

Resumo

O simulador permite a interação do educando, possibilitando alterar e fixar variáveis de medida de ângulo, massa, velocidade inicial, diâmetro, resistência do ar, escolha do objeto. Poderá ajudar na capacidade de formulação de hipóteses através dos dados observados assim como fazer previsões se o projétil irá acertar o alvo, e verificar as variáveis que implicam nessa questão. Os usuários do simulador devem ficar atentos também nas limitações que a simulação pode apresentar.

Simulador	Movimento de projéteis
Endereço eletrônico	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/projectile-motion

OBSERVAÇÕES PARA O PROFESSOR

Assuntos que poderão ser explorados	<ul style="list-style-type: none">• Velocidade inicial,• Resistência do ar,• Ângulo.
--	--

Por que utilizar este simulador?

O simulador poderá servir para testar hipóteses, assim como poderá servir como um aspecto motivacional no ambiente de ensino relacionando a teoria com a prática, de fácil manipulação e interação, permitindo a fixação de variáveis.

Apresentação/descrição do simulador

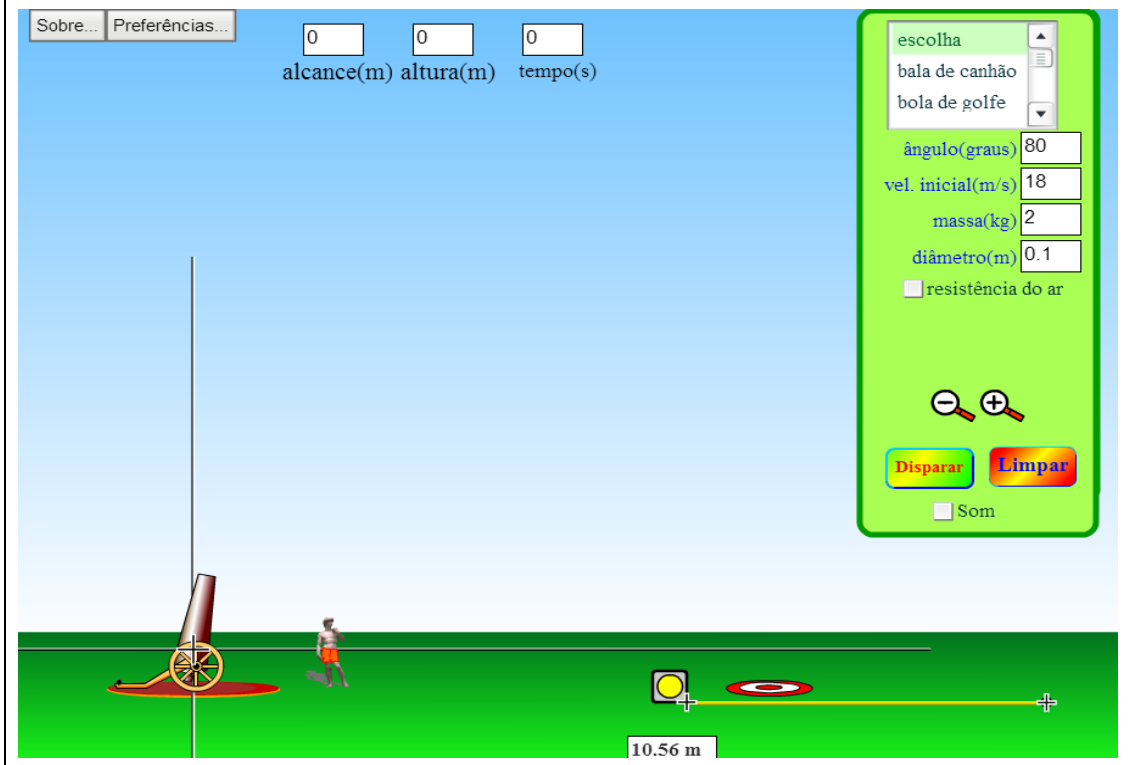


Figura 1 – Tela inicial do simulador movimento de projéteis.

A figura 1, disposta acima, mostra a tela inicial do simulador. É possível visualizar no canto superior esquerdo da imagem dois quadros: “sobre” e “preferências”. O quadro *sobre* fornece o termo de licença de software, créditos e o botão ok. Já no quadro *preferências* estão disponíveis: procurar atualizações automaticamente, permitir o envio de informações ao PhET, alto contraste de cores, os botões ok e cancelar. Na parte superior central da fig. 1 estão disponíveis para retirada de dados: o alcance (m), altura (m) e tempo (s). No canto direito da fig. 1 é possível visualizar diversas funções que possibilitam a interação do educando com o simulador, ou seja, é possível escolher os dados. Para facilitar o entendimento dispomos a fig. 2 logo abaixo.

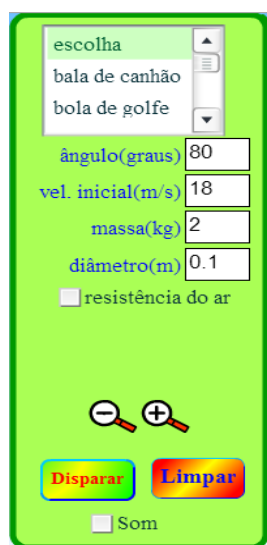


Figura 2 – Controle de funções disponíveis do simulador.

Quanto ao projétil é possível escolher entre: bala de canhão, bola de golfe, bola de baseball, bola de boliche, bola de futebol, abóbora, humano adulto, piano, Chevrolet. Logo abaixo é possível inserir o ângulo (graus), a velocidade inicial (m/s), a massa (kg), diâmetro (m), resistência do ar. Ainda é possível manipular as funções de zoom (fig. 3), disparar e limpar (fig. 4) e ativar/desativar o som.



Figura 3 – controles de zoom.



Figura 4 – Funções disparar projétil e limpar.

A função limpar permite desfazer a linha da trajetória que o projétil percorre durante o lançamento, assim como zera os dados do alcance, altura e tempo, disponíveis na parte superior central do simulador. Também está disponível para utilização uma trena (fig. 5). Lembrando que a unidade de medida é o metro (m).A trena pode ser movida em todos os sentidos e todas as direções assim como o alvo (fig.6).



Figura 5 – Trena, unidade de medida metro, variação da escala conforme o zoom.



Figura 6 – Alvo, quando acertado aparece na tela a descrição em letras verdes *No alvo!*. Existe a possibilidade de mexer o canhão manualmente, para isso basta clicar sobre o canhão e arrastá-lo. Nesse processo não é possível girar o canhão 360°, fato este que é permitido digitando diretamente o valor do ângulo na caixa ângulo (graus) – ver fig. 2. Clicando e arrastando a base de apoio do canhão é possível alterar a altura do mesmo, bem como sua posição tanto à esquerda quanto para a direita.

Sugestões de utilização do simulador em momentos distintos da aula

➤ Quando utilizado para iniciar o conteúdo novo

Pode-se explorar as concepções alternativas dos estudantes utilizando algumas funções disponíveis no simulador. Com isso a função do simulador na aula seria a de gerar uma problematização do conteúdo a ser trabalhado.

Nas primeiras falas sobre o conteúdo, muitas vezes ainda abstrato no pensamento do aluno, o professor poderá apenas mostrar o simulador e suas ferramentas com o auxílio de um data show. No entanto, recomenda-se que o estudante manipule o simulador para ir se apropriando da ferramenta didática.

Assim, quando usado na introdução do conteúdo, o simulador auxilia na investigação/exploração dos conhecimentos preexistentes nos alunos sobre o assunto e na promoção de um diálogo/debate com a turma, cada um defendendo seu ponto de vista. Indiretamente favorecerá a elaboração de ideias e a construção e verificação de hipóteses, o que, por si só, terá como possível resultado a evolução da maneira de pensar e o abandono de ideias equivocadas, consolidando um novo aprendizado.

➤ Quando utilizado na organização do conhecimento:

O simulador poderá servir como um elo para minimizar a distância entre a teoria e a prática, servindo para ligar o conteúdo muitas vezes abstrato com situações vivenciadas no seu dia a dia.

Pode servir também com o propósito de exemplificar o conteúdo de maneira ilustrativa e relacionar a teoria com as ferramentas matemáticas.

Ainda outra sugestão para uso do simulador neste momento da aula é a realização/desenvolvimento de algum tipo de exercício que permita ao estudante explorar a parte do conteúdo com a qual este já teve contato. Logo abaixo, neste documento, são apresentados algumas sugestões de exercícios.

➤ **Quando usado na avaliação do conhecimento**

Nesta etapa da abordagem do conteúdo, sugere-se o uso do simulador para revisar, de forma sistematizada, os assuntos tratados teoricamente ou então, usá-lo como ferramenta alternativa na avaliação do processo ensino-aprendizagem. Não recomendamos o uso do simulador como instrumento único do processo de avaliação do conhecimento, sendo que este recurso poderá ser utilizado como um dos critérios de avaliação, ficando livre ao professor como realizará o processo de avaliação, seja por meio de questões, de participação e interesse dos estudantes durante o desenvolvimento da atividade.

Potencialidades do simulador	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidade de obtenção e coleta de dados. - Efeito visual com cores diferentes para a trajetória do projétil: azul e vermelho, quando usado sob o efeito de <u>sem</u> resistência do ar e <u>com</u> resistência do ar respectivamente.
Limitações do simulador	<ul style="list-style-type: none"> - Deve-se tomar cuidado com as medidas realizadas com a trena, pois a variação é muito sensível, muitas vezes pode ser necessário fazer aproximações. - Deixando as caixas de inserção de valores numéricos em branco (quando considerado a resistência do ar) para o coeficiente de arrasto e altitude, assim como, a massa e o diâmetro, o simulador dispara e o projétil fica com altura e alcance indefinidos. - Da mesma forma ocorre se deixar em branco os campos: ângulo e velocidade inicial.
Observações adicionais	<p>Destinar um espaço de tempo para os estudantes conhecerem o simulador, depois propor as possíveis atividades.</p> <p>O simulador aceita valores negativos para a massa, diâmetro, velocidade inicial.</p>

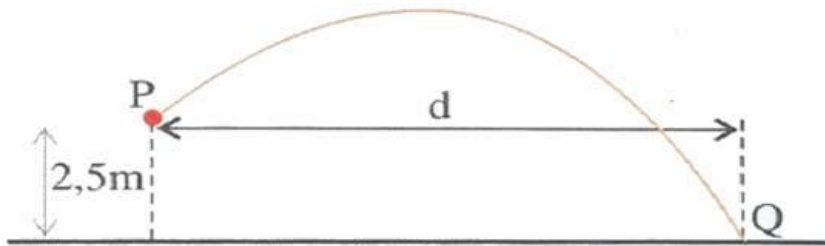
	O simulador possui limitações, dessa forma é interessante sempre verificar/testar antes as possibilidades de atingir os objetivos que serão propostos.
--	--

SUGESTÕES DE ATIVIDADES PARA OS ESTUDANTES

Questões para um primeiro contato com o simulador	<ul style="list-style-type: none"> - Posicione o canhão e tente acertar o alvo (observação: sem mover o alvo, mover somente outras variáveis). - Você conseguiu atingir o alvo? se sim. Quantos disparos foi realizado para atingir o alvo? - Quais variáveis você modificou para atingir o alvo? Por que?
Questões teóricas	<ul style="list-style-type: none"> - Por que os atletas de lançamento de dardos geralmente utilizam sempre o mesmo ângulo? - Utilize o simulador e tente desvendar que ângulo é esse?

Questões com ferramentas matemáticas

- ¹Uma pedra é arremessada do Ponto P com uma velocidade de 10 m/s numa direção que forma um ângulo de 45 graus com a horizontal, atingindo o ponto Q conforme indicado no esquema



Considerando que a resistência do ar é desprezível, a distância d indicada no esquema, em metros, é um valor mais próximo de, (resolva utilizando o simulador):

- (A) 2.4
- (B) 7.1
- (C) 12
- (D) 14
- (E) 24

- Um objeto qualquer com massa de 10 kg e diâmetro de 5 metros é lançado na direção horizontal, de uma altura aproximada 7,2 metros de altura em relação ao solo, com velocidade de 15 m/s. Desprezando a resistência do ar e adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$. Determine:

Dica: Inicialmente posicione a altura do canhão como pede o exercício (7,2 m), em seguida verifique com a trena se está correto, escolha o ângulo 0° pois será lançada na direção horizontal, digite o valor da velocidade, da massa e o diâmetro.

Obs. : Não esqueça de preencher o valor com a respectiva unidade.

- O valor do peso ($|p| = m \cdot |g|$) do objeto é: _____. Assim como a medida do raio ($r = d/2$) é _____.
- O tempo de queda **sem** resistência do ar é _____.
- A distância horizontal percorrida, ou seja, o alcance da bola de futebol na direção horizontal **sem** resistência do ar é _____.
- Agora considere a resistência do ar (**resistência do ar**). O valor encontrado para o alcance **com** resistência do ar é _____, o tempo de queda com resistência do ar é _____.
- Que conclusões você pode chegar em relação aos dados anteriores:

➤ Escolha uma altura para o canhão e anote abaixo, posicione o alvo para acertar. Utilize sem resistência do ar.

- Altura do canhão: _____. Distância do alvo em relação ao eixo vertical _____. Ângulo do canhão _____. Deixe estes dados fixos e anotem na tabela abaixo os valores encontrados para:

Objeto	Massa (kg)	Diâmetro (m)	Alcance (m)	Altura (m)	Tempo (s)
Bala de canhão					
Bola de golfe					
Bola de baseball					
Bola de boliche					
Bola de futebol					
Abóbora					
Humano adulto					
Piano					
Chevrolet					

- A partir dos dados acima que conclusões vocês podem verificar:
- Com a mesma altura e distância do alvo e o mesmo ângulo do canhão, utilize agora com resistência do ar, (**resistência do ar**), anote os valores encontrados na tabela abaixo:

Objeto	Coefficiente de arrasto	Alcance (m)	Altura (m)	Tempo (s)
Bala de canhão				
Bola de golfe				
Bola de baseball				
Bola de boliche				
Bola de futebol				
Abóbora				
Humano adulto				
Piano				
Chevrolet				

- Compare as duas tabelas sem resistência do ar e com resistência do ar, que conclusões você pode chegar após a análise dos dados:

*relacione os termos dispostos na colunas: massa, diâmetro, alcance, tempo, coeficiente de arrasto.

Questões para um possível debate (aula dialogada)

- ✓ Desprezando a resistência do ar, (quando acertar o alvo), escolhendo qualquer outro o objeto e não modificando as condições iniciais da posição do alvo, nem do ângulo do canhão, assim como não alterar a velocidade inicial. O alvo será atingido com qualquer outro objeto? Por que?
- ✓ Agora faça da mesma forma só que considere a resistência do ar. O alvo será atingido com qualquer outro objeto? Por que?

Questões que relacionam com situações do dia a dia do estudante

- ²Um jogador chuta uma bola imprimindo a ela uma velocidade inicial de módulo 30 m/s. Desprezando a resistência do ar sobre o movimento da bola e sabendo que ela deixou o solo sob um ângulo de 30°, considerando o valor da aceleração gravitacional 10 m/s², manipule os dados no simulador e responda as questões:
 - a) O tempo para a bola retornar ao solo.
 - b) A altura máxima vertical para a bola retornar ao solo.
 - c) O alcance máximo na horizontal.
 - d) Calcule com as expressões matemáticas as questões a, b e c e compare os resultados. A que conclusões você pode chegar. Discuta com os colegas.

Questões para o estudante tentar identificar alguma limitação do simulador (desenvolver o pensamento crítico)

- Deixe o espaço em branco para o ângulo e verifique o que acontece após o lançamento.
- Agora deixe em branco o espaço para velocidade inicial e verifique o que acontece. Depois deixe em branco também o espaço do diâmetro.
- Agora insira o número zero nos campos que tinham deixado em branco, verifique e descreva o que acontece.
- Tente explicar o que você observou nas questões anteriores.

Questões para identificar se o estudante “gostou” de trabalhar com o simulador

- Em que momento da aula você aprendeu mais? Por que?
- O uso do simulador contribuiu para o seu aprendizado? Como?
- O simulador ajudou na resolução das questões propostas?

– Escreva um pequeno parágrafo reflexivo sobre a aula realizada com o uso do simulador, com as expressões “que bom”, “que tal”, “que pena”.

– Você gostaria de mais aulas com o uso de simuladores? Por que?

REFERÊNCIAS

¹Problemas resolvidos. Disponível em: http://www.fisica.net/problemasresolvidos/cinematica/lancamento_de_projeteis_2.php, acesso em 25 de maio de 2015.

² SANT’ ANNA, Blaidi; et al. Lançamentos no vácuo. In _____. Conexões com a Física. São Paulo: Moderna, 2010. V. 1, capítulo 10, p. 146 – 161.

Delizoicov, DEMÉTRIO; ANGOTTI, José André Peres. **Física**. 2^a ed. revista. São Paulo: Coretz, 1992.