 60 minutos e o dos segundos, 3600 segundos para completar a sua volta. Seguindo este exemplo e comparando com o movimento apresentado no simulador. Responda:

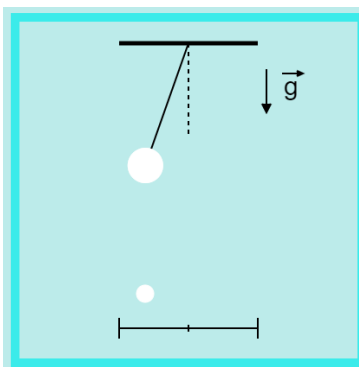
1. No movimento oscilatório é possível observar alguma força atuante? Explique

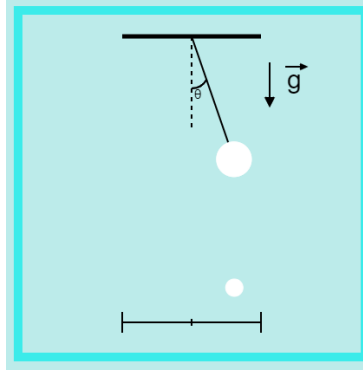
2. Existe força de atrito nessa situação?

3. A resistência do ar pode ser desprezada no movimento oscilatório?

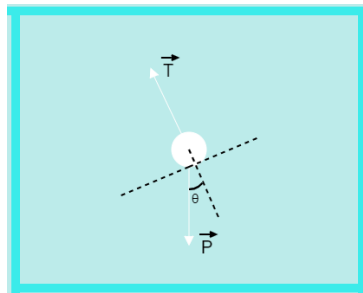
4. A força-peso e a força de tração elas se anulam quando o pêndulo se encontra em repouso?

Posterior aos questionamentos, inicia-se a utilização do simulador, como também, a explicação dos conteúdos envolvendo o que está sendo estudado. Desta forma apresenta-se aos alunos o simulador em oscilação e observar os pontos mais altos da trajetória, sendo importante notar que, despreza-se a dissipação de energia e o pêndulo oscila no mesmo ângulo para ambos os lados como mostrado nas figuras abaixo:





Em um ponto genérico, ou seja, escolhido no momento da aula, pode-se observar no quadro ao lado da simulação o esboço do diagrama das forças.



O peso foi decomposto nos eixos radial e tangencial do movimento. Como o movimento é sempre curvilíneo, deve haver uma força centrípeta na direção radial no sentido do centro da trajetória. Assim:

$$T - P_X = F_{ct}$$

A componente X do peso exerce o papel de força tangencial, que pela segunda Lei de Newton, pode ser escrita como o produto da aceleração tangencial pela massa:

$$P_X = F_t = a_t \cdot m$$

No ponto mais alto da trajetória do pêndulo, o móvel está invertendo o sentido do movimento e, portanto, a energia mecânica é puramente a energia potencial gravitacional, pois a energia cinética é nula.

Sabendo que

$$F_{cp} = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

Conclui-se que a força centrípeta também será nula. Assim,

$$T - P_y = F_{cp} = 0$$

$$T = P_y = p \cdot \cos\theta$$

E, novamente

$$P_x = p \cdot \sin\theta = F_t = a_t \cdot m$$

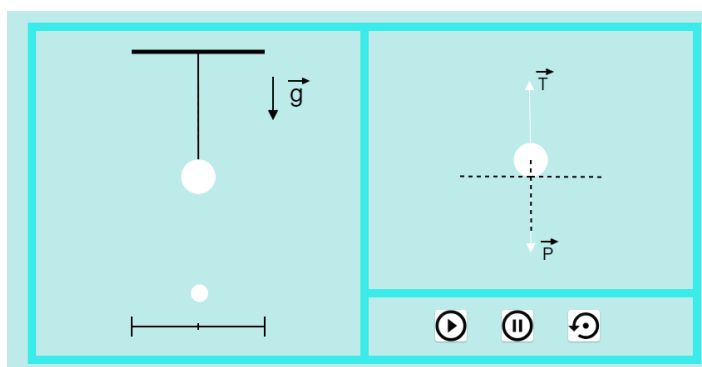
Ponto mais baixo deixa de existir a componente x do peso

$$(P_y = P, P_x = 0, \theta = 0)$$

Assim, no instante em que ele passa pelo ponto mais baixo, do gráfico apresentado na figura a seguir, não há força tangencial. Esse instante também é o de mais tração no fio e de maior velocidade do móvel.

$$T - P = F_{cp}$$

$$a_t = 0$$



4º momento

Duração: 2 aulas de 50 minutos.

Objetivos

- Conceituar as energias envolvidas no pêndulo simples.
- Manusear a simulação III (As energias)

Metodologia

Neste momento, trago como sugestão uma breve retomada com os conceitos das energias, questionando os alunos a cerca de:

- Lembra dos tipos das energias?
- Como se caracterizam?

Diante dos questionamentos, começa-se a abordagem dos tipos de energias envolvidas no movimento oscilatório do pêndulo simples, pois já devem ter visto o conteúdo dos tipos de energias a serem trabalhadas com a utilização do simulador.

Uma das energias a serem abordadas com o simulador do movimento oscilatório do pêndulo é a energia cinética que é a energia associada ao movimento dos corpos, ou seja, qualquer corpo em movimento é capaz de realizar trabalho, logo, possui energia, que nesse caso é denominada de cinética, a qual podemos observar no movimento oscilatório do pêndulo no simulador. A unidade no sistema internacional é Joule (J) e pode ser calculada mediante a seguinte expressão para energia cinética:

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

Onde:

Ec: energia cinética, também pode ser representada pela letra K (J)

m: massa do corpo (kg)

v: velocidade do corpo (m/s)

A partir disso, conclui-se que se duplicarmos, a massa de um corpo a sua energia cinética também irá duplicar se mantivermos sua velocidade. Por outro lado, quando a velocidade for duplicada por estar elevada ao quadrado a sua energia cinética será quadruplicada e sua massa permanece constante. Relacionando, assim, ao movimento do simulador no qual se consegue aumentar a velocidade clicando mais de uma vez no botão de play.

Aplicando ainda as energias envolvidas no pêndulo simples, surge a energia potencial gravitacional, que é medida pelo trabalho realizado pelo seu peso para ir de uma posição (mais elevada) à outra (mais abaixo), que é visto no movimento de vem e vai do pêndulo da simulação. Assim, é necessário aplicar uma força externa para elevar esse objeto a massa desprezível do pêndulo até uma determinada altura no ponto mais alto que pode ser observado no simulador a partícula que tem maior energia potencial, pois quando a partícula liberada desce sua energia a qual será convertida em energia cinética, pois entrou em movimento e quando o corpo está em movimento a energia transformada em energia cinética.

Portanto, a energia potencial gravitacional da partícula observada no simulador está associada com a sua posição, com a sua massa e com a força gravitacional. A força da gravidade varia com a altura, assim considera-se a aceleração da gravidade na Terra de $9,8 \text{ N/Kg}$ que possui uma variação pequena que pode ser considerada como sendo uma constante.

Então podemos assim calcular esta energia potencial gravitacional da seguinte maneira:

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

Onde:

E_{pg} - Energia potencial gravitacional (J)

m – Massa (kg)

g – gravidade (N/Kg)

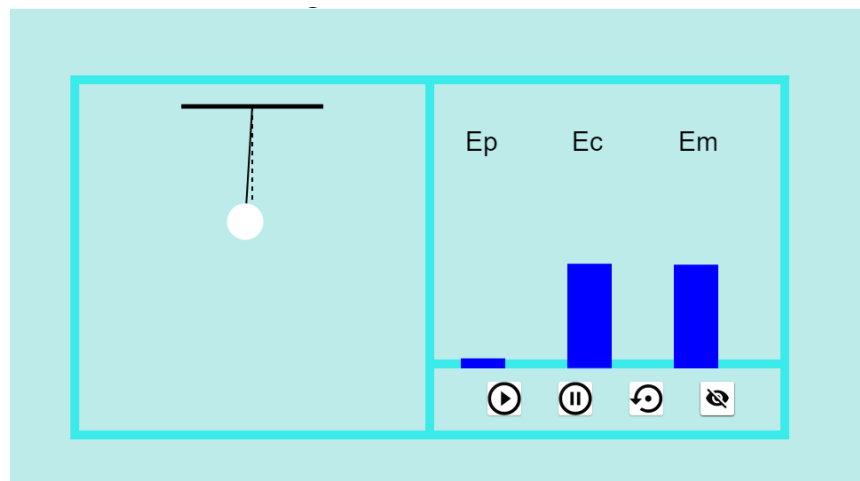
h - Altura (m)

Para, concluirmos, os tipos de energias que possui no movimento oscilatório do pêndulo, trago a energia mecânica que é produzida pelo trabalho de um corpo que pode ser transferida entre os corpos. A energia mecânica corresponde ao somatório da energia cinética, produzido pelo movimento da partícula, com a energia potencial gravitacional, produzida pela posição da partícula em relação a um referencial da simulação.

Então, podemos calcular da seguinte maneira:

$$E_m = E_c + E_{pg}$$

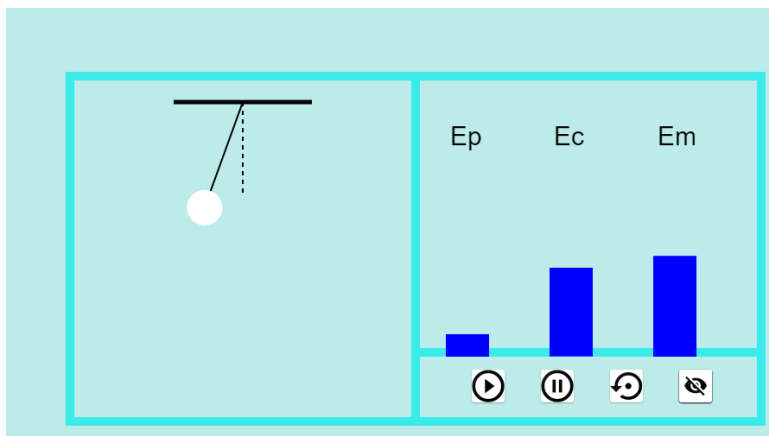
Trago como sugestão apresentar a simulação sem apertar no botão de aparecer às letras que abreviam os tipos de energias e introduzindo com um questionamento aos alunos:



1. Qual a energia que permanece constante durante a oscilação?
2. Quais são as energias que ficam variando na oscilação entre máximas e mínimas?

Segue-se explicando aos alunos o que ocorre nas oscilações, que durante o movimento do pêndulo simples, temos três tipos de energias envolvidas no pêndulo

simples, sendo elas: energia mecânica, energia potencial gravitacional e energia cinética. Desta forma colocar os alunos para perceber que umas dessas energias ficam constantes e outras duas ficam oscilando.



Trata-se de um sistema de conservação e a energia mecânica advém de um sistema isolado (naquele em que não há atrito) baseado nas forças conservativas (que conserva a energia mecânica do sistema), sua resultante permanecerá constante. Ou seja, a energia mecânica da partícula será constante, uma vez que a mudança ocorrerá somente na modalidade de energia e não o seu valor.

5º momento

Duração: 2 aulas de 50 minutos.

Objetivos

- Avaliar

Metodologia

Sugere-se ao professor que faça uma avaliação final para que busque verificar a aprendizagem dos alunos e se eles conseguiram assimilar os conceitos físicos das simulações realizadas.

Questionário de avaliação

- 1 O tempo necessário para voltar à posição inicial é denominado de que?

- 2 O período do pêndulo depende da massa do objeto?

3 Qual a relação da frequência com o movimento do pêndulo?

4 Usando o simulador, qual o período e a frequência de um pêndulo simples que tem comprimento de 0,25m (Considerando $g=9,8 \text{ N/Kg}$

5 Pensando em um pêndulo oscilando em um local que possui aceleração igual a 16 N/Kg , determine o período de oscilação de um pêndulo simples que possui comprimento de 3 metros.

Dados: $\pi = 3,14$

6 Quais as relações das energias presentes no movimento do pêndulo?

Este questionário tem como objetivo saber a sua opinião em relação às aulas com a utilização do simulador. Sua colaboração é de grande importância, pois com suas respostas, o professor terá condições de avaliar suas necessidades e desejos,

para o aperfeiçoamento de sua aprendizagem. É de grande valia a franqueza nas respostas para que o professor possa aperfeiçoar o nível de suas aulas.

O referido questionário servirá também de subsídios na minha dissertação de mestrado intitulada “DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UM SIMULADOR DO PÊNDULO SIMPLES PARA O ENSINO DE MECÂNICA.”

Quadro 2 : Avaliação da utilização de simuladores

Avaliação sobre a utilização de simuladores como recursos didáticos no ensino de Física.	Excelente	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
1. Promove a compreensão de conceitos e a aplicação destes em situações concretas?					
2. Relacionar a teoria com a simulação, promove sua compreensão?					
3. Torna os fenômenos físicos mais próximos do real por meio da simulação?					
4. Estimula a observação a partir das leis da Física pelo uso do simulador em situações do dia-a-dia?					
5. Corroborou com os fatos e princípios estudados anteriormente?					

O produto foi construindo a partir das linhas de programação abaixo.

```

1 //RETA ENTRE DOIS PONTOS
2 function linhareta(px1,py1,px2,py2,linha,cor){
3   ctx.beginPath();
4   ctx.moveTo(px1, py1);
5   ctx.lineTo(px2, py2);
6   ctx.lineWidth = linha;
7   ctx.strokeStyle = cor;
8   ctx.stroke();
9 }
10
11 function desenharSetaHorizontal(px1, py1, px2, py2, linha, cor){
12   linhareta(px1, py1, px2, py2, linha, cor);
13   ctx.beginPath();
14   ctx.moveTo(px2,py2-3);
15   ctx.lineTo(px2+7,py2);
16   ctx.lineTo(px2,py2+3);
17   ctx.fill();
18 }
19
20 function desenharSetaVertical(px1, py1, px2, py2, linha, cor){
21   linhareta(px1, py1, px2, py2, linha, cor);
22   ctx.beginPath();
23   ctx.moveTo(px2+5,py2);
24   ctx.lineTo(px2,py2+10);
25   ctx.lineTo(px2-5,py2);
26   ctx.fill();
27 }
28
29 //RETA ENTRE DOIS PONTOS ROTACIONADA
30 function linharetarotacao(px1,px2,py,linha,cor,rotacao,x0,y0){
31   ctx.save();

```

```

JS MyLibrary.js X
C:\Users> thayn > Downloads > Codigo-pendulo > Codigo-pendulo > simulacao_1_perodo_frequencia > JS MyLibrary.js > ...
32 ctx.translate(x0,y0);
33 ctx.rotate(rotacao*Math.PI/180);
34 ctx.translate(-x0,-y0);
35 //
36 ctx.beginPath();
37 ctx.moveTo(px1,py);
38 ctx.lineTo(px2,py);
39 ctx.lineWidth = linha;
40 ctx.strokeStyle = cor;
41 ctx.stroke();
42 //
43 ctx.restore();
44 }
45
46 // CIRCULO PREENCHIDO
47 function circuloPreenchido(px,py,raio,espessura,cor1,cor2){
48 ctx.beginPath();
49 ctx.arc(px,py,raio,0,2*Math.PI,true);
50 ctx.fillStyle = cor1;
51 ctx.fill();
52 ctx.lineWidth = espessura;
53 ctx.strokeStyle = cor2;
54 ctx.stroke();
55 }
56
57
58 // CIRCUNFERENCIA
59
60 function circunferencia(px,py,raio,espessura,cor){
61 ctx.beginPath();
62 ctx.arc(px, py,raio,0,2*Math.PI,true);

```

```

JS MyLibrary.js X
C:\Users> thayn > Downloads > Codigo-pendulo > Codigo-pendulo > simulacao_1_perodo_frequencia > JS MyLibrary.js > ...
62 ctx.arc(px, py,raio,0,2*Math.PI,true);
63 ctx.lineWidth = espessura;
64 ctx.strokeStyle = cor;
65 ctx.stroke();
66
67
68 }
69
70 // RETANGULO VAZADO
71 function retanguloVazado(x0,y0,w,h,linha,cor){
72 ctx.beginPath();
73 ctx.rect(x0, y0, w, h);
74 ctx.lineWidth = linha;
75 ctx.strokeStyle = cor;
76 ctx.stroke();
77 }
78
79 // LINHA PONTILHADA
80 function linhaPontilhada(x0,y0,comprimento,rotacao, cor){
81 var passo = 5;
82 ctx.save();
83 ctx.translate(x0,y0);
84 ctx.rotate(rotacao*Math.PI/180); // Entre com o valor em graus
85 ctx.translate(-x0,-y0);
86 //
87 ctx.beginPath();
88 for (i = 0; i<=comprimento; i++){
89 ctx.moveTo(x0 + 10*i, y0);
90 ctx.lineTo(x0+10*i+passo, y0);
91 }

```

```

JS MyLibrary.js X
C:\Users\thayn\Downloads\Codigo-pendulo\Codigo-pendulo\simulacao_1_periodo_frequencia > JS MyLibrary.js > linhapontilhada
85 ctx.translate(-x0,-y0);
86 //
87 ctx.beginPath();
88 for (i = 0; i<=comprimento; i++){
89   ctx.moveTo(x0 + 10*i, y0);
90   ctx.lineTo(x0+10*i+passo, y0);
91 }
92 ctx.lineWidth = 2;
93 ctx.strokeStyle = cor;
94 ctx.stroke();
95 //
96 ctx.restore();
97 }
98
99 function gerarTexto(posX, posY, font, nome, cor){
100   ctx.font = font;
101   ctx.fillStyle = cor;
102   ctx.fillText(nome, posX, posY);
103   ctx.stroke();
104 }
105
106

```

```

JS MyLibrary.js JS MyLibrary_forcas_pendulo.js X
C:\Users\thayn\Downloads\Codigo-pendulo\Codigo-pendulo\simulacao_2_forcas_pendulo > JS MyLibrary_forcas_pendulo.js > ...
1 //RETA ENTRE DOIS PONTOS
2 function linhareta(px1,py1,px2,py2,linha,cor){
3   ctx.beginPath();
4   ctx.moveTo(px1, py1);
5   ctx.lineTo(px2, py2);
6   ctx.lineWidth = linha;
7   ctx.strokeStyle = cor;
8   ctx.stroke();
9 }
10
11 function desenharSetaHorizontal(px1, py1, px2, py2, linha, cor){
12   linhareta(px1, py1, px2, py2, linha, cor);
13   ctx.beginPath();
14   ctx.moveTo(px2,py2-3);
15   ctx.lineTo(px2+7,py2);
16   ctx.lineTo(px2,py2+3);
17   ctx.fill();
18   ctx.strokeStyle = cor;
19   ctx.stroke();
20 }
21
22 function desenharSetaVerticalBaixo(px1, py1, px2, py2, linha, cor){
23   linhareta(px1, py1, px2, py2, linha, cor);
24   ctx.beginPath();
25   ctx.moveTo(px2+5,py2);
26   ctx.lineTo(px2,py2+10);
27   ctx.lineTo(px2-5,py2);
28   ctx.fill();
29   ctx.strokeStyle = cor;
30   ctx.stroke();
31 }

```

```

30 |   ctx.stroke();
31 | }
32 |
33 | function desenharSetaVerticalCima(px1, py1, px2, py2, linha, cor, rotacao){
34 |   console.log(cor);
35 |   linhareta(px1, py1, px2, py2, linha, cor);
36 |   ctx.save();
37 |   ctx.translate(px2,py2);
38 |   ctx.rotate(rotacao*Math.PI/180);
39 |   ctx.translate(-px2,-py2);
40 |   ctx.strokeStyle = cor;
41 |   ctx.fillStyle = cor;
42 |   ctx.beginPath();
43 |   ctx.moveTo(px2+5,py2);
44 |   ctx.lineTo(px2,py2-10);
45 |   ctx.lineTo(px2-5,py2);
46 |   ctx.fill();
47 |
48 |   ctx.stroke();
49 |   ctx.restore();
50 |   //
51 | }
52 |
53 | //RETA ENTRE DOIS PONTOS ROTACIONADA
54 | function linharetarotacao(px1,px2,py,linha,cor,rotacao,x0,y0){
55 |   ctx.save();
56 |   ctx.translate(x0,y0);
57 |   ctx.rotate(rotacao*Math.PI/180);
58 |   ctx.translate(-x0,-y0);
59 |   //
60 |   ctx.beginPath();

```

```

59 |   //
60 |   ctx.beginPath();
61 |   ctx.moveTo(px1,py);
62 |   ctx.lineTo(px2,py);
63 |   ctx.lineWidth = linha;
64 |   ctx.strokeStyle = cor;
65 |   ctx.stroke();
66 |   //
67 |   ctx.restore();
68 | }
69 |
70 | // CIRCULO PREENCHIDO
71 | function circuloPreenchido(px,py,raio,espessura,cor1,cor2){
72 |   ctx.beginPath();
73 |   ctx.arc(px,py,raio,0,2*Math.PI,true);
74 |   ctx.fillStyle = cor1;
75 |   ctx.fill();
76 |   ctx.lineWidth = espessura;
77 |   ctx.strokeStyle = cor2;
78 |   ctx.stroke();
79 | }
80 |
81 |
82 | // CIRCUNFERENCIA
83 |
84 | function circunferencia(px,py,raio,espessura,cor){
85 |   ctx.beginPath();
86 |   ctx.arc(px, py,raio,0,2*Math.PI,true);
87 |   ctx.lineWidth = espessura;
88 |   ctx.strokeStyle = cor;
89 |   ctx.stroke();

```

```

JS MyLibrary.js JS MyLibrary_forcas_pendolojs X
C:\Users> thajn > Downloads > Codigo-pendulo > Codigo-pendulo > simulacao_2_forcas_pendolo > JS MyLibrary_forcas_pendolojs > ...
108   ctx.strokeStyle = cor;
109   ctx.stroke();
110 }
111 //RETOANGULO VAZADO
112 function retangulovazado(x0,y0,w,h,linha,cor){
113   ctx.beginPath();
114   ctx.rect(x0, y0, w, h);
115   ctx.lineWidth = linha;
116   ctx.strokeStyle = cor;
117   ctx.stroke();
118 }
119 //LINHA PONTILHADA FRENTE
120 function linhaPontilhada(x0,y0,comprimento,rotacao, cor){
121   var passo = 5;
122   ctx.save();
123   ctx.translate(x0,y0);
124   ctx.rotate(rotacao*Math.PI/180); // Entre com o valor em graus
125   ctx.translate(-x0,-y0);
126   //
127   ctx.beginPath();
128   for (i = 0; i<comprimento; i++){
129     ctx.moveTo(x0 + 10*i, y0);
130     ctx.lineTo(x0+10*i+passo, y0);
131   }
132   ctx.lineWidth = 2;
133   ctx.strokeStyle = cor;
134   ctx.stroke();
135   //

```

```

JS MyLibrary.js JS MyLibrary_forcas_pendolojs X
C:\Users> thajn > Downloads > Codigo-pendulo > Codigo-pendulo > simulacao_2_forcas_pendolo > JS MyLibrary_forcas_pendolojs > ...
119   //
120   ctx.restore();
121 }
122 //LINHA PONTILHADA PARA FRENTE e PARA TRÁS
123 function linhaPontilhadaCompleta(x0,y0,comprimento,rotacao, cor){
124   var passo = 5;
125   ctx.save();
126   ctx.translate(x0,y0);
127   ctx.rotate(rotacao*Math.PI/180); // Entre com o valor em graus
128   ctx.translate(-x0,-y0);
129   //
130   ctx.beginPath();
131   for (i = 0; i<comprimento; i++){
132     ctx.moveTo(x0 + 10*i, y0);
133     ctx.lineTo(x0+10*i+passo, y0);
134   }
135   for (i = 0; i<comprimento; i++){
136     ctx.moveTo(x0 - 10*i, y0);
137     ctx.lineTo(x0-10*i-passo, y0);
138   }
139   ctx.lineWidth = 2;
140   ctx.strokeStyle = cor;
141   ctx.stroke();
142   //
143   ctx.restore();
144 }
145 function gerarTexto(posX, posY, font, nome, cor){
146   ctx.font = font;

```

```

JS MyLibrary.js JS MyLibrary_forcas_pendolojs X
C:\Users> thajn > Downloads > Codigo-pendulo > Codigo-pendulo > simulacao_2_forcas_pendolo > JS MyLibrary_forcas_pendolojs > ...
135   }
136   for (i = 0; i<comprimento; i++){
137     ctx.moveTo(x0 - 10*i, y0);
138     ctx.lineTo(x0-10*i-passo, y0);
139   }
140   ctx.lineWidth = 2;
141   ctx.strokeStyle = cor;
142   ctx.stroke();
143   //
144   ctx.restore();
145 }
146 function gerarTexto(posX, posY, font, nome, cor){
147   ctx.font = font;
148   ctx.fillStyle = cor;
149   ctx.fillText(nome, posX, posY);
150   ctx.stroke();
151 }
152 }
153 }
154 }

```

```

1  //RETA ENTRE DOIS PONTOS
2  function linhareta(px1,py1,px2,py2,linha,cor){
3      ctx.beginPath();
4      ctx.moveTo(px1, py1);
5      ctx.lineTo(px2, py2);
6      ctx.lineWidth = linha;
7      ctx.strokeStyle = cor;
8      ctx.stroke();
9  }
10
11 function desenharSetaHorizontal(px1, py1, px2, py2, linha, cor){
12     linhareta(px1, py1, px2, py2, linha, cor);
13     ctx.beginPath();
14     ctx.moveTo(px2,py2-3);
15     ctx.lineTo(px2+7,py2);
16     ctx.lineTo(px2,py2+3);
17     ctx.fill();
18 }
19
20 function desenharSetaVertical(px1, py1, px2, py2, linha, cor){
21     linhareta(px1, py1, px2, py2, linha, cor);
22     ctx.beginPath();
23     ctx.moveTo(px2+5,py2);
24     ctx.lineTo(px2,py2+10);
25     ctx.lineTo(px2-5,py2);
26     ctx.fill();
27 }
28
29 //RETA ENTRE DOIS PONTOS ROTACIONADA
30 function linharetarotacao(px1,px2,py,linha,cor,rotacao,x0,y0){
31     ctx.save();

```

```

31     ctx.save();
32     ctx.translate(x0,y0);
33     ctx.rotate(rotacao*Math.PI/180);
34     ctx.translate(-x0,-y0);
35     //
36     ctx.beginPath();
37     ctx.moveTo(px1,py);
38     ctx.lineTo(px2,py);
39     ctx.lineWidth = linha;
40     ctx.strokeStyle = cor;
41     ctx.stroke();
42     //
43     ctx.restore();
44 }
45
46 // CIRCULO PREENCHIDO
47 function circulo preenchido(px,py,raio,espessura,cor1,cor2){
48     ctx.beginPath();
49     ctx.arc(px,py,raio,0,2*Math.PI,true);
50     ctx.fillStyle = cor1;
51     ctx.fill();
52     ctx.lineWidth = espessura;
53     ctx.strokeStyle = cor2;
54     ctx.stroke();
55 }
56
57 // CIRCUNFERENCIA
58 function circunferencia(px,py,raio,espessura,cor){
59     ctx.beginPath();

```

```

JS MyLibrary.js JS MyLibrary_forcas_pendulo.js JS MyLibrary_energias.js X
C:\Users\thayn\Downloads\Codigo-pendulo\Codigo-pendulo\simulacao_3_energias> JS MyLibrary_energia.js > desenharSetaVertical

61     ctx.beginPath();
62     ctx.arc(px, py, raio, 0, 2*Math.PI, true);
63     ctx.lineWidth = espessura;
64     ctx.strokeStyle = cor;
65     ctx.stroke();
66
67 }
68
69
70 //RETANGULO VAZADO
71 function retanguloVazado(x0,y0,w,h,linha,cor){
72     ctx.beginPath();
73     ctx.rect(x0, y0, w, h);
74     ctx.lineWidth = linha;
75     ctx.strokeStyle = cor;
76     ctx.stroke();
77 }
78
79 //RETANGULO Preenchido
80 function retanguloPreenchido(x0,y0,w,h,linha,cor){
81     ctx.clearRect(x0, y0, w, h);
82     ctx.beginPath();
83     ctx.rect(x0, y0, w, h);
84     ctx.lineWidth = linha;
85     ctx.fillStyle = cor;
86     ctx.fill();
87     ctx.strokeStyle = cor;
88     ctx.stroke();
89 }
90

```

```

JS MyLibrary.js JS MyLibrary_forcas_pendulo.js JS MyLibrary_energias.js X
C:\Users\thayn\Downloads\Codigo-pendulo\Codigo-pendulo\simulacao_3_energias> JS MyLibrary_energia.js > desenharSetaVertical

90
91 //LINHA PONTILHADA
92 function linhaPontilhada(x0,y0,comprimento,rotacao, cor){
93     var passo = 5;
94     ctx.save();
95     ctx.translate(x0,y0);
96     ctx.rotate(rotacao*Math.PI/180); // Entre com o valor em graus
97     ctx.translate(-x0,-y0);
98     //
99     ctx.beginPath();
100    for (i = 0; i<=comprimento; i++){
101        ctx.moveTo(x0 + 10*i, y0);
102        ctx.lineTo(x0+10*i+passo, y0);
103    }
104    ctx.lineWidth = 2;
105    ctx.strokeStyle = cor;
106    ctx.stroke();
107    //
108    ctx.restore();
109 }
110
111 function gerarTexto(posX, posY, font, nome, cor){
112     ctx.font = font;
113     ctx.fillStyle = cor;
114     ctx.fillText(nome, posX, posY);
115     ctx.stroke();
116 }
117
118

```