



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE FÍSICA - IF  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
POLO 36

Kleverson Lopes Guimarães

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS**

Kleverson Lopes Guimaraes

## **SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS**

Dissertação apresentada ao Polo 36 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Ensino de Física.

Orientador: Dr. Frederico Passos

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos professores, amigos e familiares que me apoiaram nesse projeto.

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

## SUMÁRIO

4

<b>APRESENTAÇÃO DO PRODUTO .....</b>	<b>5</b>
<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>6</b>
<b>SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....</b>	<b>12</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>23</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>24</b>

## 1- APRESENTAÇÃO DO PRODUTO

A sequência apresentada foi criada com a intenção de se obter o título de Mestre em ensino de Física pela Universidade Federal de Alagoas pelo mestrando Kleverton Lopes Guimaraes, professor da rede estadual de Alagoas e tem como objetivo tornar o aluno protagonista do ensino, pois são eles que atuam no ensino com o auxílio do simulador, deixando o professor como mediador do processo de ensino-aprendizagem. Com o uso do simulador, o professor tem um vasto leque de trabalho, podendo criar simulações para os alunos alcançarem seus objetivos ou também pode atuar como mediador para que tais estudantes criem as próprias simulações, deixando-os trabalharem um dos principais fatores que são cobrados na formação de um cidadão, que é o uso da criatividade. O simulador também pode auxiliar os alunos a entenderem como funciona um processo de programação, no qual eles criam simulações e conseguem juntar o ensino teórico a uma prática. Com o simulador, o professor consegue também cobrir algumas lacunas que são deixadas na aula expositiva, como o de associar o conteúdo a um movimento. Tendo em vista a dificuldade de fazer com que os alunos consigam associar o que é falado em sala de aula a algo do dia a dia, o simulador consegue ser um auxílio ao professor. Além disso, o simulador também se torna um facilitador na parte matemática, pois os alunos não precisam resolver cálculos e montar gráficos no papel, uma vez que a própria máquina consegue fazer esse processo de maneira bastante simples e intuitiva.

## 2- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na nossa sequência usaremos a física do movimento de projéteis associada aos esportes, pois vejo que, se associarmos o assunto teórico e ligarmos ao um tema específico, como esportes, conseguiremos engajar melhor os alunos ao conteúdo. capítulo atual falará sobre a física dos projéteis em geral sem ligarmos a um tema específico.

### MOVIMENTO DE PROJÉTEIS

Se falarmos de uma partícula que se move em um plano vertical com velocidade inicial  $V_0$  e com uma aceleração constante, igual a aceleração de queda livre  $g$ , dirigida para baixo, definimos esse tipo especial de movimento como movimento de projéteis. Muitos esportes tem esse tipo de movimento em seus movimentos, como o futebol ao se cobrar uma falta sobre a barreira, o basquetebol ao se lançar a bola na cesta, entre outros. Esse foi um dos motivos de trazermos esse trabalho para um tema norteador que é o esporte.

Nossa primeira análise será sobre quando esse tipo de movimento não sofre a resistência do ar. Quando o movimento bidimensional não sofre a influência do ar e com velocidade inicial  $v_0$  podemos descrever a equação da seguinte forma:

$$\mathbf{v}_0 = v_{0x}\hat{i} + v_{0y}\hat{j} \quad (1)$$

As componentes  $V_{0x}$ , e  $V_{0y}$  podem ser calculadas se conhecermos o ângulo  $\theta$  entre  $V_0$  e o semieixo  $x$  positivo:

$$v_{0x} = v_0 \cos\theta \quad \text{e} \quad v_{0y} = v_0 \sin\theta \quad (2)$$

Durante o movimento bidimensional a posição e a velocidade do projétil mudam continuamente, mas o vetor aceleração é constante e sempre dirigido para baixo, ou seja, o projétil não possui aceleração horizontal. Um fator interessante desse tipo de movimento é que o movimento horizontal e o movimento vertical se comportam de forma independentes, ou seja, um não interfere no outro.

## ANÁLISE DO MOVIMENTO HORIZONTAL

Se analisarmos o lançamento de projéteis em duas partes uma no movimento horizontal e uma no movimento vertical, podemos observar algumas características interessantes. Analisando o movimento vertical, como não existe aceleração nessa direção, a velocidade não sofre alteração fazendo assim que a componente  $v_{0x}$  permaneça em todo o seu movimento durante a trajetória. Em qualquer instante  $t$ , o deslocamento horizontal do projétil em relação a posição inicial  $x - x_0$ , é dado por

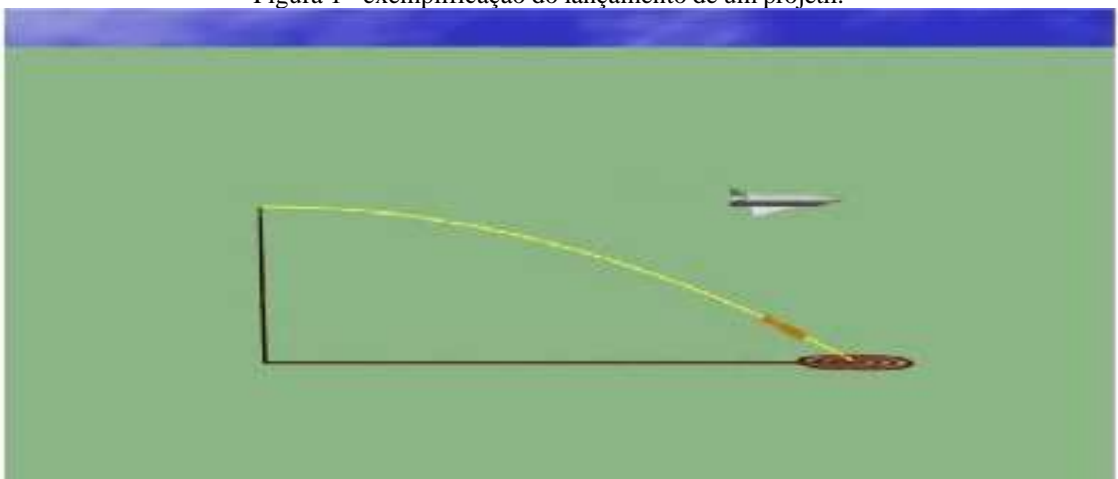
$$x - x_0 = v_{0x}t \quad (3)$$

Substituindo a parte  $x$  da equação 2 na equação 3, temos:

$$x - x_0 = (v_0 \cos \theta)t \quad (4)$$

A figura abaixo demonstra o que foi relatado.

Figura 1 - exemplificação do lançamento de um projétil.



Fonte: casadasciencias.org

Mesmo sendo solto do avião o míssil consegue manter a mesma velocidade no eixo  $x$  do avião. Caindo no solo exatamente abaixo do avião.

## MOVIMENTO VERTICAL

Para o movimento vertical devemos levar em conta a aceleração que o corpo sofre para baixo em todo o movimento, como a aceleração durante o movimento é constante podemos considerar essa parte como um movimento em queda livre com aceleração  $g$  que, como sempre é voltada para baixo, usamos  $-g$  na equação da queda livre, lembrando também de substituir o eixo  $x$  pelo eixo  $y$ . Fazendo essas substituições, temos:

$$y - y_0 = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (5)$$

Substituindo o eixo  $y$  da equação 2 em 5, temos:

$$y - y_0 = (v_0 \text{sen}\theta)t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (6)$$

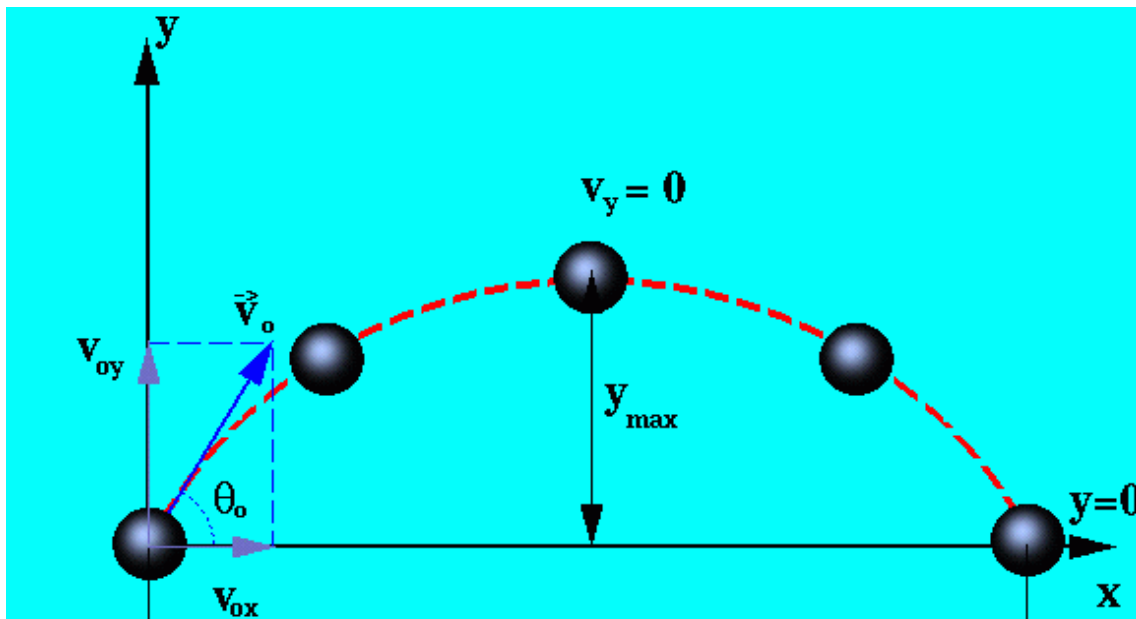
Podemos fazer a mesma relação com as equações da velocidade em função do tempo, onde se tornam:

$$v_y = v_0 \text{sen}\theta - gt \quad (7)$$

$$v_y^2 = (v_0 \text{sen}\theta)^2 - 2g(y - y_0) \quad (8)$$

A figura abaixo exemplifica bem o que está descrito

Figura 1 - representação das velocidades de um lançamento nos eixos y e x



Fonte: app.planejativo.com

Observa-se que a velocidade no eixo y varia a todo instante, inicialmente, quando está se dirigindo para cima, seu módulo diminui continuamente até chegar a zero, que é a altura máxima atingida. Em seguida, a componente vertical da velocidade muda de sentido e seu módulo passa a aumentar com o tempo.

## EQUAÇÃO DA TRAJETÓRIA

Podemos encontrar a equação da trajetória eliminando o tempo das equações 4 e 6. Para fazermos isso isolamos  $t$  na equação 4, onde temos:

$$t = \frac{x-x_0}{v_0 \cos \theta} \quad (9)$$

Substituindo o resultado em 6, temos:

$$y - y_0 = (v_0 \cdot \text{sen}\theta) \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (10)$$

Resolvendo algebricamente, tomando  $y_0 = 0$ , temos:

$$y = x \text{tg} \theta - \frac{gx^2}{2(v_0 \cos \theta)} \quad (11)$$

### ALCANCE HORIZONTAL

O alcance horizontal  $R$  de um projétil é a distância horizontal percorrida pelo projétil até voltar a sua altura inicial que é a altura de lançamento. Para determinar o alcance  $R$  fazemos  $x = x_0 = R$  na equação 4 e  $y - y_0 = 0$  na equação 6, obtendo as equações

$$R = (v_0 \cos \theta)t \quad \text{e} \quad 0 = (v_0 \text{sen}\theta)t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (12)$$

Eliminando  $t$  nas duas equações, temos:

$$R = \frac{2v_0^2}{g} \text{sen}\theta \cdot \cos\theta \quad (13)$$

Usando a identidade  $2\theta = 2\text{sen}\theta \cdot \cos\theta$ , temos:

$$R = \frac{v_0^2}{g} \text{sen}2\theta \quad (14)$$

É importante lembrar que essa equação não fornece o alcance horizontal quando a altura de lançamento é diferente da altura do alcance e que o alcance máximo ocorre quando temos para um ângulo de lançamento 45, exceto quando a altura entre o ponto de partida e chegada são diferentes.

### 3- SEQUÊNCIA DIDÁTICA

**1 - Objetivo:** Avaliar se a utilização de simuladores no ensino de física facilita a aprendizagem numa abordagem de ensino por investigação.

**1.1- Objetivo complementar:** Desenvolver uma alfabetização científica nos alunos.

**2 - Ementa:** Abordar o assunto de lançamento de projéteis utilizando uma simulação de um arremesso em uma cesta de basquete no programa Modellus.

**3 - Habilidades e Competências a Serem Desenvolvidas:** Desenvolver um conhecimento dos assuntos citados na ementa com auxílio visual do simulador.

**4 - Metodologia:** O procedimento da atividade será seguido por duas etapas, a primeira etapa será da explicação do assunto em sala no formato expositivo e segunda etapa da explicação do assunto com o simulador.

Serão designadas quatro aulas em sala de aula, cuja a finalidade é demonstrar, através de uma aula expositiva: os primeiros conceitos de movimento parabólico; fazer com que os alunos tenham o primeiro contato com as fórmulas do assunto e fazer com que eles associem o assunto com acontecimentos que envolvem o conteúdo, inclusive o lançamento de uma bola de basquete.

A segunda etapa, a de aplicação, deverá ser realizada uma semana após, cujo os alunos deverão ser separados em, no máximo, trios para a realização da atividade e será entregue um roteiro produzido, que está no Anexo I. Onde o objetivo principal é fazer com que os alunos consigam associar o conteúdo trabalhado em sala com o simulador. Para essa parte serão designadas 4 aulas, onde a primeira aula tem o objetivo de os alunos conhecerem o programa e as outras duas para que eles manuseiem o programa com o intuito de conseguir aplicar o assunto trabalhado em sala no simulador.

A finalidade é utilizar o simulador para que os alunos investiguem, reforcem e construam conhecimentos acerca dos assuntos citados na ementa.

Após as 8 aulas será aplicado um questionário que será usado para avaliação do que os alunos acharam do uso do simulador para o ensino de física e assim ter a resposta do ponto de vista do aluno.

## **AULA 1**

A primeira aula será a abordagem inicial sobre o tema, sempre buscando os conhecimentos prévios dos alunos. Procurando saber se eles já possuem o conhecimento de movimento e de equação do 2º grau e se sabem aplicar o conhecimento.

O professor pode iniciar a aula com um organizador prévio expositivo, apresentando um panorama geral do sobre o movimento de projéteis e sua aplicação em esportes, antes de aprofundar nos detalhes. Isso ajuda a ativar e/ou construir o arcabouço conceitual necessário para a nova informação.

Durante a exposição do assunto, o professor deve focar em identificar os subsunçores que são os conceitos já existentes na estrutura cognitiva dos alunos e que são relevantes para o tema, como noções de movimento, velocidade, aceleração e função do 2º grau. Após essa exposição o professor deve aplicar o questionário diagnóstico com objetivo de identificar de uma maneira mais eficiente os conceitos prévios que os alunos possuem.

### **ATIVIDADE DIAGNÓSTICA**

- 1- Você sabe o significado de oblíquo?
- 2- Você sabe o significado de parabólico?
- 3- Você já estudou função do 2º grau?
- 4- Quais tipos de movimento são representados por uma função do 2º grau?

O objetivo da primeira aula é de adquirir esses primeiros conceitos, para saber o que os alunos já conhecem para assim introduzir o conceito de lançamento oblíquo para os alunos.

Essa abordagem será feita de forma expositiva, onde o professor, de uma maneira geral, abordará a turma para compreender o conhecimento prévio dos alunos com as 4 perguntas norteadoras e, ao surgimento de questionamentos, responde-los.

## **AULA 2**

Essa aula terá como objetivo principal a resposta da atividade diagnóstica, explicando aos alunos o conceito de oblíquo e parabólicos, onde será tratado o significado da palavras e o motivo delas serem usadas em um tipo de lançamento. É importante que o professor aborde um significado mais amplo e depois detalhe como ele se aplica ao tipo de movimento que vai ser abordado para uma melhor organização do conteúdo na mente do aluno

Na revisão da função de 2º grau o professor deve enfatizar que esse conceito matemático é fundamental para descrever e entender a trajetória parabólica do lançamento de projetéis e tentar conectar esse conhecimento prévios com o novo conteúdo que vai ser ensinado.

## **AULA 3**

Início do conteúdo de lançamento oblíquo, onde de forma expositiva será tratado o conteúdo com os alunos, demonstrando o conceito as equações e as aplicações que esse tipo de movimento possui. É importante que antes de apresentar as equações do lançamento oblíquo o professor compare o movimento horizontal e o vertical enfatizando as semelhanças e as diferenças para evitar que os alunos confundam os assuntos.

Ao demonstrar as equações o professor deve conseguir que os alunos consigam associar o assunto com sua realidade, é importante que eles consigam associar as equações trabalhadas com o tema abordado, por exemplo, associar as equações trabalhadas com o lançamento de uma bola de basquete para acertar a cesta.

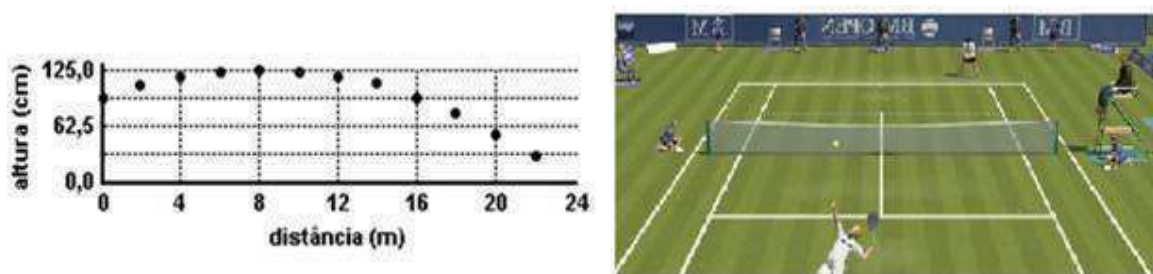
## **AULA 4**

A aula 4 será de resoluções de exercícios de forma expositiva no quadro. Ao resolver os exercícios o professor deve guiar os alunos para que identifiquem os subsunçores necessários para resolução e guia-los para usarem seus conhecimentos prévios para abordar os problemas. Os exercícios que serão resolvidos em sala, usaram um tema central que é o de esportes, e tem como objetivo associar o tema trabalhado com algo do cotidiano dos alunos.

## EXERCÍCIOS

- 01- Uma bola de tênis rebatida numa das extremidades da quadra descreve a trajetória representada na figura a seguir, atingindo o chão na outra extremidade da quadra. O comprimento da quadra é de 24 m.

Figura 2 – Exemplificação em gráfico da altura atingida pela bola de tênis



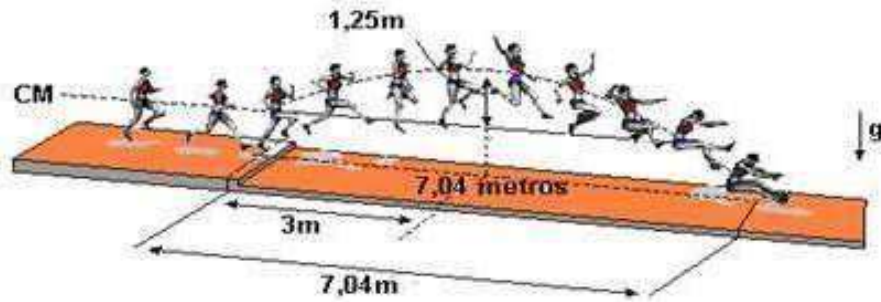
Fonte: tutordobrasil.com.br

- a) Calcule o tempo de voo da bola antes de atingir o chão. Desconsidere a resistência do ar nesse caso.
- b) Qual é a velocidade horizontal da bola no caso acima?

02-O salto que conferiu a medalha de ouro a uma atleta brasileira, na Olimpíada de 2008, está representado no esquema ao lado, reconstruído a partir de fotografias múltiplas. Nessa representação está indicada, também, em linha tracejada, a trajetória do centro de massa da atleta (CM).

Utilizando a escala estabelecida pelo comprimento do salto, de 7,04 m, é possível estimar que o centro de massa da atleta atingiu uma altura máxima de 1,25 m (acima de sua altura inicial), e que isso ocorreu a uma distância de 3,0 m, na horizontal, a partir do início do salto, como indicado na figura. Considerando essas informações, estime:

Figura 3 – Exemplificação das variáveis em um salto a distância

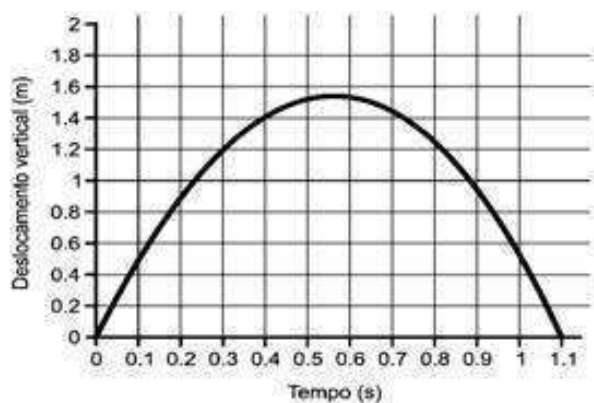


Fonte: fisicaestibular.com.br

- a) O intervalo de tempo  $t_1$ , em s, entre o instante do início do salto e o instante em que o centro de massa da atleta atingiu sua altura máxima.
- b) A velocidade horizontal média,  $V_H$ , em m/s, da atleta durante o salto.

03-O famoso salto duplo twistcarpado de Daiane dos Santos foi analisado durante um dia de treinamento no Centro Olímpico em Curitiba, através de sensores e filmagens que permitiram reproduzir a trajetória do centro de gravidade de Daiane na direção vertical (em metros), assim como o tempo de duração do salto.

Figura 4 – Gráfico do deslocamento vertical versus tempo



Fonte: fisicaestibular.com.br

Figura 5 – Daiane Santos em um salto



Fonte: fisicaevestibular.com.br

De acordo com o gráfico, determine:

- a) A altura máxima atingida pelo centro de gravidade de Daiane.
- b) A velocidade média horizontal do salto, sabendo-se que a distância percorrida nessa direção é de 1,3m.

As questões escolhidas são relacionadas ao esporte, com o objetivo de ligar o conteúdo a algo em que os alunos tem conhecimento, sabem como acontece na prática e que, na sala de aula, ele vai aprender como isso é explicado pela física

## AULA 5

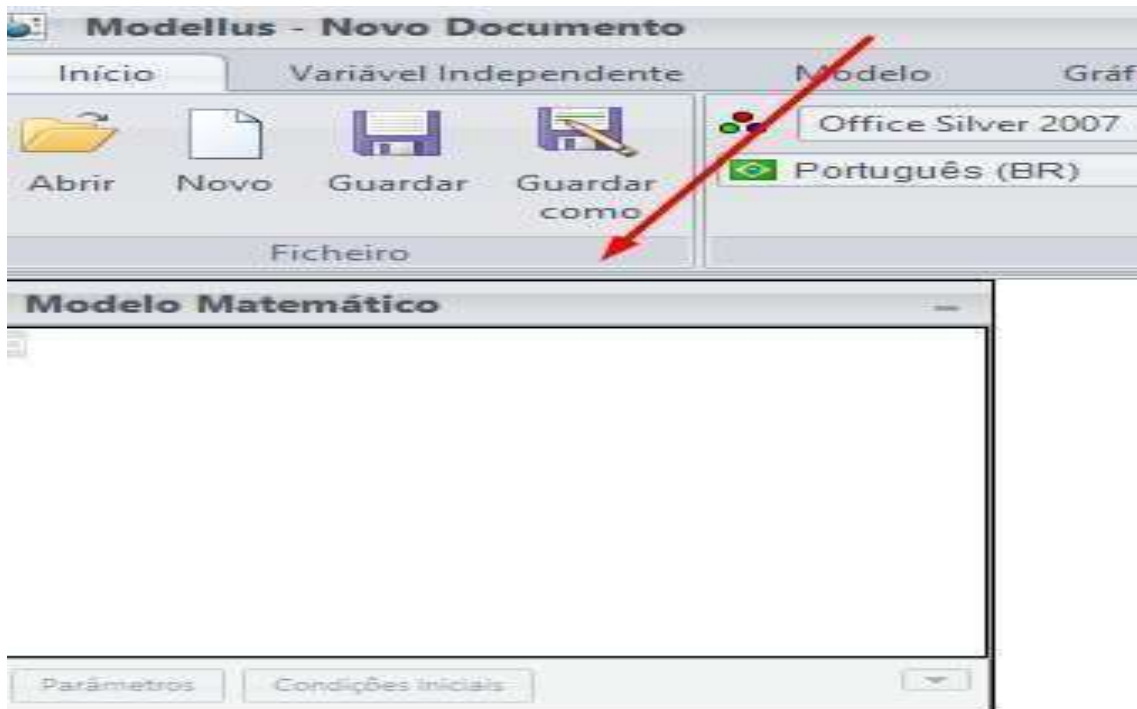
Na aula 5 o aluno terá seu primeiro contato com o simulador e o professor deverá antes de uma exploração livre pelo aluno, fornecer uma explicação sobre o simulador, explicar sua finalidade, suas principais funcionalidades e como ele se relaciona com o conteúdo que está sendo abordado. Também é importante conectar o simulador com a ideia de um laboratório virtual que tem como objetivo auxiliar os alunos na compreensão de conceitos complexos sem a necessidade de cálculos manuais ou equipamentos físicos. O professor pode dividir a aula em três momentos.

**MOMENTO 1** – Mostrar uma simulação qualquer já pronta com objetivo de os alunos verem o que o simulador faz, onde o professor vai mostrar a simulação e os gráficos gerados.

**MOMENTO 2**- No passo 2 os alunos terão o primeiro contato com o simulador,

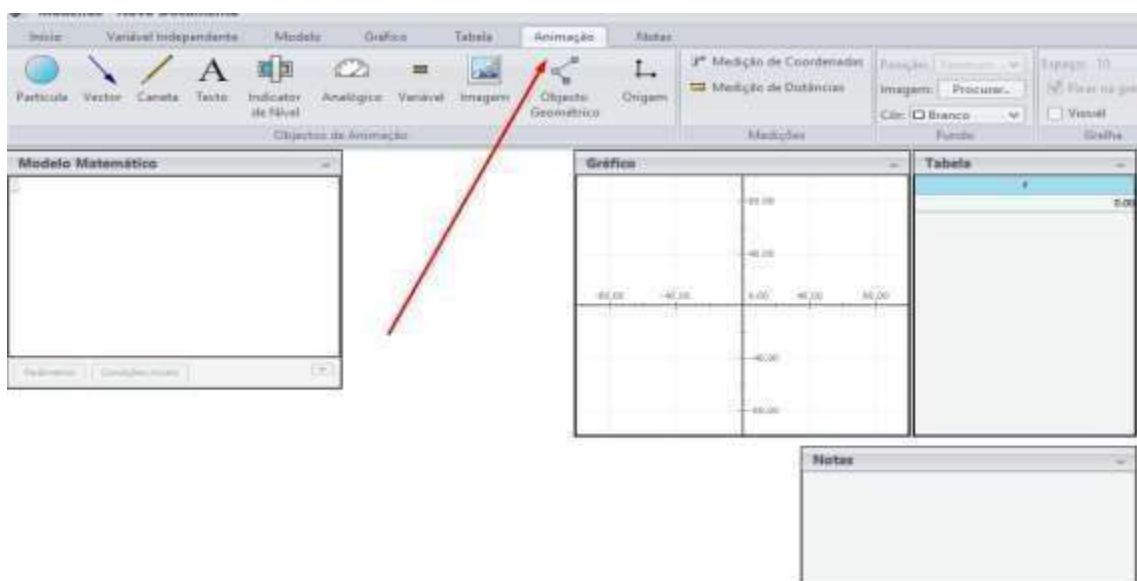
onde o professor deverá mostrar detalhadamente os tópicos “modelo matemático”, “animação” e mostrar os elementos de simulação que o programa dispõe.

Figura 6 – Interface do Simulador Modellus



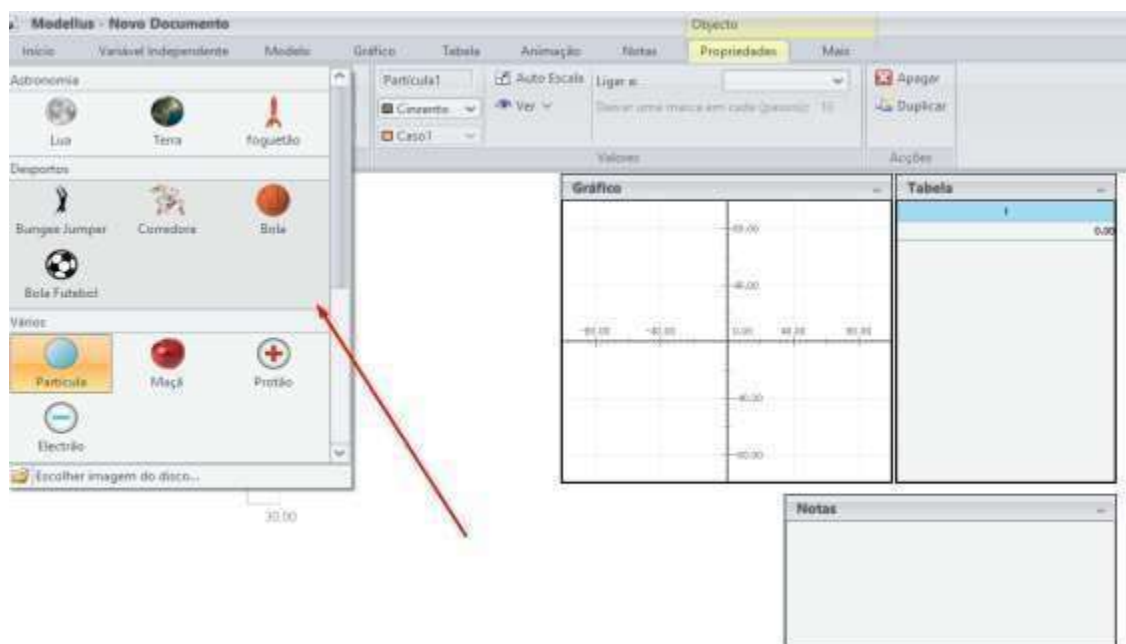
Fonte: Simulador Modellus

Figura 7 - Interface do Simulador Modellus



Fonte: Simulador Modellus

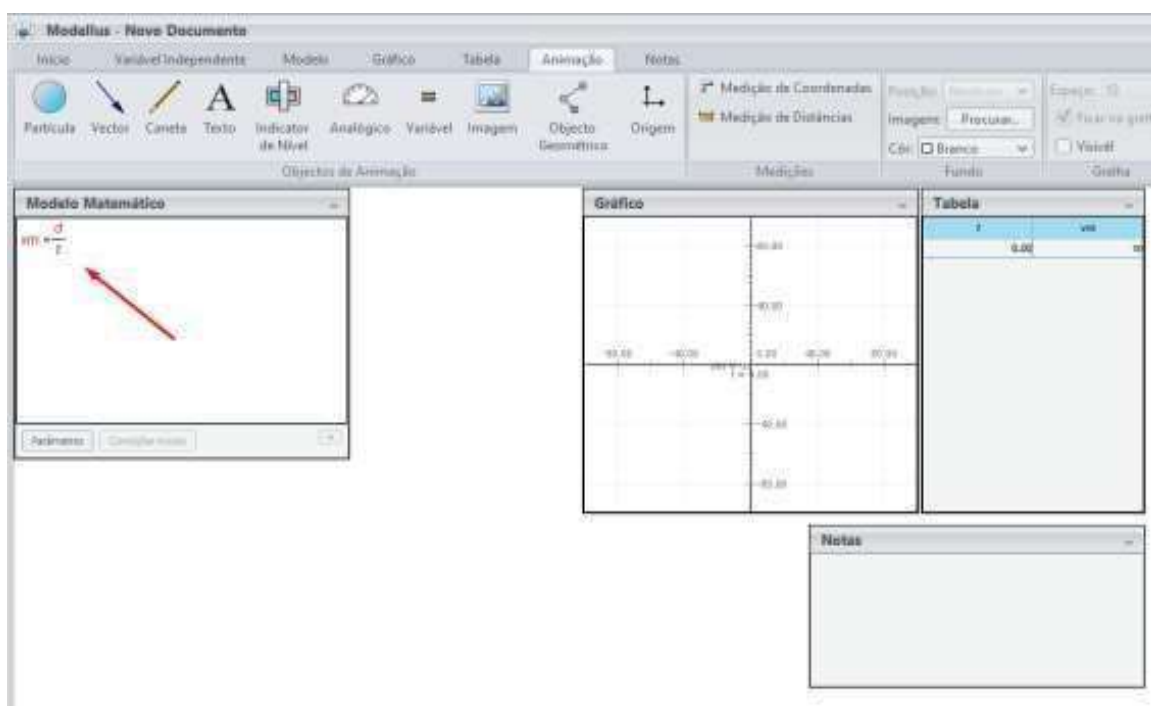
Figura 8 - Interface do Simulador Modellus



Fonte: Simulador Modellus

MOMENTO 3- Os alunos começam a utilizar o simulador nessa parte, onde vão escrever o modelo matemático nesse passo. O objetivo é o aluno observar que o modelo matemático está correto ou não de acordo com como o programa mostra. Nesse caso pode deixar a equação mais simples, por exemplo, a equação de velocidade média.

Figura 9 - Interface do Simulador Modellus



Fonte: Simulador Modellus

## AULA 6

Na aula 6 o aluno terá o objetivo de escrever e colocar para funcionar a simulação de um movimento oblíquo. Ficando bem à vontade sobre o que ele vai fazer, se vai usar uma bola um vetor ou algo tipo. O desafio de criar a própria simulação permite que os alunos experimentem e descubram as relações entre as variáveis e a representação visual que a simulação mostra, nessa etapa é importante que o professor atue como mediador e ofereça suporte em casos de dificuldade com o simulador, sempre com o objetivo da aprendizagem do conteúdo.

## AULA 7

Na aula 7 o aluno deverá montar uma simulação de movimento oblíquo e, além dos passos anteriores feitos na aula 6, o aluno deverá montar uma simulação com a imagem. Nessa aula os alunos tem com objetivo conectar o assunto abordado em sala de aula com uma situação real. O professor assume o papel de mediador sempre oferecendo suporte para os alunos em caso de dificuldade no uso do simulador. Nessa etapa é essencial que os alunos mudem os parametros e observem como esses parametros afetam a simulação, o professor pode mostrar também as mudanças que ocorrem no gráfico

quando os parâmetros são alterados, facilitando assim a relação que o aluno deve alcançar que é do conteúdo trabalhado em sala com a aplicação do simulador e a própria realidade do aluno.

## AULA 8

Na aula 8 o aluno irá trabalhar com uma simulação pronta, que tem como objetivo aplicar os conhecimentos adquiridos pelos alunos e que eles observem uma aplicação na prática do que aprenderam.

A simulação pronta, os alunos têm como objetivo acertar a cesta de basquete na simulação. Como mostra a figura 10. Nesse passo a simulação já está pronta e o aluno seguirá os passos abaixo:

Figura 10 – Simulação no simulador Modellus



Fonte: Simulador Modellus

### PASSO 1

Atribua valores para os valores, com o objetivo de deixar a posição em função do tempo, após isso inicie a simulação.

O que você observou?

---

### PASSO 2

Atribua valores diferentes do que você usou no passo 1 e observe o que aconteceu.

Você atribuiu valores maiores ou menores?  
O que aconteceu com a simulação em comparação ao passo anterior?

---

### PASSO 3

Atribua um sinal de menos no modelo matemático.

O que aconteceu?

---

### PASSO 4

Atribua valores com o objetivo de acertar a cesta.

Quais valores você encontrou?

---

## QUESTIONÁRIO FINAL

- 1- Quais os pontos positivos que você achou do simulador Modellus?
- 2- Quais as diferenças entre a aula sem o uso do simulador e com o simulador?
- 3- O que você achou do uso do simulador?
- 4- Você conseguiu compreender os conceitos do lançamento de projéteis?
- 5- Qual aula sobre o lançamento de projéteis você preferiu? Com ou sem o uso do simula- dor

Cite algumas dificuldades que você sentiu no uso do simulador?

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É esperado com essa sequência que o professor tenha uma alternativa a mais para conseguir atingir seu objetivo em sala de aula. O formato da sequência possui uma vantagem importante para área de ensino, o professor pode adequar a sequência a realidade da sua escola, por exemplo, pode usar dispositivos que projetem a imagem em casos que a escola não possua computadores para serem usados. É importante ressaltar que ao incorporar as ações da sequência didática as teorias de Ausubel, a sequência tem maior probabilidade de promover uma aprendizagem mais profunda e duradoura, fazendo com que os alunos relacionem o que está sendo mostrado em sala de aula com o cotidiano deles e não apenas memorizando fórmulas e equações, fazendo com que os alunos compreendam de maneira efetiva os conceitos e aplicações.

## REFERÊNCIAS

**HALLIDAY, D.; RESNICK, R.** *Fundamentos de Física: Mecânica*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, [s.d.].

**MENDES, J. F.; COSTA, I. F.; SOUSA, C. M. S. G.** O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 34, n. 1, 2012. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/>. Acesso em: 16 jun. 2024

**MACHADO, A. F.; COSTA, L. M.** A utilização do software Modellus no ensino da Física. *Interagir*, n. 14, p. 45–50, 2009. Rio de Janeiro.

**MANTOVANI, S. R.** Sequência didática como instrumento para a aprendizagem significativa do efeito fotoelétrico. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)**, 11., 2017, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: ABRAPEC, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1561-1.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2025