

EXPERIMENTAÇÃO VIRTUAL DE MECÂNICA CLÁSSICA COM O PHET

Osmenyo Arnold Freitas Alves¹, Lázaro Luis de Lima Sousa²

Resumo: Neste trabalho é apresentado uma breve discussão de uma alternativa para aulas de laboratório de Mecânica Clássica, no formato EaD utilizando o PhET, sendo uma saída para não interromper as aulas do semestre letivo durante o isolamento social, causado pela pandemia da Covid-19. Serão apresentados modelos com alguns exemplos de roteiros objetivando transmitir ideias para que professores elaborem e preparem as suas aulas. Este artigo foi inspirado em uma turma de Laboratório de Eletricidade e Magnetismo da UFERSA, do campus Mossoró e, a partir daí, foi pensado em praticar a ideia, mas na disciplina de Laboratório de Mecânica Clássica. Com o uso do PhET, o professor obterá uma aproximação produtiva dos seus alunos, visto que, na sala virtual (Google Meet, Microsoft Teams e entre outros), é possível o professor apresentar o experimento virtual em uma aba diferente e, em caso de dúvidas, o aluno poderá compartilhar a sua tela e o professor o auxiliará da mesma forma que nas aulas presenciais. A metodologia será por meio de fundamentações teóricas (pré-laboratórios), os quais serão elaborados pelo professor que apresentarão os conteúdos dos assuntos e por relatórios (pós-laboratórios), também elaborados pelo professor e respondidos pelos alunos.

Palavras-chave: PhET, Mecânica Clássica, EaD, simulador virtual, laboratório.

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se do grande crescimento da tecnologia no nosso meio. Hoje podemos realizar pagamentos, transferências, empréstimos com apenas um aplicativo de smartphone; podemos ler um jornal em um site; podemos enviar uma mensagem para qualquer pessoa no mundo de forma instantânea. Então, é perceptível cada vez mais que a internet não é algo relacionado apenas a relacionamentos, diversões e entretenimento como antigamente, com ela podemos realizar diversas atividades importantes e produtivas, como por exemplo, assistir aulas síncronas e/ou assíncronas, ou seja, por meio dela existirá o ensino à distância. O Ensino à distância [1] é uma opção educacional o qual o professor está distante, seja fisicamente e/ou temporalmente, dos seus alunos, e para isso se faz necessário o uso de tecnologias de informação e comunicação. Essa modalidade é regulada por uma legislação específica e pode ser implantada na educação básica (educação de jovens e adultos, educação profissional técnica de nível médio) e na educação superior.

Diante da dificuldade referente ao ensino em todas as fases educacionais nos formatos presenciais, devido à pandemia do novo Coronavírus, foi adotado o ensino à distância visando que as aulas nesses formatos não ficassem interrompidas e os alunos não fossem mais ainda prejudicados. Entretanto, existiam algumas disciplinas que estavam fora da realidade do ensino à distância, um exemplo seriam as práticas de laboratório das disciplinas de Ciências, pois exigiam a presença dos alunos no laboratório para a eficiência da aprendizagem. No curso de Ciência e Tecnologia, há algumas disciplinas de Física que possuem as práticas de laboratório, como a de "Mecânica Clássica".

O laboratório é o local onde o aluno terá a sua disposição materiais, ferramentas e equipamentos daquela área. Esse ambiente permite que o aluno tenha uma aplicação prática do conhecimento teórico visto em sala de aula, aplicação esta que poderá ser levado até a sua vida profissional. É notável que o "aprender fazendo" nos dá uma grande vantagem no aprendizado gerando maior proximidade, motivação e dinamismo naquele trabalho.

No ensino da Física, a Mecânica Clássica [2] é a primeira área da Física a ser lecionada. No Ensino Médio é vista no primeiro ano e no curso de Ciência e Tecnologia no segundo período (no primeiro período não há disciplina de Física na grade). O nome "Clássica" refere-se ao fato de ser apoiada nos trabalhos de Galileu e Newton entre o século XVII e o final do século XIX e a palavra "Mecânica" se dar pelo fato de ser relacionada a um corpo de conhecimento que nos ajuda a perceber como os movimentos dos objetos se dão e qual o papel da força para que esses movimentos se deem.

Diante dessa dificuldade, para haver as práticas de laboratório de Mecânica Clássica, foi pensado em um site que possuísse um simulador virtual de um laboratório, o qual nos trouxesse as ferramentas e os equipamentos disponíveis no laboratório e nos ajudasse no aprendizado da teoria. É evidente que o laboratório físico é indispensável e talvez até insubstituível na vida do estudante de exatas/engenharia, mas como estávamos parados, sem aula, tínhamos que fazer algo para amenizar essa perda. Este simulador virtual seria o "Physics Education Technology Project" – PhET, que já vem sendo de grande valia durante as aulas.

Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade do Colorado em Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. Os desenvolvedores do

PhET baseiam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde eles aprendem através da exploração e da descoberta.

Como observamos, o Phet é uma ferramenta completa que pode ajudar no trabalho do professor, mostrando exemplos de como acontecem um determinado fenômeno físico. Os alunos irão manusear e aprender cada fenômeno envolvido nos simuladores que facilitam a compreensão. O aluno necessitará apenas de um computador (desktop ou notebook) com acesso à internet. Estes simuladores não requerem computadores potentes de última geração ou altas velocidades de internet, visto que não necessita baixar e instalar um programa, podemos utilizar diretamente no navegador e totalmente gratuito. Computadores com configurações básicas e uma banda larga com 15 Mbps (mínimo) são suficientes. Para alunos que não possuem e não têm condições de adquirir um computador, durante o período da pandemia, a UFERSA ofereceu um auxílio de R\$ 3 mil para estudantes [3], ingressantes e veteranos com matrícula ativa e com Bolsa Família, para adquirir um computador, visando simplificar e desburocratizar o acesso à inclusão digital.

A plataforma do PhET é dinâmica, permitindo que o usuário interaja com a simulação, não causando risco à integridade física do aluno ou de danificar algum equipamento, podendo reiniciar e repetir o experimento quantas vezes for necessário. O professor possui a autonomia para preparar suas aulas de forma muito semelhante da forma que já elaborava no laboratório físico, elaborando uma fundamentação teórica (pré-laboratório, seria um estudo relacionado a prática, postado momentos antes para a turma via SIGAA) e o relatório que será respondido pelos discentes (pós-laboratório).



Figura 1 – Página inicial do PhET – Fonte: PhET (2021). Fonte: PhET (2021)

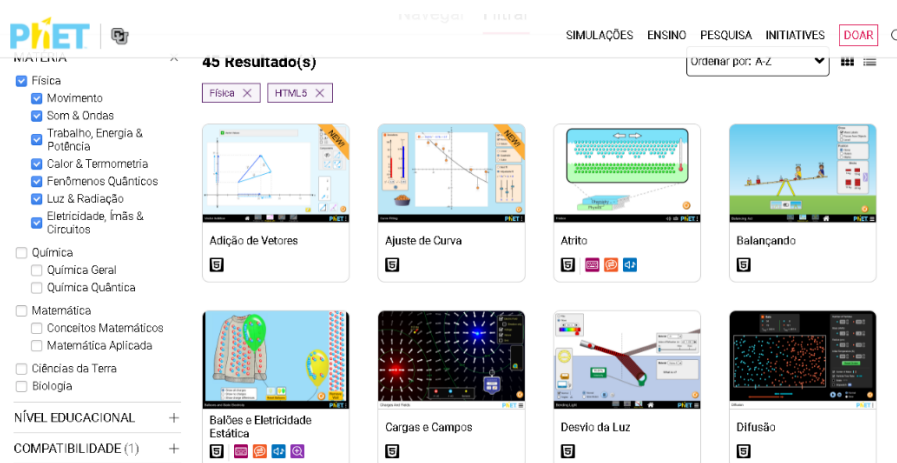


Figura 2 – Menu das práticas de Física – Fonte: PhET (2021). Fonte: PhET (2021)

Neste trabalho, apresentaremos três experimentações virtuais de Mecânica clássica, o Experimento 1 será a "Energia na Pista de Skate" que será uma prática relacionada ao assunto de Conservação de Energia. O Experimento 2 será o "Balançando" que mostrará como objetos de massas diferentes podem ser usados para colocar equilibrar uma balança. E por último, o Experimento 3 que será o "Movimento de Projétil" que nos ajuda a determinar como cada parâmetro (altura inicial, ângulo inicial, velocidade inicial, massa, diâmetro e altitude) afeta a trajetória de um objeto, com e sem resistência ao ar.

2. DESENVOLVIMENTO

No experimento 1 tem como objetivos: Explicar o conceito de Conservação de Energia Mecânica usando energias cinética, potencial gravitacional e térmica; descrever como a alteração da massa, fricção ou gravidade afeta a energia do skatista; prever a posição ou estimar a velocidade a partir da energia em gráficos de barras ou

setorial; calcular a velocidade ou altura em uma posição a partir de informações sobre uma outra posição; descrever o que ocorre com a energia no sistema quando a altura de referência muda; projetar uma pista de skate usando os conceitos de energia mecânica e conservação de energia.

Na tela inicial aparecerá as opções conforme à figura 3. Primeiramente, após clicarmos em “Intro” aparecerá uma pista de skate como mostra a figura 4. Observe uma pista em formato de um “U”, do lado direito temos 6 skatista, escolheremos 3 com massas diferentes, a Gravidade deixaremos da forma que está e o Atrito também (Nenhum). Na parte superior, temos 4 formas de pistas e 4 caixinhas, os quais deixaremos todas marcadas. Escolheremos algum skatista (s1) e anotaremos a sua massa (m1).



Figura 3 – Tela inicial do experimento 1. Fonte: PhET (2021)

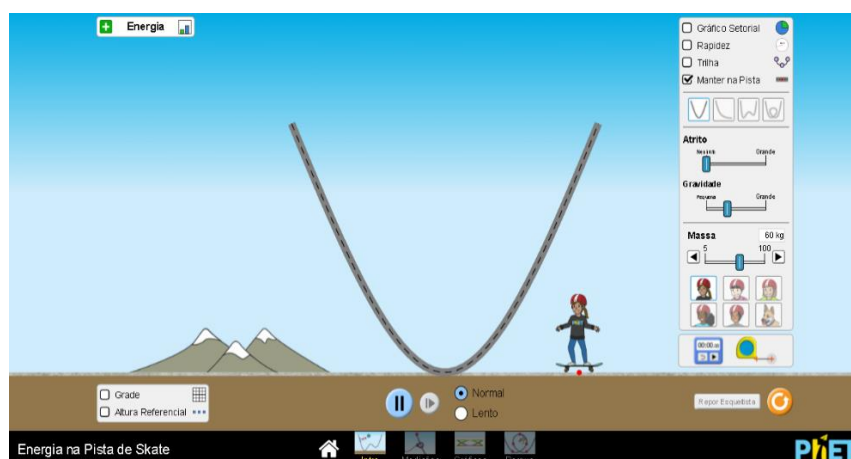


Figura 4 – prática do experimento 1. Fonte: PhET (2021)

Soltamos na pista e pausamos em algum momento de alguma descida, verificaremos no velocímetro a sua velocidade (V) e com a ajuda da trena, mediremos a altura (H) do skate em relação ao solo e anotamos. Depois clicamos em play novamente e pausamos em algum momento da subida e anotamos os valores no Quadro 1. Repetimos mais duas vezes com skatistas diferentes ($s2$ e $s3$). A partir daí, vamos calcular as Energias Cinéticas das subidas e das descidas (Ks e Kd) e as Energias Potenciais Gravitacionais das subidas e descidas (Us e Ud) de cada skatista e anotaremos os resultados no Quadro 2.

Quadro 1 – Anotação dos dados verificados

Skatistas					
Skatista 1		Skatista 2		Skatista 3	
Massa (kg)=		Massa (kg)=		Massa (kg)=	
Descida					
Skatista 1		Skatista 2		Skatista 3	
Velocidade (m/s)	Altura (m)	Velocidade (m/s)	Altura (m)	Velocidade (m/s)	Altura (m)
Subida					
Skatista 1		Skatista 2		Skatista 3	

Velocidade (m/s)	Altura (m)	Velocidade (m/s)	Altura (m)	Velocidade (v)	Altura (m)

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

Quadro 2 – Valores das energias cinéticas (K) e potenciais (U)

Skatista 1		Skatista 2		Skatista 3	
Kd=	Ks=	Kd=	Ks=	Kd=	Ks=
Ud=	Us=	Ud=	Us=	Ud=	Us=

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

Em seguida, provaremos que os resultados de cada skatista estão corretos usando a equação da Conservação da Energia Mecânica (equação 1). Podemos elaborar mais questões, como calcular o percentual de erro do resultado dos cálculos e seguir para outras abas da simulação.

$$K_d - K_s = U_s - U_d$$

Equação 1

A equação da energia cinética é a massa multiplicada pela velocidade ao quadrado dividido por dois ($K = m \cdot v^2 / 2$) e a energia potencial será o produto entre a massa, a gravidade e a altura ($U = mgh$). A próxima aba é a “Medições”, nela mostra os valores das Energias em algum ponto do percurso do skatista. A terceira aba nos mostra o gráfico das energias que o skatista produz em sua volta na pista e por último temos a aba “Parque”, o qual o usuário poderá criar o formato da pista (rampa).

Os objetivos do experimento 2 são: prever como objetos de massas diferentes podem ser usados para colocar em equilíbrio uma balança; prever como mudar as posições das massas sobre a prancha afetará seu movimento; escrever regras para prever para onde a prancha irá inclinar quando objetos forem colocados sobre ela; usar suas regras para resolver quebra-cabeças sobre o equilíbrio. A figura 5 mostra a tela inicial da prática.

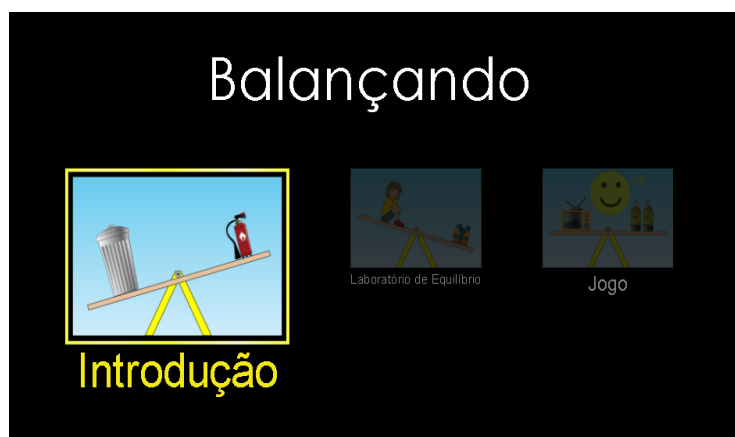


Figura 5 – Tela inicial do experimento 2. Fonte: PhET (2021)

Clicando em Introdução aparecerá a tela conforme a figura 6, no campo “Mostrar”, há três caixinhas. A primeira caixinha é a “Marcadores de Massa”, nela indica a massa do objeto em quilogramas (kg) a segunda caixinha é a “Forças dos Objetos” a qual mostra o sentido e a direção da força dos objetos, o sentido será de cima para baixo e a direção será vertical. Por último temos a caixinha “Nível” que mostra quando a gangorra está realmente em equilíbrio. Mais embaixo, em posição, temos a opção “Nada”, como o nome já diz não causa efeito, existe “Réguas” ou “Marcas”. Réguas nos mostra uma medida em metros do tamanho da gangorra. Marcas nos mostra uma contagem das marcas que estão na gangorra, estas marcas estão separadas com as mesmas distâncias de uma para a outra.

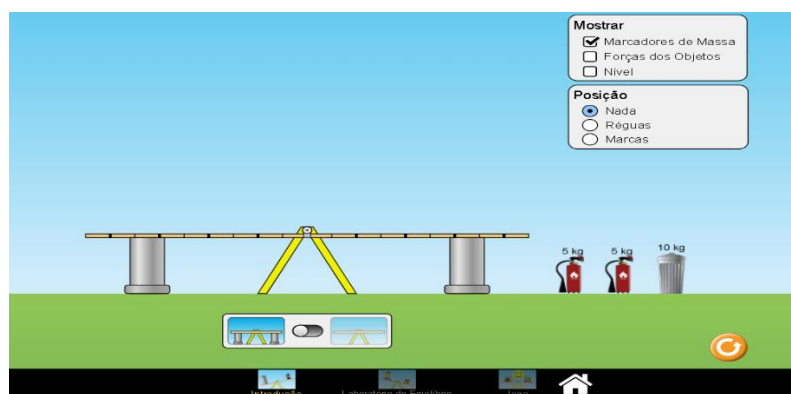


Figura 6 – prática do experimento 2. Fonte: PhET (2021)

Marcando todas as opções do campo Mostrar e Marcas no campo posição, acrescentamos um extintor no ponto 8 do lado esquerdo da gangorra e a lata de lixo no ponto 4 do lado direito. Retiramos os suportes da gangorra e verificamos o que acontece. Passando para a parte de Laboratório de Equilíbrio, o ambiente é o mesmo da Introdução, o que difere serão os corpos disponíveis, dessa vez nós teremos tijolos, pessoas e objetos “Misteriosos” (as massas não são identificadas). Utilizando a lógica de proporcionalidade encontraremos o equilíbrio entre os tijolos e preenchemos o Quadro 3.

Quadro 3 – prática do Laboratório de Equilíbrio

LADO ESQUERDO	
TIJOLO	MARCA
5 kg	8

LADO DIREITO	
TIJOLO	MARCA
10 kg	
20 kg	

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

No Quadro 4, escolheremos quais e quantos (no máximo 3) tijolos irá utilizar no lado direito e preenchemos a mesma.

Quadro 4 - prática do Laboratório de Equilíbrio

LADO ESQUERDO	
TIJOLO	MARCA
15 KG	

LADO DIREITO	
TIJOLO	MARCA

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

O experimento 3 tem como principais objetivos: determinar como cada parâmetro (altura inicial, ângulo inicial, velocidade inicial, massa, diâmetro e altitude) afeta a trajetória de um objeto, com e sem resistência ao ar; prever como a variação das condições iniciais afeta o caminho do projétil, e explicar sua a previsão; estimar onde um objeto irá pousar, dadas suas condições iniciais; determinar que o movimento x e y de um projétil são independentes; investigar as variáveis que afetam a força de arraste; descrever o efeito que a força de arrasto tem na velocidade e aceleração; discutir o movimento do projétil usando vocabulário comum (como: ângulo de lançamento, velocidade inicial, altura inicial, intervalo, tempo).

Essa simulação envolve o assunto do movimento do projétil, conforme proposto por Galileu. O movimento do projétil sobre a terra pode ser analisado separadamente, na direção horizontal ou na direção vertical. Desprezando a força de atrito, sabe-se que o projétil se move com velocidade constante na horizontal e com aceleração constante na vertical, resultando em uma trajetória em forma de parábola.

Na tela inicial, temos quatro opções de simulação. Na primeira opção, chamada “Intro”, podemos mudar o alvo de lugar ao longo do eixo X, a altura do canhão alteramos ao longo do eixo Y, temos a opção de alterar a velocidade inicial do projétil no campo "Rapidez Inicial" e visualizar o fenômeno de forma "Normal" ou "lento". Na parte do superior da janela temos um marcador de tempo, distância e altura e uma trena que podemos medir diferentes distâncias. Ainda na parte superior, do lado direito, temos algumas opções de tipos de projétil, como abóbora, bolas de golfe ou futebol e muitas outras opções, mudando a opção, aparecerá a massa e o diâmetro do projétil, existe a opção de habilitar ou não a resistência do ar e os vetores de velocidade e os de aceleração do projétil.

Para a nossa simulação, vamos manter o canhão em 10m de altura e o ângulo de inclinação de 40 graus, a velocidade inicial deixaremos em 20 m/s e o objeto será uma bola de futebol, desprezando a resistência do ar e marcaremos apenas a opção de visualizar as componentes de velocidade, então verificaremos os resultados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Agora vamos responder as questões, assim como os docentes, primeiramente, responderemos o experimento 1. A skatista 1 é uma garota de 60 kg, o skatista 2 é um garoto de 80 kg e o skatista 3 é um cão de 20 kg.

Quadro 1 – Anotações do dados verificados

Skatistas					
Skatista 1		Skatista 2		Skatista 3	
Massa (kg)= 60		Massa (kg)= 80		Massa (kg)= 20	
Descida					
Skatista 1		Skatista 2		Skatista 3	
Velocidade (m/s)	Altura (m)	Velocidade (m/s)	Altura (m)	Velocidade (m/s)	Altura (m)
5,3	4,3	6,0	3,9	4,7	4,7
Subida					
Skatista 1		Skatista 2		Skatista 3	
Velocidade (m/s)	Altura (m)	Velocidade (m/s)	Altura (m)	Velocidade (v)	Altura (m)
4,9	4,5	8,3	2,2	2,7	5,4

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

Skatista 1

$$Kd1 = (m.v^2) = (60*5,3^2)/2 = 842,7J$$

$$Ud1 = mgh = 60 * 9,8 * 4,3 = 2528,4 J$$

$$Ks1 = (m.v^2) = (60*4,9^2)/2 = 720,3J$$

$$Us1 = mgh = 60 * 9,8 * 4,5 = 2646 J$$

Skatista 2

$$Kd2 = (m.v^2) = (80*6,0^2)/2 = 1440 J$$

$$Ud2 = mgh = 80 * 9,8 * 3,9 = 3057,6 J$$

$$Ks2 = (m.v^2) = (80*8,3^2)/2 = 2755,6 J$$

$$Us2 = mgh = 80 * 9,8 * 2,2 = 1724,8 J$$

Skatista 3

$$Kd3 = (m.v^2) = (20*6,3^2)/2 = 396,9 J$$

$$Ud3 = mgh = 20 * 9,8 * 3,8 = 744,8 J$$

$$Ks3 = (m.v^2) = (20*5,9^2)/2 = 348,1 J$$

$$Us3 = mgh = 20 * 9,8 * 4,1 = 803,6 J$$

Quadro 2 – Valores da energias cinéticas (K) e potenciais (U)

Skatista 1		Skatista 2		Skatista 3	
Kd1 = 842,7J	Ks1 = 720,3J	Kd =1440 J	Ks = 2755,6 J	Kd = 396,9 J	Ks = 348,1 J
Ud1 =2528,4J	Us1 = 2646 J	Ud =3057,6 J	Us = 1724,8 J	Ud = 744,8 J	Us = 803,6 J

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

Utilizamos a equação 1,

Skatista 1

$$Kd - Ks = 842,7 - 720,3 = 122,4 \text{ J}$$

$$Us - Ud = 2646 - 2528,4 = 117,6 \text{ J}$$

Skatista 2

$$Kd - Ks = 1440 - 2755,6 = -1315,6$$

$$Us - Ud = 1724,8 - 3057,6 = -1329,8 \text{ J}$$

Skatista 3

$$Kd - Ks = 396,9 - 348,1 = 48,8$$

$$Us - Ud = 803,6 - 744,8 = 58,8$$

Os três valores acima são aproximados entre si, correspondendo a uma aproximação entre os valores de energia cinética e potencial, esperado pela experimentação, com embasamento teórico.

No experimento 2, notamos que a gangorra ficará em equilíbrio quando retiramos a trava. Observamos que há uma proporcionalidade inversa, visto que a massa do extintor é a metade da massa da lata de lixo. Então, uma regra de três simples é o suficiente para realizar essa questão:

$$\begin{array}{l} 5 \text{ kg} \text{ ---- } 8 \\ 10 \text{ kg} \text{ ---- } x \end{array}$$

Havendo a inversão:

$$\begin{array}{l} 5 \text{ kg} \text{ ---- } x \\ 10 \text{ kg} \text{ ---- } 8 \end{array}$$

Meios pelos extremos:

$$\begin{array}{l} 5 \text{ kg} * 8 = 10 \text{ kg} * x \\ 40 = 10 * x \\ x = 4 \end{array}$$

Então, como visualizamos na figura 7, se colocarmos a lata de lixo no ponto 4, haverá o equilíbrio.

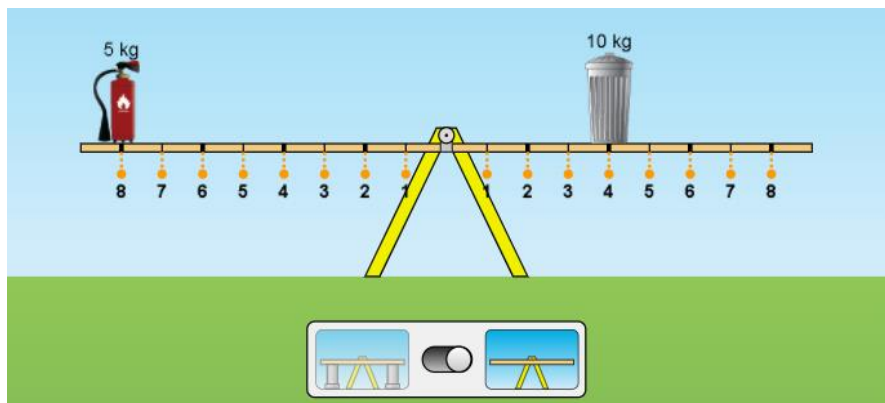


Figura 7 – Momento em que ocorre o equilíbrio. Fonte: PhET (2021)

Na mesma lógica respondemos o Quadro 3, o tijolo de 10 kg possui a mesma massa da lata de lixo, então sabemos que para manter o equilíbrio, o tijolo de 10 kg estará na “marca 4”, e realizando uma nova regra de três simples e inversa, encontraremos a marca do tijolo de 20 kg.

$$\begin{array}{l} 5 \text{ kg} \text{ ---- } 8 \\ 20 \text{ kg} \text{ ---- } x \end{array}$$

Havendo a inversão:

$$\begin{array}{l} 5 \text{ kg} \text{ ---- } x \\ 20 \text{ kg} \text{ ---- } 8 \end{array}$$

Meios pelos extremos:

$$5 \text{ kg} * 8 = 20 \text{ kg} * x$$

$$40 = 20 * x$$

$$x = 2$$

Quadro 3 – prática do Laboratório de Equilíbrio

LADO ESQUERDO	
TIJOLO	MARCA
5 kg	8

LADO DIREITO	
TIJOLO	MARCA
10 kg	4
20 kg	2

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

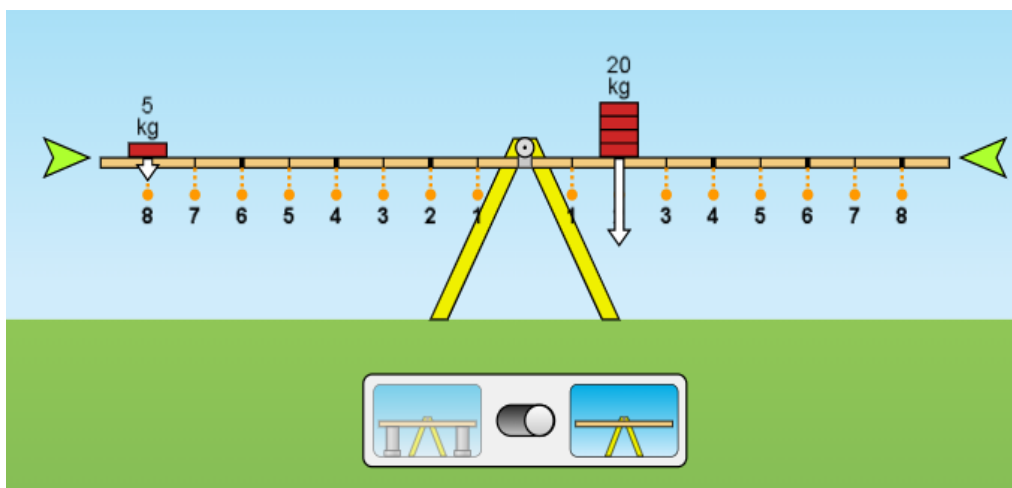


Figura 8 – Equilíbrio na gangorra entre os tijolos de 5 e 20 kg. Fonte: PhET (2021)

No experimento 3, observamos que o componente de velocidade no eixo X não muda, já o componente do eixo Y varia (apontado para cima) até chegar a zero (local mais alto da parábola) e aumenta novamente, dessa vez no sentido contrário (apontado para baixo) até chegar no chão. Os componentes de aceleração nos mostram apenas um eixo, o Y, apontado para baixo e invariável.

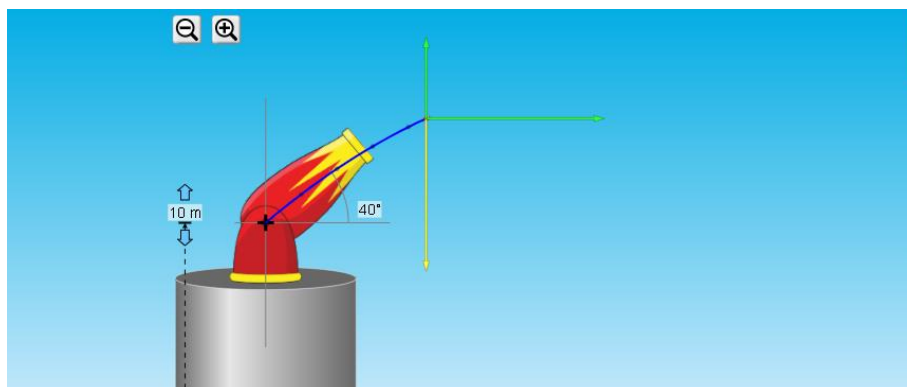


Figura 9 – Lançamento inicial da bola – Seta amarela: Aceleração – Seta verde: Velocidade
Fonte: PhET (2021)

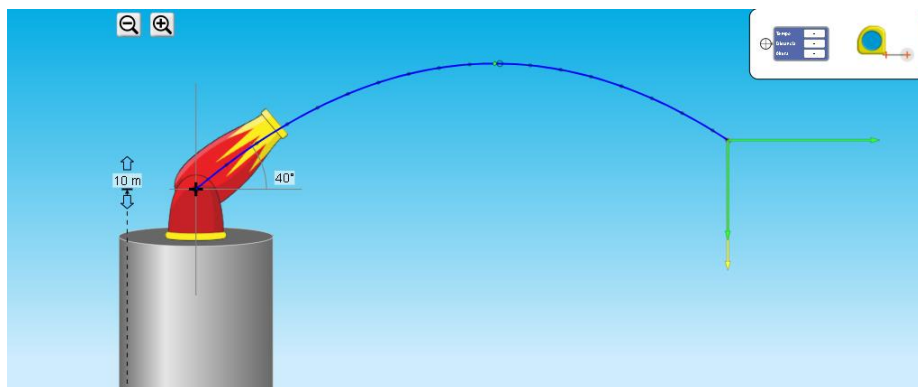


Figura 10 – Final do Lançamento – Notamos que a seta amarela não varia, assim como a seta verde no eixo X.
Fonte: PhET (2021)

4. CONCLUSÃO

A alternativa da utilização dos simuladores virtuais do PhET para o ensino das aulas práticas de laboratório, especialmente as de Mecânica Clássica, é uma ferramenta que apresenta algo significativo visando estimular a atenção do público-alvo, os alunos, por meio de uma prática moderna, interativa e que permite realizar os experimentos em qualquer momento em sua casa, não havendo possibilidade de haver danos nos equipamentos.

A Plataforma tem aplicabilidade para haver as aula de laboratório de Mecânica Clássica. O site agrega estímulos aos alunos por meios de práticas divertidas, algumas vezes são por meios de jogos, mas ainda assim por meios de diversões, gera conhecimento. No PhET existe um leque amplo de práticas com objetos do nosso cotidiano ou fora do ambiente de laboratório; foi observado gangorra, pista de skate, canhão, mas também existem outras experimentações com molas, pêndulos e entre outros. As aulas são similares às aulas dos laboratórios que permitem a criação de roteiros de relatório para fixação e obter uma parte da nota.

Então, foi exposto aqui neste trabalho que é possível haver, por meio desta tecnologia, o ensino e aprendizado de Mecânica Clássica por meio de experimentações virtuais de forma divertidas, dinâmicas, com ferramentas presentes no nosso cotidiano. Por meio desse estudo proposto, podemos reconhecer que esta opção de ensino está dentro da modalidade de ensino experimental da universidade.

5. REFERÊNCIAS

- [1] O que é educação a distância? Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/escola-de-gestores-da-educacao-basica/355-perguntas-frequentes-911936531/educacao-a-distancia-1651636927/12823-o-que-e-educacao-a-distancia/>. Acesso em 11 nov. 2021
- [2] Aula 1.1 - O que é a Mecânica Clássica, Mecânica Clássica UFF, YouTube, 4 out. 2017. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=Wm2K8z5wpto&t=674s/>. Acesso em 12 nov. 2021
- [3] UFERSA oferece auxílio de R\$ 3 mil para estudante com Bolsa Família adquirir computador. Av. Francisco Mota, 572 - Bairro Costa e Silva, Mossoró RN | CEP: 59.625-900, +55 84 3317-8200, 11 jun. 2021. Disponível em: <https://assecom.ufersa.edu.br/2021/06/11/ufersa-oferece-auxilio-de-r-3-mil-para-estudantes-com-bolsa-familia-adquirir-computador/>. Acesso em: 11 nov. 2021.
- [4] PHET. Interactive Simulations da Universidade do Colorado. 2016. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/about/. Acesso em: 09 nov. 2021.
- [5] A UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR PHET COMO FERRAMENTA DE ENSINO NAS AULAS ONLINE DE CIÊNCIAS EM UMA ESCOLA DO MUNICÍPIO DE ÁGUA BRANCA - PI. Conedu VII Congresso Nacional de Educação, 15 out. 2020. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO_EV140_MD1_SA16_ID1440_01102020225114.pdf