

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CAMPUS NATAL – CENTRAL/DIRETORIA DE PESQUISAS E INOVAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
POLO 10

Kelly Moura dos Santos

**PRODUTO EDUCACIONAL**

SEQUÊNCIA DIDÁTICA MEDIADA PELO SOFTWARE MODELLUS:  
UM ESTUDO DO LANÇAMENTO OBLÍQUO SOB A INFLUÊNCIA DO AR.

NATAL  
2022

Kelly Moura dos Santos

SEQUÊNCIA DIDÁTICA MEDIADA PELO SOFTWARE MODELLUS:  
UM ESTUDO DO LANÇAMENTO OBLÍQUO SOB A INFLUÊNCIA DO AR.

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: Proposta didática mediada pelo software Modellus: Um estudo do lançamento oblíquo sob a influência do ar, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 10 – IFRN / Campus Natal Central, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(es):

Dr. Antonio Marques dos Santos

Dr. Calistrato Soares da Camara Neto

Natal  
2023

## **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

|                                           |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| <b>1. APRESENTAÇÃO .....</b>              | <b>4</b>  |
| <b>2. PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>       | <b>5</b>  |
| 2.1 Simulador computacional .....         | 8         |
| 2.2 Simulador de lançamento oblíquo ..... | 8         |
| <b>3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD) .....</b>   | <b>15</b> |
| <b>4. REFERÊNCIAS .....</b>               | <b>19</b> |
| APENDECE A .....                          | 20        |
| APENDICE B.....                           | 23        |
| APÊNDICE C.....                           | 26        |

## 1. APRESENTAÇÃO

O uso das tecnologias digitais no ensino tem se intensificado cada vez mais, sendo adotada como medida de melhoria do desenvolvimento de ensino e aprendizagem dos alunos, além de promover o aperfeiçoamento dos professores.

A disciplina de Física, assim como a química e matemática são vistas como algo difícil de ser compreendido, isto é, os alunos costumam apresentar maiores dificuldades em tais áreas de conhecimento. E diante desse contexto, pode-se destacar que várias são as causas que contribuem para essa realidade e circunstância, causas que não englobam apenas ação dos alunos, mas também dos professores. Pois é necessário haver metodologias de ensino que instigam o interesse participativo dos alunos durante as aulas, estendendo-se a experiências posteriores e extraclases. Para Teodoro e Veit (2002): “Na prática, física representa para o estudante, na maior parte das vezes, uma disciplina muito difícil, em que é preciso decorar fórmulas cuja origem e nacionalidade são desconhecidas. A introdução de modelagem no processo ensino/aprendizagem tende a desmistificar esta imagem da Física, possibilitando uma melhor compreensão do seu conteúdo e contribuindo para o desenvolvimento cognitivo em geral” (Teodoro & Veit, 2002).

Diante da necessidade de inovação para um melhor desempenho dos alunos durante as aulas, a tecnologia atua como uma forte aliada nesse processo, e por este motivo o presente trabalho em âmbito curricular específico, dentro do seu objetivo geral busca sugerir melhorias no processo de ensino de Física, tendo como base referencial o lançamento oblíquo, que é um conteúdo programático inicial do ensino médio. Contando assim com a utilização do software Modellus, uma vez que o uso da tecnologia atua como um significativo processo metodológico para a abordagem dos conceitos físicos, cabendo a concomitância da teoria com a prática.

Pensando nisso, este material, desenvolvido para os professores de Física, apresenta uma proposta de produto educacional que vem sendo desenvolvido ao longo do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, dentro do Programa de Pós- Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Rio Grande do Norte – IFRN, Campus Natal Central, intitulado “SEQUÊNCIA DIDÁTICA MEDIADA PELO SOFTWARE MODELLUS: UM ESTUDO DO LANÇAMENTO OBLÍQUO SOB INFLUÊNCIA DO AR”.

sob orientação do Prof. Dr. Antônio Marques dos Santos e coorientação do Prof. Dr. Calistrato Soares da Câmara Neto. Nele, propõe-se que o aluno tenha um papel ativo e a curiosidade aguçada por meio de um recurso didático tecnológico desenvolvido para auxiliá-lo no processo de ensino e aprendizagem de alguns conteúdos da cinemática.

## **2. PRODUTO EDUCACIONAL**

A proposta do produto, que está sendo desenvolvido durante o Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, trata-se de uma sequência didática, direcionada aos estudantes da 1ª série do Ensino Médio, com objetivo de introduzir, de modo dinâmico, intuitivo e sequencial o conteúdo de Lançamento Oblíquo, utilizando um simulador computacional que foi desenvolvido no Software Modellus. A sequência didática tem o intuito de apresentar o Software Modellus como uma ferramenta tecnológica facilitadora no processo de ensino e aprendizagem. Esse trabalho foi elaborado considerando o conhecimento prévio dos alunos, ou seja, o que os alunos já sabiam antes da abordagem do assunto de acordo com a teoria cognitiva construtivista de David Ausubel. Segundo Ausubel, para haver aprendizagem significativa é preciso fazer uma ponte entre a estrutura cognitiva do aluno e o novo conhecimento

### **O Software Modellus**

O Modellus é um software computacional concebido para fins educacionais nas áreas de Ciências e Matemática. Desenvolvido inicialmente por Vitor Duarte Teodoro da Universidade de Lisboa em Portugal, com a colaboração de João Paulo Duque Vieira e Felipe Costa Clérico. O Modellus é um ambiente computacional que permite a construção e simulação de modelos, de fenômenos físicos, químicos e matemáticos, utilizando equações que representam esses fenômenos. Desta forma o usuário descreve o modelo matemático que representa o fenômeno, e o Modellus realiza a simulação computacional deste. Além disso, o software é livre, de fácil instalação e desinstalação. Possui versão em português para Windows e Linux, e o seu download pode ser realizado de forma gratuita no endereço eletrônico <https://intra.fr-gym.dk/downloads/Modellus.html>, em diversas versões disponíveis para os sistemas operacionais Windows, Linux e MAC OS.

A versão do Modellus utilizada neste trabalho foi a versão mais recente, isto é, a versão X 0.4.05, ilustrada na Figura 1.

Figura 1 - Versão do software Modellus



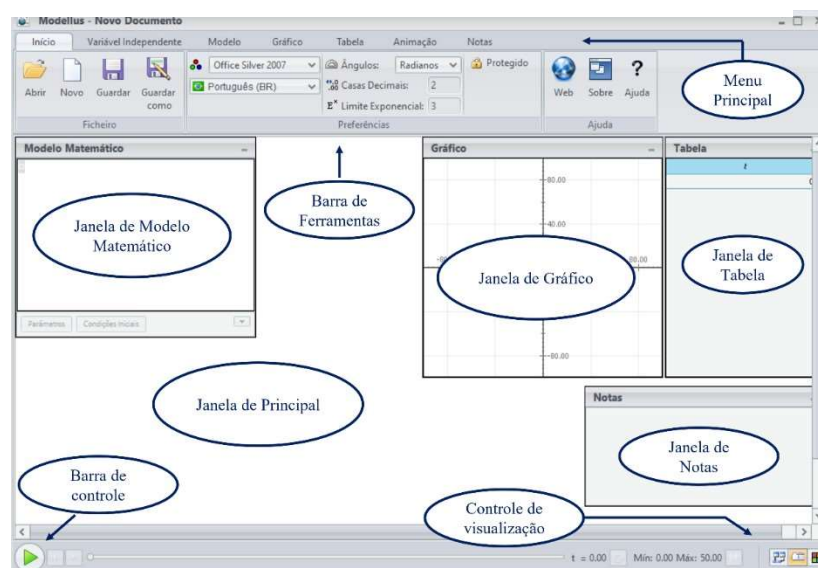
Fonte: Autor (2022)

### Interface gráfica

Ao abrir o software observa-se a sua interface gráfica, que apresenta a seguinte organização conforme ilustrado na Figura 2. Na barra superior do programa contém o nome do arquivo, e os botões para minimizar, maximizar e fechar a janela principal. Abaixo desta barra, o software Modellus apresenta, por padrão, um menu principal (que será utilizada para montar animações, inserir imagens), uma barra de ferramentas, uma barra de controle, três botões para controle de visualização e cinco janelas, sendo uma principal, uma de modelo matemático, de gráfico, de tabela e de notas.

A funcionalidade de cada um desses itens, citados no parágrafo anterior, que compõem a interface gráfica do software é apresentada de forma resumida na tabela 1,

Figura 2 - Interface gráfica



Fonte: Autor (2022)

Tabela 1 - Breve resumo de funcionalidade das principais ferramentas que compõem a Interface gráfica do software Modellus X 0.4.05.

|                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Menu principal:</b> é composto por botões (Início, Variável independente, Modelo, Gráfico, Tabela, Animação e Notas) que permite a alternância entre as ferramentas disponíveis no software.</p>                                  |
| <p><b>Barra de ferramentas:</b> onde localiza-se as diversas ferramentas que possibilita configurar as animações e simulações a serem desenvolvidas.</p>                                                                                |
| <p><b>Janela principal:</b> ambiente onde ocorre a exibição da simulação como um todo.</p>                                                                                                                                              |
| <p><b>Janela de modelo matemático:</b> é a principal caixa de comando do programa. Nela podemos escrever as equações do fenômeno que queremos estudar e a partir daí fornecer os valores para as variáveis envolvidas na modelagem.</p> |
| <p><b>Janela de gráfico:</b> onde são exibidos e plotados os gráficos em tempo real.</p>                                                                                                                                                |
| <p><b>Janela de tabela:</b> aqui são exibidos em tempo real a partir de uma variável independente os valores das variáveis envolvidas na modelagem.</p>                                                                                 |
| <p><b>Janela de notas:</b> ambiente disponível para anotações.</p>                                                                                                                                                                      |
| <p><b>Barra de controle:</b> aqui é onde ocorre o controle da variável independente. Onde temos um botão play, um botão de progresso, um botão pause, um botão de voltar e um botão que nos permite resetar a simulação.</p>            |
| <p><b>Botões para controle de visualização:</b> são três ícones que servem para minimizar as dependências do programa, isto é, permite o controle da visualização principal do software.</p>                                            |

Fonte: Autor, (2022).

## **2.1 Simulador computacional**

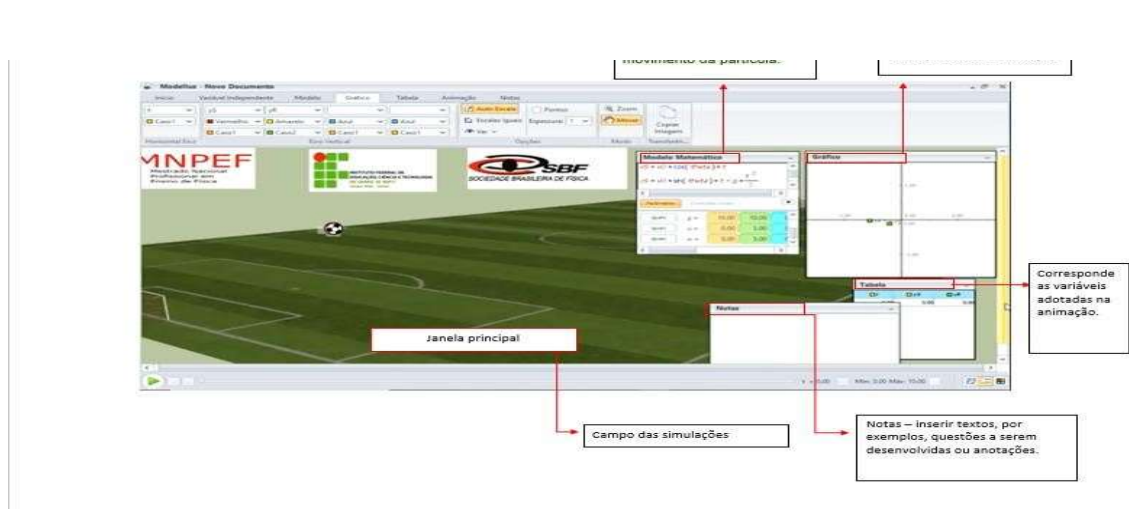
O simulador computacional, desenvolvido ao longo deste produto educacional, foi planejado e elaborado para ser integrado à sequência didática e auxiliar os professores de Física no ensino e aprendizagem de alguns conteúdos da cinemática. Para tanto foi elaborada uma simulação para aprendizagem do lançamento oblíquo de projéteis. A Física envolvida no lançamento de projéteis é ilustrada pelo uso de simulação em computador, usando o programa MODELLUS. Utilizando uma abordagem qualitativa, este trabalho tem como objetivo ensinar para os alunos o lançamento de projéteis de acordo com esta proposta alternativa. No endereço <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1-tTWvJq6ZnLBkaxzHYfIXyH5aDLQ4V-1> encontra-se disponível para download o instalador do software Modellus e o simulador aqui desenvolvido.

## **2.2 Simulador de lançamento oblíquo**

### **Interface**

O simulador de lançamento oblíquo foi modelado no software Modellus. Planejado para permitir aos estudantes da 1ª Série do Ensino Médio explorar e desenvolver de maneira dinâmica o Lançamento Oblíquo de projéteis. Na figura 3, que mostra a interface do simulador, podemos visualizar que é composta por cinco janelas, uma principal na qual foi desenvolvida a simulação, outra com o modelo matemático que executa o fenômeno a ser estudado, duas que permitem a visualização de dados em tempo real através dos gráficos e tabela e por fim uma janela destinada a anotações.

Figura 3 - Interface do simulador



Fonte: elaborada pelo autor (2022)

## O Modelo

O modelo matemático de lançamento oblíquo aplicando a simulação usada nesse estudo possui duas situações distintas: (i) as equações do movimento desprezando a presença da resistência do ar, (ii) as equações do movimento considerando a resistência do ar.

## LANÇAMENTO OBLÍQUO SEM RESISTÊNCIA DO AR

Usando o Princípio de Galileu, podemos decompor o lançamento oblíquo nas direções horizontal e vertical. Considerando que durante o movimento da bola a resistência do ar é desprezível e que ela esteja somente sob a ação da gravidade, podemos afirmar que: na direção horizontal, o movimento é uniforme e na direção vertical o movimento é uniformemente variado.

A análise matemática do movimento consiste em tratar os dois eixos separadamente. Dessa forma obtêm-se equações separadas para o movimento uniforme no eixo horizontal e para o movimento com aceleração constante (Movimento uniformemente variado) no eixo vertical.

Considere uma partícula lançada obliquamente no vácuo, com velocidade  $\vec{v}_0$  segundo um ângulo  $\theta$  em relação a horizontal. Decompondo o vetor  $\vec{v}_0$  nas direções horizontal e

vertical, serão obtidas as componentes vetoriais  $v_{0x}$  e  $v_{0y}$ , respectivamente. A componente horizontal  $v_{0x}$  não é alterada, portanto iremos denotar  $v_x$ . O módulo desses vetores pode ser obtido usando Trigonometria,

$$v_x = v_0 \cos \theta$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \theta$$

A componente horizontal  $v_x$  é constante em módulo, uma vez que a aceleração é  $\vec{a}_x = \vec{0}$ , e portanto, esse movimento será descrito pela função horária do movimento uniforme  $x = x_0 + v_x t$  a velocidade  $v_y$  varia linearmente com o tempo, já que a aceleração é  $\vec{a}_y$  constante e tem módulo igual a aceleração da gravidade. Portanto, esse movimento vertical será descrito pelas mesmas equações do movimento uniformemente variado,

$$y = y_0 + v_{0y} t - g \frac{t^2}{2}$$

$$v_y = v_{0y} - gt$$

Para definirmos o alcance  $A$  do lançamento oblíquo, a partícula ao ser lançada realiza um percurso desde o seu lançamento até o instante que retorna ao mesmo nível horizontal de lançamento. Ao ser lançada a partícula recebe uma velocidade  $v_0$  e faz um certo ângulo com o plano horizontal e a distância da origem até o ponto de mesmo nível horizontal chamamos de alcance.

Fazendo a análise do movimento no plano cartesiano iniciada pelo eixo  $x$  a partícula não está sob ação de forças, sendo assim  $v_f = v_0$ . Logo para o eixo  $x$  dizemos que a partícula pertence ao Movimento Uniforme – MU de modo que utilizaremos a equação da distância para descrever este percurso. Sendo ela,

$$S = S_0 + vt$$

$$S - S_0 = v_{0x} t$$

$$\Delta S = A$$

$$A = v_{0x} t$$

Sabendo que o tempo deve ser o que a partícula permanece no ar e para descobrir esse tempo devemos analisar o eixo  $y$ .

Para o eixo  $y$ , existe uma força contrária ao movimento da partícula que a empurra para baixo, sendo ela, a força da gravidade. Agora, não se trata mais da análise do Movimento Uniforme dessa partícula, e sim do Movimento Uniformemente Variado. Pois, o que causa a variação desse movimento é a gravidade e como característica do MUV a sua aceleração é constante.

Então, o que iremos analisar no eixo  $y$  é o tempo que a partícula passou no ar. Logo, precisamos de uma equação que tenha dentre as suas variáveis o tempo. Sendo assim:

$$\begin{aligned} S &= S_0 + v_{0y}t + a \frac{t^2}{2} \\ 0 &= 0 + v_{0y}t - g \frac{t^2}{2} \\ -g \frac{t^2}{2} &= -v_{0y}t \\ t &= \frac{2v_{0y}}{g} \end{aligned}$$

Substituindo temos,

$$A = v_{0x} \frac{2v_{0y}}{g}$$

A partir das relações trigonométricas podemos escrever,

Para horizontal,

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \frac{v_{0x}}{v_0} \\ v_{0x} &= v_0 \cos \theta \end{aligned}$$

Para vertical,

$$\begin{aligned} \sin \theta &= \frac{v_{0y}}{v_0} \\ v_{0y} &= v_0 \sin \theta \end{aligned}$$

Substituindo na equação do alcance  $A$ ,

$$A = \frac{2v_0^2 \cos \theta \sin \theta}{g}$$

Pela propriedade de identidade trigonométrica sabemos que,

$$2 \cos \theta \sin \theta = \sin 2\theta$$

Então,

$$A = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} + ut$$

Sendo assim, define-se como alcance horizontal  $A$ , a distância horizontal percorrida pela partícula desde o instante em que foi lançada até o instante em que retorna ao mesmo nível horizontal do lançamento. O alcance é dado pela seguinte equação,  $A = \frac{2v_0^2 \cos \theta \sin \theta}{g}$

### LANÇAMENTO OBLÍQUO COM RESISTÊNCIA DO AR

Considere uma partícula lançada obliquamente no vácuo, com velocidade inicial  $\vec{v}_0$  segundo um ângulo  $\theta$  em relação a horizontal. Suponhamos que o vento atue nos seguintes sentidos: i) no mesmo sentido do eixo  $Ox$ ; ii) sentido contrário ao do eixo  $Ox$ ). Uma vez que, apenas o movimento na direção horizontal  $Ox$  será afetado, a componente horizontal  $v_{0x}$  não é alterada, portanto iremos denotar por  $v_x$  o módulo desses vetores pode ser obtido usando Trigonometria.

$$v_x = v_0 \cos \theta + u$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \theta$$

A componente horizontal  $v_x$  é constante em módulo, uma vez que a aceleração é  $\vec{a}_x \neq 0$ , e, portanto, esse movimento horizontal será descrito pela função horária do movimento uniforme  $x = x_0 + v_{0x} + ut$ . A velocidade  $v_y$  varia linearmente com o tempo, já que a aceleração é  $a_y$  constante e tem módulo igual a aceleração da gravidade. Portanto, esse movimento vertical será descrito pelas mesmas equações do movimento uniformemente variado.

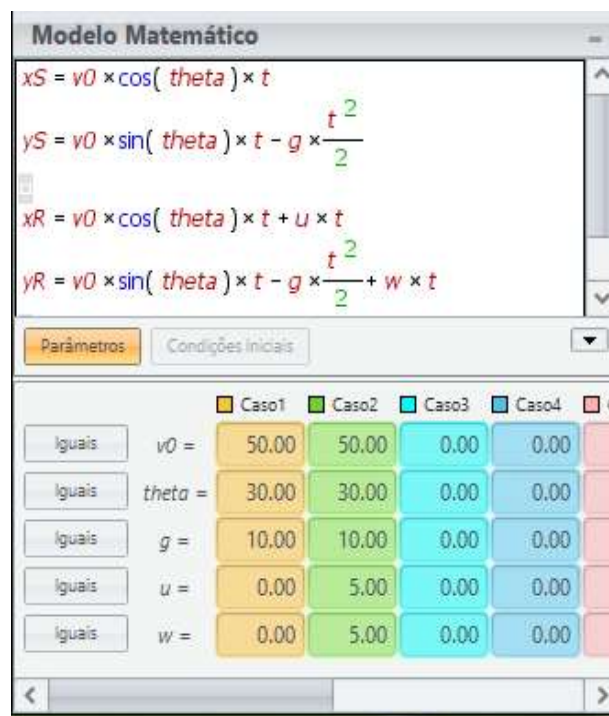
$$y = y_0 + v_{0y} - g \frac{t^2}{2}$$

$$v_y = v_{0y} - gt$$

Agora a definição do alcance horizontal  $A$ , dada pela distância horizontal percorrida da partícula desde o instante em que foi lançada até o instante em que retorna ao mesmo nível horizontal do lançamento somada a velocidade horizontal  $u$ . O alcance é dado pela seguinte equação  $A = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} + ut$

Ao inserirmos as funções horárias do espaço, do lançamento oblíquo sem e com influência do ar, na janela modelo matemático e clicando no ícone interpretar o software analisará as equações e assim estarão prontas para atribuí-las às partículas, que se movimentaram segundo aquelas equações. Em Parâmetros podemos adicionar os valores das constantes  $v_0$ ,  $\theta$ ,  $g$  e  $u$  é a velocidade do ar na horizontal,  $x_S$  e  $x_R$  são as funções horárias sem e com a influência do ar.

Figura 4 - janela modelo matemático



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Ao atribuir as partículas aos dados inseridos na janela Modelo Matemático, iniciarmos a simulação e veremos as partículas se movimentando (Figura 5).

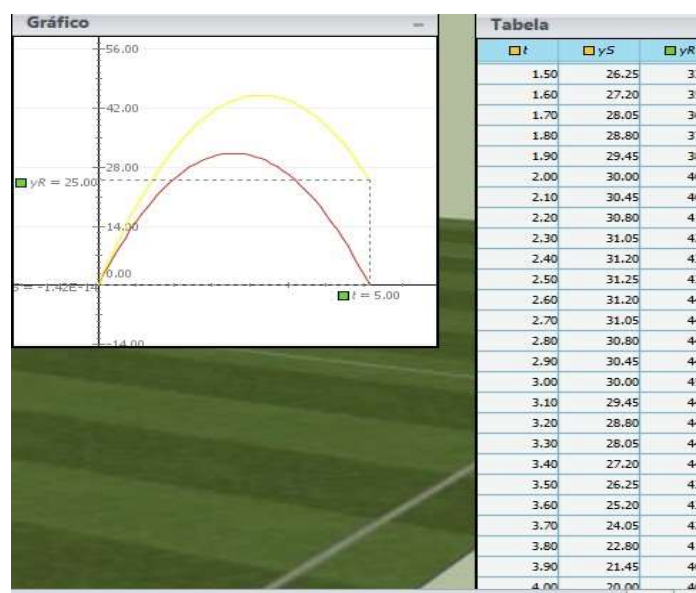
Figura 5 - Simulação com movimento das partículas



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Ainda é possível analisar gráficos e tabelas com dados sobre o movimento (Figura 6).

Figura 6 - Dados do movimento



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

### 3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)

As SD se constituem como uma metodologia em que os conhecimentos desenvolvidos e discutidos durante as atividades são comparados aos saberes prévios seguindo uma estruturação de módulos executados de modo sequenciado. (Labor, Oliveira, 2022).

Para Ramos, Moura e Lavor (2020, p. 6), as SD “são metodologias estruturadas a partir da teoria das situações didáticas e designam um conjunto de atividades que dispõe de etapas ligadas entre si para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais eficiente”. Ugalde e Roweder (2020) fizeram uma revisão sobre as SD como metodologia e observaram que as estratégias possibilitam melhor entendimento dos temas estudados quando estão em concordância com a realidade dos alunos, visto que o objetivo é aprimorar a atividade, contribuindo para uma aprendizagem significativa. Esses autores ainda acrescentam que essa metodologia permite ao professor identificar o conhecimento prévio do aluno e trabalhar na perspectiva de concretização de aprendizagem. (Labor, Oliveira, 2022).

Então, ao utilizar uma SD no processo de ensino e aprendizagem de determinado conteúdo, os saberes iniciais dos educandos são identificados para que os módulos sejam organizados com ferramentas que agreguem um ordenamento lógico de ações, sendo prevista a estruturação de novos conhecimentos. (Labor, Oliveira, 2022).

Com o propósito de amenizar as dificuldades encontradas pelos estudantes de física e despertar o interesse pelo estudo desse campo de conhecimento, buscamos desenvolver atividades experimentais por meio da utilização de simuladores virtuais que possibilitam relacionar as práticas cotidianas aos conceitos físicos.

Para isso, foi desenvolvida uma sequência didática utilizando o Software Modellus como ferramenta tecnológica facilitadora no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de Lançamento Oblíquo e o fenômeno desse movimento (lançamento) com o atrito do ar. E com isso, relacionar a teoria de aprendizagem de David Ausubel considerando os saberes iniciais dos alunos para a organização de cada momento e assim estruturando novos conhecimentos físicos e um significado a partir das situações já conhecidas por eles.

### • PRIMEIRA AULA:

**Tema:** Conceitos básicos de cinemática escalar, movimento retilíneo uniforme e movimento retilíneo uniformemente variado.

**Objetivos:** Aplicar diagnóstico inicial; identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos de movimento; revisar as características dos movimentos.

**Público-alvo:** alunos do primeiro ano do Ensino Médio.

**Tempo/aula:** 45 min.

**Materiais e recursos necessários:** Materiais, equipamentos e recursos necessários: projetor, notebook, utilização do software PowerPoint, apresentação de slides, quadro branco e canetas.

### DESCRIÇÃO DA PRIMEIRA AULA:

Neste primeiro encontro, será apresentado aos alunos o motivo da pesquisa, para que desde o início desse processo conheçam a finalidade dos questionários a serem respondidos. Os procedimentos a serem executados, e o principal objetivo é que eles consigam por meio da proposta apresentada, absorver o conteúdo a ser ministrado, ou seja, uma aprendizagem significativa. Então será aplicado um questionário de diagnóstico inicial, referente aos conceitos que antecedem ao lançamento oblíquo, ou seja, cinemática escalar: referencial, repouso, movimento, trajetória, ponto material, posição, deslocamento, velocidade (velocidade escalar média, velocidade média, velocidade instantânea), movimento retilíneo uniforme (MRU), aceleração e movimento retilíneo uniformemente variado. (Apêndice A), que tem como objetivo identificar os conhecimentos iniciais desses alunos. Feito isso, iniciaremos uma conversa inicial que envolve os conceitos relacionados ao movimento oblíquo, fazendo uma relação de exemplos e situações cotidianas que envolvam esse conceito. Com isso, espera-se a participação dos alunos solicitando a eles a exposição de exemplos sobre o assunto.

### SEGUNDA AULA

**Tema:** Cinemática escalar. Apresentação do conceito de Velocidade média.

**Objetivos:** Resolver problemas sobre velocidade média. Desenvolver habilidades competências nos alunos de resolverem problemas.

**Público-alvo:** Alunos do primeiro ano do Ensino Médio.

**Tempo/aula:** 45 min.

**Materiais e recursos necessários:** Materiais, equipamentos e recursos necessários: projetor, notebook, utilização do software PowerPoint, apresentação de slides, quadro branco e canetas.

### **DESCRIÇÃO DA SEGUNDA AULA:**

O segundo encontro foi destinado ao estudo da velocidade média. O objetivo desta atividade foi possibilitar aos alunos o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, por meio da interação da animação proposta no software Modellus, e, por consequência, que compreendessem os conceitos de velocidade escalar média e aceleração escalar média.

### **TERCEIRA AULA**

**Tema:** Lançamento de projéteis com e sem influência do ar.

**Objetivos:** Ensinar o lançamento de projéteis e suas respectivas equações para que os alunos aprendam sobre o tema. Mostrar o lançamento de projéteis no cotidiano. Mostrar a influência do ar no lançamento de projéteis.

**Público-alvo:** Alunos do primeiro ano do Ensino Médio

**Tempo/aula:** 2 aulas de 45 min.

Materiais e recursos necessários: Materiais, equipamentos e recursos necessários: projetor, notebook, utilização do software PowerPoint, apresentação de slides, quadro branco e canetas.

### **DESCRIÇÃO DA TERCEIRA AULA:**

A terceira aula será expositiva, utilizaremos quadro, canetas além dos recursos do software powerpoint. O assunto sobre lançamento oblíquo será explicado nos seus detalhes. Nesta aula será exposta a Física sobre lançamento de projéteis.

### **QUARTA AULA:**

**Tema:** Simulação de lançamento de projéteis usando o software Modellus.

**Objetivos:** Desenvolver competências e habilidades para os alunos resolverem problemas de lançamento de projéteis através de uma simulação.

**Público-alvo:** Alunos do primeiro ano do Ensino Médio.

**Tempo/aula:** 2 aulas de 45 min.

**Materiais e recursos necessários:** retroprojektor, computador, internet, software Modellus.

#### **DESCRIÇÃO DA QUARTA AULA:**

Utilizando um projetor, será aberto o simulador de lançamento de projéteis no software Modellus. Então os alunos divididos em grupos, terão a atividade de fazer a simulação do lançamento oblíquo, usando os roteiros de aplicação em anexo.

#### 4. REFERÊNCIAS

ANTONIO, Carlos Vieira Ribeiro. **MANUAL PARA DESENVOLVIMENTO DE SIMULAÇÕES EM GEOGEBRA: UM RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE**

**CINEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.** Dissertação (Mestrado Nacional em Ensino de Física) Universidade Federal do Maranhão – UFMA. São Luís, p. 204. 2019.

DANILO, José Oliveira de Araújo. **O SOFTWARE MODELUS COMO FERRAMENTA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA NO ENSINO DA CINEMÁTICA.** Dissertação

(Mestrado Profissional em Ensino de Física) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN. Natal, p. 90. 2015.

MÉTODOS COMPUTACIONAIS NO ENSINO DA FÍSICA. **Física para Educação básica, curso de especialização UAB, UFRGS, IF.**

Disponível em:

[https://www.if.ufrgs.br/computador\\_ensino\\_fisica/modellus/modellusI\\_introducao.htm](https://www.if.ufrgs.br/computador_ensino_fisica/modellus/modellusI_introducao.htm)

Acesso em 3 de maio de 2022.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D.. Modelagem no Ensino: aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 87-96, jun. 2002

## APÊNDICE A

### DIAGNÓSTICO INICIAL

#### CINEMÁTICA ESCALAR - MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (MRU) MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO (MUV) DINÂMICA - FORÇA PESO

##### 1 – Qual a principal característica do movimento uniforme?

- a) Posição constante.
- b) Aceleração constante.
- c) Velocidade constante.
- d) Todas as afirmativas.
- e) Nenhuma afirmativa.

##### 2 – No movimento progressivo:

- a) A velocidade escalar é positiva.
- b) O móvel se desloca a favor da orientação da trajetória.
- c) Movimento progressivo  $\Delta S > 0$  e  $v_m > 0$ .
- d) Todas estão corretas.
- e) Nenhuma.

##### 3 – O movimento retrógrado:

- a) Acontece quando a velocidade escalar é positiva.
- b) Acontece quando a velocidade escalar é negativa.
- c) Acontece quando a velocidade escalar for nula.
- d) Os espaços aumentam com o decorrer do tempo.
- e) Nenhuma das afirmativas anteriores.

##### 4- Com relação a equação horária do movimento uniforme é correto afirmar que:

- a) É escrita na forma de  $S = S_0 + vt$ , sendo  $S_0$  a posição inicial,  $v$  a velocidade e  $t$  o instante de tempo.
- b) É escrita na forma de  $\Delta S = S - S_0$ , sendo  $S$  sua posição final e  $S_0$  sua posição inicial.
- c) É escrita na forma  $\Delta t = t - t_0$  sendo  $\Delta t$  a variação da posição que é

calculada por posição final  $t$  e  $t_0$  inicial.

- d) Todas estão corretas.
- e) Nenhuma.

**5- Quanto ao movimento uniformemente variado, podemos afirmar:**

- a) Um móvel mantém velocidade constante.
- b) A aceleração é nula.
- c) A velocidade varia uniformemente no decorrer do tempo.
- d) Todas estão corretas.
- e) Nenhuma das afirmativas estão corretas.

**6 – Quanto as classificações dos movimentos, podemos afirmar: Quando o corpo está se movendo no sentido contrário a direção da trajetória.**

- a) Acelerado.
- b) Retardado.
- c) A velocidade escalar está no sentido da aceleração  $v > 0$  e  $a > 0$ .
- d) As alternativas a e c estão corretas.
- e) Nenhuma alternativa está correta.

**7 – A aceleração da gravidade apresenta algumas características:**

- a) Apresenta um valor diferente na superfície de cada um dos astros.
- b) Independe da atmosfera.
- c) Independe da massa do corpo.
- d) Todas as afirmativas são verdadeiras.

**8 – (IFMG) Considere uma partícula sendo atirada verticalmente para cima com forças de arrasto desprezíveis. Diante disso, são feitas as seguintes afirmações:**

I – A velocidade varia de forma constante a cada instante de tempo.

II – A velocidade da partícula e sua aceleração no ponto de altura máxima se anulam.

III – Os tempos de subida e descida, em relação ao ponto de lançamento, são diferentes.

IV - Em uma determinada altura, durante a trajetória, as velocidades na subida e na descida são iguais.

Estão corretas apenas as afirmações:

- a) II e III

- b) II e IV
- c) I e III
- d) I e IV

**9 – Definimos as forças como \_\_\_\_\_, pois elas possuem três características: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ .**

- a) Grandeza escalar, valor numérico, unidade de medida e sentido.
- b) Grandeza vetorial, módulo, direção e sentido.
- c) Dinâmica, velocidade, vetor e sentido.
- d) Cinemática, movimento, espaço e tempo.
- e) Todas estão corretas.

**10 – Em razão das características gerais de um movimento, a segunda Lei de Newton permite analisar a ação da força em determinado corpo, ela é denominada:**

- a) Princípio da Inércia.
- b) Princípio da Ação e Reação.
- c) Princípio fundamental da Dinâmica.
- d) Todas as afirmativas estão corretas.
- e) Nenhuma.

**11 – Ao jogarmos um objeto para cima, em poucos segundos ele cai. Esse objeto tende a cair em decorrência da ação de uma força, qual seria ela:**

- a) Força Normal.
- b) Força elástica.
- c) Força de tração.
- d) Força peso.
- e) Nenhuma.

**12 – Como grandeza vetorial a força peso apresenta, módulo (ou intensidade) direção e sentido. Sabendo que sua intensidade é calculada pela expressão  $P = mg$ , qual a sua direção?**

- a) Horizontal (na direção da linha que une o corpo e a superfície da terra).
- b) Vertical (na direção da linha que une o corpo e o centro da terra).
- c) Perpendicular a superfície da terra.
- d) Nenhuma alternativa está correta.

- e) Todas as alternativas estão corretas.

## **APENDICE B**

### **ROTEIRO DE APLICAÇÃO**

A Mecânica é a área da Física que estuda o movimento e ou as condições de equilíbrio dinâmico dos corpos. Ela se divide em subáreas sendo a Cinemática e Dinâmica. A Cinemática é o ramo da física e uma subdivisão da mecânica clássica preocupada com o geometricamente possível movimento de um corpo ou sistema de corpos sem considerar as forças envolvidas (isto é, causas e efeitos dos movimentos). Dinâmica é o campo responsável pelo estudo das leis do movimento, que conhecemos como forças que atuam sobre o corpo.

A maioria dos cursos introdutórios de física gasta uma quantidade considerável de tempo estudando o movimento de projéteis, mas quase sempre ignoram a resistência do ar que inevitavelmente afeta o movimento desses objetos. Em muitos problemas esta é uma excelente aproximação; em outros, a resistência do ar é obviamente muito importante e precisamos saber como dar conta disso. Neste experimento computacional, investigaremos de maneira simples os efeitos da resistência do ar no movimento de projéteis em lançamento oblíquo. O lançamento oblíquo ocorre quando um corpo é arremessado e forma determinado ângulo em relação a horizontal. Um exemplo comum do lançamento oblíquo é quando um torcedor no estádio de futebol sentado na lateral da arquibancada observar um jogador repor a bola em jogo arremessando-a. Esse torcedor observa a trajetória parabólica da bola. A esse tipo de movimento chamamos de lançamento oblíquo.

#### **Ferramentas didáticas**

- Computador;
- Software Modellus;
- Caneta e caderno para anotações.

#### **Roteiro simulação lançamento oblíquo modellus (versão 0.4.05)**

Para essa simulação foi usada a versão Modellus X 0.4.05. A simulação consiste no lançamento oblíquo de uma bola de futebol e uma bola de basquete, respectivamente sem e com resistência do ar.

I – Abrir o software

II – Clicar na aba início.

III- No modelo matemático inserir as equações do movimento oblíquo e clica em interpretar, se aparecer abaixo a expressão ok, significa que está tudo correto com as equações.

IV- Ainda no modelo matemático clicar em parâmetros e inserir as condições iniciais para a velocidade, ângulo lançamento e gravidade, esses dados podem ser alterados. A simulação está pronta para ser usada. Este produto é apenas um roteiro seguido pelo professor autor, que pode ser mudado e adaptado conforme interesse e necessidade de quem quiser fazer uso dessas simulações.

Com o simulador aberto vamos usar a faixa de controle para dar início a simulação. Clique no botão play e observe a animação, gráfico, tabela, modelo matemático e parâmetros para responder o que se pede.



1 – Duas bolas são lançadas da mesma origem, ponto O, ambas com velocidades iguais a  $v_o = 30 \text{ m/s}$  e ângulos de lançamento também iguais  $\theta = 60^\circ$ , iremos considerar a gravidade  $g = 10 \text{ m/s}$ . Para o caso 1 (bola de basquete) a velocidade do ar na horizontal  $u = 0 \text{ m/s}$  e para o caso 2 (bola de futebol)  $u = 5 \text{ m/s}$ . Qual bola tem maior alcance?

Na janela modelo matemático clique na opção “parâmetros” e altere os valores de  $v_o = 30 \text{ m/s}$  para  $v_o = 50 \text{ m/s}$ , e  $\theta = 60^\circ$  para  $\theta = 45^\circ$  e responda as questões a seguir.

2 – No instante  $t = 0 \text{ s}$ , duas bolas (uma de basquete e uma de futebol) são lançadas de um ponto O do solo ambas com velocidades iguais a  $v_o$  e formando um ângulo  $\theta$  com a horizontal. São dados  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $v_o = 50 \text{ m/s}$ ,  $\theta = 45^\circ$ . desprezando os efeitos do ar para o movimento da bola de basquete e levando em conta os efeitos para o movimento da bola de futebol e adotando um sistema de coordenadas com origem O, pede-se:

Determinar o alcance horizontal da bola de basquete e para a bola de futebol para os seguintes casos:

- Para a bola de basquete  $u = 0 \text{ m/s}$ , e para a bola de futebol  $u = 0 \text{ m/s}$ .
- Agora apenas no caso 2 (bola de futebol) altere o valor de  $u = 0 \text{ m/s}$  para  $u = 2 \text{ m/s}$ . A bola de basquete permanecerá  $u = 0 \text{ m/s}$ . quem terá maior alcance? Justifique sua resposta.
- Faça novamente alteração somente no caso 2 (bola de futebol) alterando o valor de  $u = 2 \text{ m/s}$  para  $u = -2 \text{ m/s}$ . a bola de basquete permanecerá  $u = 0 \text{ m/s}$ . quem terá maior alcance? Justifique sua resposta.

3 – O que podemos concluir sobre os efeitos da influência do ar no lançamento oblíquo levando em conta a velocidade do ar na direção horizontal?

**Obs.  $u$  é a velocidade do ar na direção horizontal.**

## APÊNDICE C

### PESQUISA DE SATISFAÇÃO

1 – Como você avalia o seu interesse nesta aula que utilizamos os recursos computacionais?

- a) Excelente.
- b) Bom.
- c) Regular.
- d) Ruim

2 – Como você avalia a sua compreensão nesta aula?

- a) Excelente.
- b) Bom.
- c) Regular.
- d) Ruim.

3 – Como você avalia esta aula?

- a) Excelente.
- b) Bom.
- c) Regular.
- d) Ruim.

4 – Como você avalia a utilização dos recursos computacionais nas aulas de Física?

- a) Excelente.
- b) Bom.
- c) Regular.
- d) Ruim.

5 – Quão útil foi o material fornecido na aula?

- a) Excelente.
- b) Bom.
- c) Regular.
- d) Ruim.

6 – Como você avalia a utilização do software Modellus para este conteúdo?

- a) Excelente.

- b) Bom.
- c) Regular.
- d) Ruim.

7 – Numa escala de 0 a 4 quão difícil o manuseio do software Modellus?

8 – A aula foi bem-organizada?

- a) Discordo totalmente.
- b) Discordo um pouco.
- c) Neutro.
- d) De acordo totalmente.

9 – Os métodos do professor ajudaram você a entender o assunto?

- a) Discordo totalmente.
- b) Discordo um pouco.
- c) Neutro.
- d) De acordo totalmente.