



SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA DE FÍSICA - CINEMÁTICA

Marco Antonio de Mello TEIXEIRA
Instituto Federal de São Paulo
e-mail: marco.teixeira@aluno.ifsp.edu.br

Prof. Dr. Josimar Fernando da Silva
Instituto Federal de São Paulo
e-mail: josimar.silva@ifsp.edu.br

Prof. Me. Eduardo Rogério Gonçalves
Instituto Federal de São Paulo
e-mail: ergoncalves@ifsp.edu.br

Ensino de Física
CAPES

Resumo. O artigo propõe um método alternativo na metodologia de ensino de física, mais especificamente em lançamentos verticais em cinemática, buscando desenvolvimento e melhoria com base em estudos feitos a respeito da Sequência de Ensino Investigativa, desta forma, o artigo compreende em um modelo de SEI roteirizada para o docente aplicar com os discentes em sala de aula de acordo com a infraestrutura presente para o mesmo. Com base em artigos citados, a SEI garante um desempenho e resultado melhor na compreensão de conceitos físicos não intuitivos, neste caso, o tempo de queda do lançamento vertical e horizontal. Visando sempre um alcance maior, facilidade e métodos experimentais de baixo custo, a SEI se apropria em um simulador online/virtual que disponibiliza acesso ao público.

Palavras-chave: ensino de física; cinemática, sequência de ensino investigativa; SEI; metodologia.

1. Introdução

Cinemática é o ramo da física que estuda o movimento, e com experiência própria como docente, alguns conceitos se mostram um tanto quanto desafiadores para o discente compreender. Um deles é a relação de lançamento horizontal com queda livre. O tempo de queda de ambas são iguais - conforme a figura 1 - o qual é um conceito não intuitivo mas importante para se compreender movimentos mais complexos, como o lançamento oblíquo. O ponto chave para se entender esses movimento é parcelar a análise da trajetória em eixos. Como esse projeto de Sequência de Ensino Investigativa é voltada para o Ensino Médio, será

um sistema bidimensional por se tratar de um lançamento na vertical que se configura em um sistema bidimensional, portanto eixos x e y. A equação geral da cinemática é a equação horária dos espaços, tal que $\Delta S = v_0 t + a \frac{t^2}{2}$, adaptando para o eixo y e usando este eixo como referencial de queda, temos que:

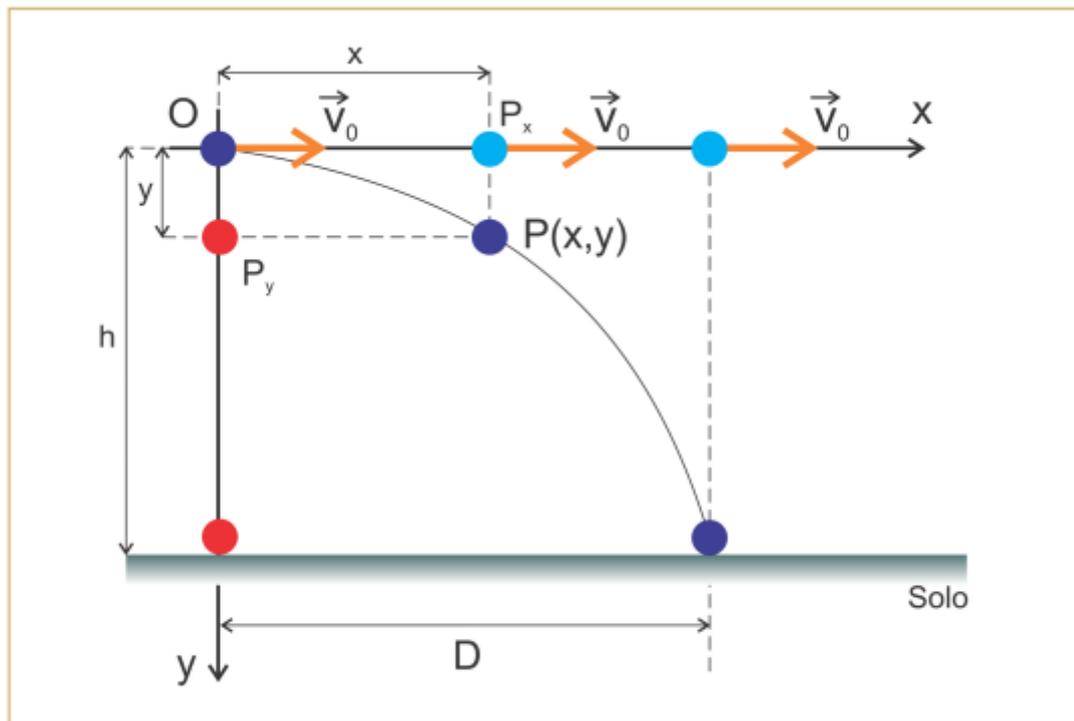


Figura 1: Lançamento Vertical

$$h = V_{0y}t - g \frac{t^2}{2} \quad (1)$$

Considerando que o corpo ao entrar em contato com o chão encerrará seu movimento, logo analisando o eixo x, seu movimento é uniforme com a variável tempo t sendo diretamente delimitada pelo tempo de queda, de forma que:

$$\Delta S = V_x t \quad (2)$$

Logo, através dessas relações do eixo x e y, podemos aferir as velocidades finais, alcance máximo, altura máxima, tempo de duração dos movimentos, entre outros. Por ser um conceito chave para a compreensão dos lançamentos horizontal e oblíquo e de ser um conceito nada intuitivo, a proposta desta Sequência de Ensino Investigativa é abordar esse conceito como o ponto chave para a compreensão do fenômeno em um experimento.

2. Materiais e Métodos

Este projeto se baseia principalmente em dois artigos, “O ensino de física por investigação: A socioconstrução do conhecimento

para medir a aceleração gravitacional”, proposto por Fábio A. de Moura em um artigo sobre a socioconstrução do conhecimento para medir a aceleração gravitacional e “Ensino de física por investigação: uma possibilidade para o estágio” por Jenifer Silva sobre a Sequência de Ensino Investigativa em seu estágio. A Sequência de Ensino Investigativa será baseada em um experimento usando um simulador de lançamentos no Phet Colorado, do [link <https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_pt_BR.html>](https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_pt_BR.html). O professor deve conduzir essa simulação de acordo com a infraestrutura do prédio escolar. Se for fornecido um laboratório de informática, o mesmo pode optar de conduzir os seus discentes a eles mesmo realizarem o experimento, ou o professor pode apenas expor o experimento para a classe em geral na sala de aula.



Figura 2: Página Inicial do Simulador

A interface do simulador é colorida e intuitiva para facilitar o manuseio dos discentes. Como primeiro passo para utilizar o simulador, deve-se deixar pausado de forma que possamos lançar dois corpos simultâneos em lançamento horizontal e queda livre, conforme aponta a figura 3.



Figura 3: Passo 1

Sugiro que deixe o lançamento lento, para que seja mais didático, pode-se deixar lento conforme mostra o passo 2 na figura 4.

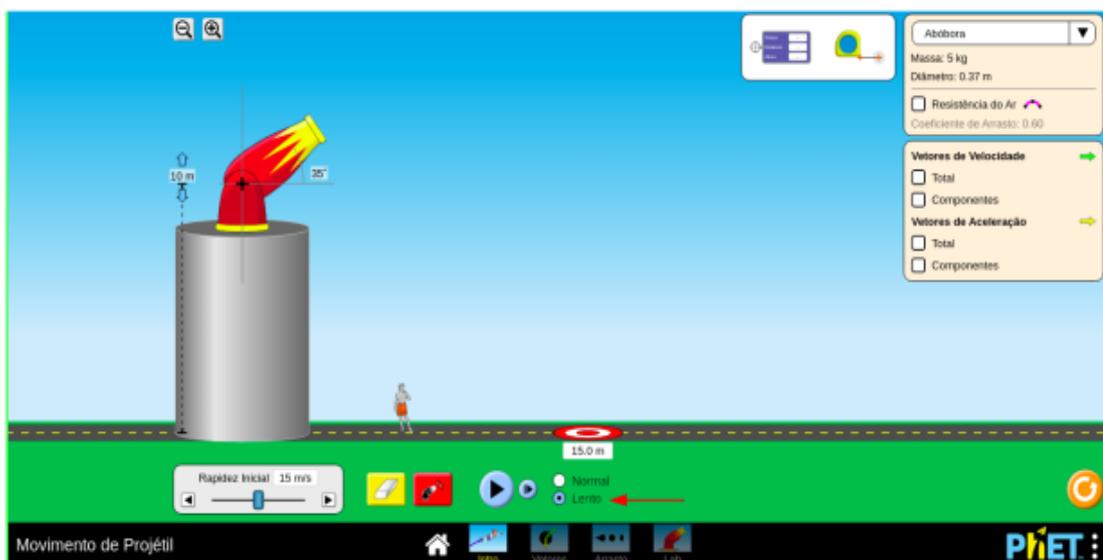


Figura 4: Passo 2

Após ter feito esses devidos ajustes, o professor e/ou os discentes devem selecionar uma altura de sua preferência - o valor específico é irrelevante, apenas é essencial compreender que para que o tempo de queda de ambos sejam iguais, a altura dos dois lançamentos deve ser a mesma. A altura pode ser ajustada e selecionada pelo suporte cinza abaixo do canhão.

Sugiro que comece agora pelo movimento horizontal, para isso, o canhão deve ser ajustado em um ângulo de 0° que pode ser indicado conforme rotacionar a boca do canhão.

Feito os devidos ajuste, pode lançar o corpo no botão vermelho na parte inferior da tela, indicados no passo 3 da figura 5.

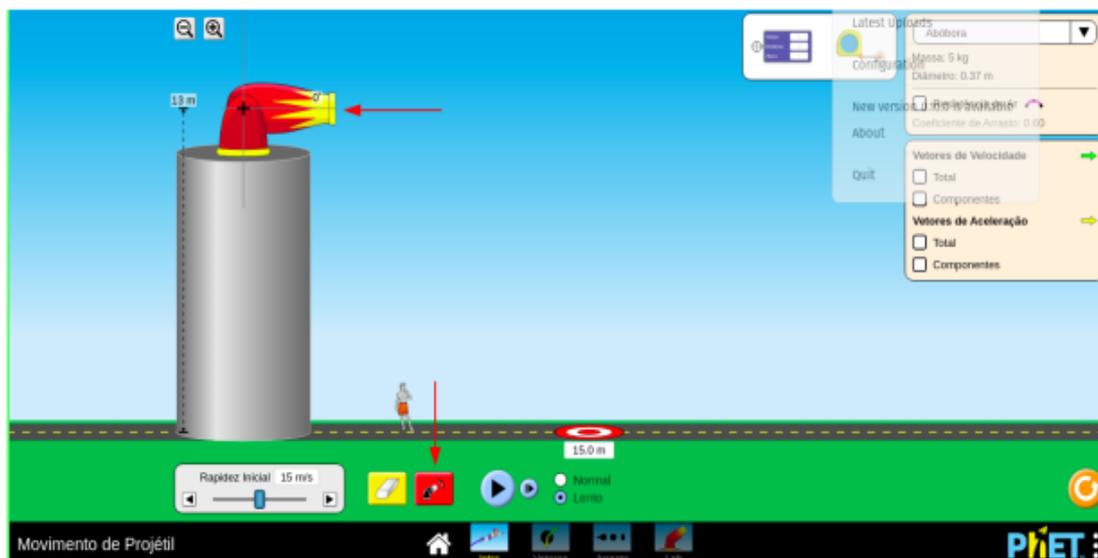


Figura 5: Passo 3

O lançamento não será realizado imediatamente, deve-se lembrar que o simulador está pausado, porém o lançamento horizontal já foi programado. Assim feito, já pode se programar a queda livre. Primeiro, deve-se ajustar novamente o ângulo da boca do canhão, mas desta vez, em -90° para que a trajetória seja apenas no eixo y, conforme a figura 6. E agora deve-se ajustar a velocidade inicial da queda livre pela escala descrita como "Rapidez Inicial", lembrando que a velocidade inicial em queda livre é $v_{0y} = 0\text{ m/s}$, e clicar novamente no botão de lançamento vermelho, conforme a figura 6.

Programado os dois lançamentos, pode-se clicar em *play* para iniciar a simulação, o mesmo botão de pausar. Após os corpos caírem no chão, existe uma ferramenta no simulador que é possível ter diretamente a medida do tempo durante toda a trajetória, inclusive o que nos interessa que é o tempo total da trajetória que deve ser o mesmo. Essa ferramenta fica do lado superior direita da tela, conforme a figura 7. Usando basta centralizar o ponto da trajetória com o círculo da ferramenta e ele mostrará o tempo, distância e altura do corpo naquele ponto da trajetória, conforme mostra a figura 7 em passo 5.

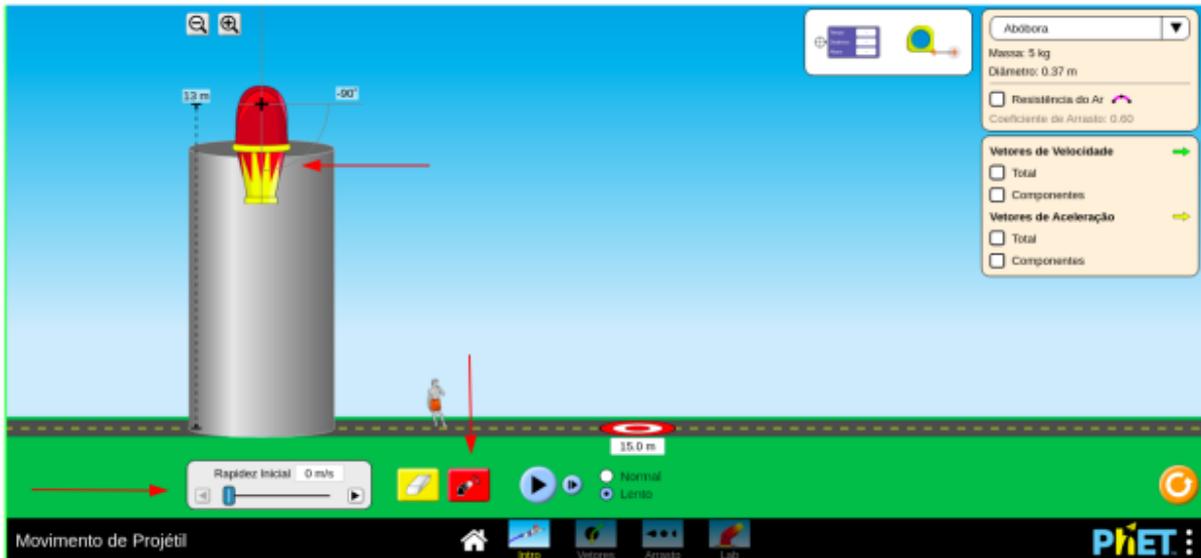


Figura 6: Passo 4

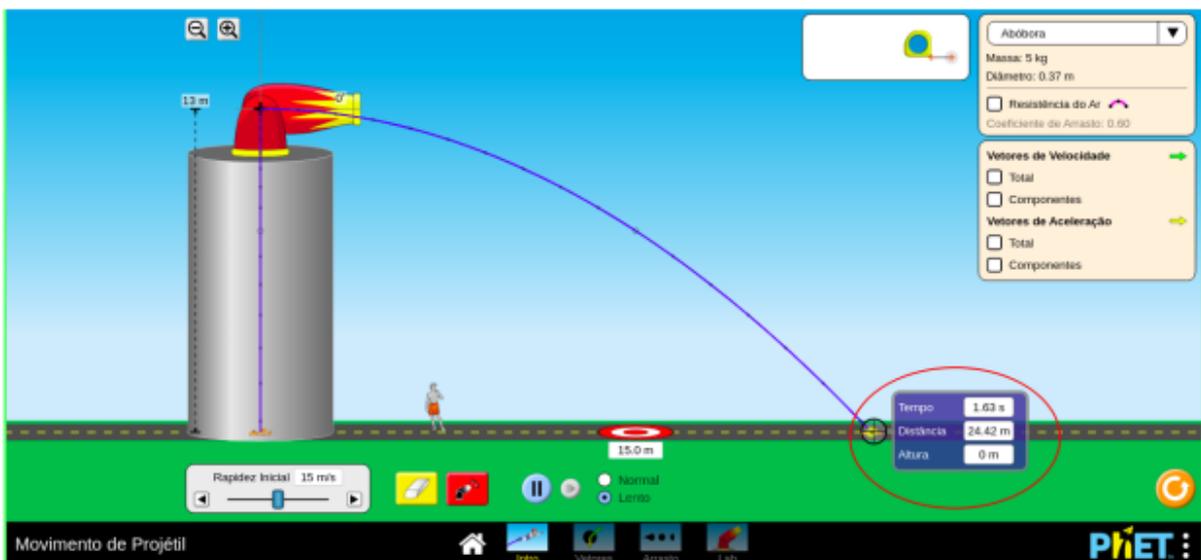


Figura 7: Passo 5

Utilizando a ferramenta, pode-se perceber que o tempo total de ambos são iguais. O trabalho de cada grupo dos alunos e desvendar o porque isso acontece utilizando o simulador e as equações da cinemática.

$$v = v_0 + at \quad (3)$$

$$\Delta S = v_0 t + a \frac{t}{2} \quad (4)$$

$$v = v_0 + 2a\Delta S \quad (5)$$

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (6)$$

O professor deve determinar um tempo para que os grupos desenvolvam suas teses. A avaliação deve ser feita de acordo com o trabalho em equipe e durante a apresentação o quão próxima a tese do grupo está do conceito real por trás. Pode-se destacar os seguintes pontos para a avaliação da tese:

1. Parcela do movimento no eixo x e y;
2. Movimento no eixo x como Movimento Retilíneo Uniforme;
3. O alcance pode ser obtido através do tempo total de queda aplicado no eixo x;
4. A altura máxima é simplesmente a altura do lançamento;
5. O conceito pode ser aplicado para o lançamento oblíquo;

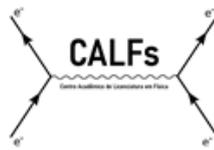
3. Conclusões

A docência através da Sequência de Ensino Investigativa mostrou com base em alguns artigos experimentais, tais como realizados por B. N. JUNIOR no artigo “Promovendo a argumentação em sala de aula de física moderna e contemporânea - uma sequência de ensino investigativa e as interações professor-alunos”, por A. BELLUCCO no artigo “Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de newton” e por A. F. MOURA no artigo “O ensino de física por investigação: A socioconstrução do conhecimento para medir a aceleração gravitacional”, um rendimento considerável. Portanto, se tratando de assuntos da comunidade científica que sua base é a experimentação, a Sequência de Ensino Investigativa utiliza a experimentação, a curiosidade, o trabalho em equipe de modo a reforçar a fixação e compreensão do conteúdo, além de ser uma proposta puramente científica.

4. Referências

BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P.: **UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE A QUANTIDADE DE MOVIMENTO, SUA CONSERVAÇÃO E AS LEIS DE NEWTON.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 31, n. 1, p. 30-59, 2014.

JUNIOR, N. B.: **PROMOVENDO A ARGUMENTAÇÃO EM SALA DE AULA DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA - UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA E AS INTERAÇÕES PROFESSOR-ALUNO.** Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2015.



MOURA, F. A. de; SILVA, R.: **O ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO: A SOCIOCONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO PARA MEDIR A ACELERAÇÃO GRAVITACIONAL.** *Research, Society And Development*, Grupo de Pesquisa Metodologias de Ensino e Aprendizagem em Ciências, v. 8, n. 3, p. 01-13, 2019.

SILVA, J.; JUNIOR, M. F.: **ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO: UMA POSSIBILIDADE PARA O ESTÁGIO.** *Enciclopédia Biosfera*, v. 11, n. 20, 2015.