



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

KELLY MOURA DOS SANTOS

**PROPOSTA DIDÁTICA MEDIADA PELO SOFTWARE MODELLUS:
UM ESTUDO DO LANÇAMENTO OBLÍQUO SOB A INFLUÊNCIA DO AR**

Natal/RN
2023

KELLY MOURA DOS SANTOS

**PROPOSTA DIDÁTICA MEDIADA PELO *SOFTWARE MODELLUS*: UM
ESTUDO DO LANÇAMENTO OBLÍQUO SOB A INFLUÊNCIA DO AR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Dr. Antônio Marques dos Santos
Coorientador: Dr. Calistrato Soares da Câmara Neto

Natal/RN

2023

**PROPOSTA DIDÁTICA MEDIADA PELO SOFTWARE MODELLUS: UM
ESTUDO DO LANÇAMENTO OBLÍQUO SOB A INFLUÊNCIA DO AR**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Dr. Antônio Marques dos Santos
Coorientador: Dr. Calistrato Soares da Câmara Neto

Aprovada em: __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Calistrato Soares da Câmara Neto
Prof. Membro da Banca, D. Sc, Presidente
IFRN Campus Natal Central


Andrezza Maria Batista do Nascimento Tavares

Prof. Membro da Banca, D. Sc, Examinador Interno
IFRN Campus Natal Central



Michel Corci Batista
Prof. Membro da Banca, D. Sc, Examinador Externo
UTFPR – Campus Mourão



Santos, Kelly Moura dos.
S237p Proposta didática mediada pelo software modellus : um estudo do lançamento oblíquo sob a influência do ar / Kelly Moura dos Santos. – 2023.
84 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.
Orientador: Antônio Marques dos Santos.
Coorientador: Calistrato Soares da Câmara Neto.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Cinemática. 3. Software Modellus – Simulação computacional. 4. Sala de aula ativa. 5. Aprendizagem significativa – David Ausubel. I. Título.

CDU 53:37

Catálogo na Publicação elaborada pela Bibliotecária Sandra Nery S. Bigois – CRB-15/439
Biblioteca Central Sebastião Fernandes (BCSF) – IFRN

*Aos meus familiares. Em especial, a
minha filha Maria Louise.*

AGRADECIMENTOS

A presente dissertação de mestrado não poderia deixar de agradecer primeiramente agradecer a Deus porque sem ele nada disto seria possível.

Aos meus pais, João Aprígio dos Santos e Josilene Alves de Moura, por terem acreditado no caráter transformador da educação e por ter me guiado a adentrar este espaço magnífico que é o meio escolar e universitário.

Aos meus irmãos Welisson Moura e Wandresson Moura terem uma importância muito grande em minha vida e sempre acreditarem que eu era capaz de seguir neste curso.

A minha filha Maria Louise Santos Tavares por ser a minha maior dádiva da vida e também que foi ao seu lado que enfrentei as maiores lutas no decorrer deste caminho e representar a força motriz que me impulsiona a ir mais adiante em direção ao conhecimento.

A minha tia Josineide Alves de Moura que me deu suporte e estadia durante o período presencial do curso e que auxiliava nos cuidados do meu maior bem que é minha filha.

A todos meus amigos e amigas de curso que de alguma forma me abraçaram nos momentos em que pensei em desistir.

Aos professores do MNPEF pela grandiosa contribuição no que se refere ao meu processo de formação acadêmica e profissional.

Ao prof. O Dr. Antonio pela orientação e por me aceitar como sua orientanda. Também pela disponibilidade, comprometimento, compreensão, preocupação e palavras de conforto, por não ter me deixado desistir. Obrigada mestre.

Ao prof. O Dr. Calistrato Soares da Câmara Neto por ser coorientador desse projeto.

A todos aqueles acreditaram e que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para que eu chegasse até aqui. Meus mais sinceros e profundos agradecimentos.

RESUMO

Nesta dissertação, descrevemos o desenvolvimento e a aplicação de um produto educacional destinado ao ensino de Cinemática Vetorial. O produto foi aplicado em uma turma da 1ª série do Ensino Médio. Considerando a demanda pela busca de alternativas metodológicas, compatíveis com as novas formas de ensinar e aprender o presente trabalho tem como finalidade propor uma sequência didática, que foi desenvolvida a partir da perspectiva de métodos de sala de aula invertida e aprendizagem significativa de David Ausubel, para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem, de alguns conteúdos da cinemática escalar, sendo eles: Movimento Retilíneo Uniforme – MRU, Movimento Retilíneo Uniformemente Variado – MRUV, Lançamento oblíquo e resistência do ar, utilizando o *software Modellus*. Para tanto, foram desenvolvidos dois simuladores, um questionário diagnóstico inicial, um roteiro de aplicação do simulador e um questionário de satisfação. Questionários de diagnóstico inicial, satisfação e orientação de aplicação são ferramentas importantes para testar a eficácia de produtos educacionais. Verificou-se que a proposta trouxe benefícios significativos, pois, além de ser motivada pelo uso das TIC, a utilização de uma sala de aula invertida permitiu que os próprios alunos fossem protagonistas, ou seja, os alunos se tornassem ativos no tema o tempo todo.

Palavras-chave: Cinemática; *Software Modellus*; Simulação computacional; Sala de aula ativa; Aprendizagem significativa de David Ausubel.

ABSTRACT

In this dissertation, we describe the development and application of an educational product aimed at teaching scalar kinematics. The product was applied to a 1st grade high school class. Considering the demand for the search for methodological alternatives, compatible with the new ways of teaching and learning. The purpose of this work is to propose a didactic sequence, which was developed from the perspective of David Ausubel's flipped classroom methods and meaningful learning, to improve the teaching and learning process of some contents of scalar kinematics, namely : Uniform Rectilinear Motion – MRU, Uniformly Variable Rectilinear Motion – MRUV, Oblique launch and air resistance, using Modellus software. For this purpose, two simulators were developed, an initial diagnostic questionnaire, a simulator application guide and a satisfaction questionnaire. Initial diagnostic, satisfaction, and application guidance questionnaires are important tools for testing the effectiveness of educational products. It was verified that the proposal brought significant benefits, because, in addition to being motivated by the use of ICT, the use of a flipped classroom allowed the students themselves to be protagonists, that is, the students became active in the theme all the time. .

Keywords: Kinematics; Modellus Software; Computer simulation; Active classroom; Meaningful learning from David Ausubel.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ponto material	27
Figura 2 – Sentido da trajetória	28
Figura 3 – Trajetória da bola	29
Figura 4 – Queda livre	36
Figura 5 – Lançamento horizontal	37
Figura 6 – Decomposição de vetor	39
Figura 7 – Trajetória de um projétil e a decomposição das velocidades v_x e v_y	40
Figura 8 – Trajetórias obtidas com as equações	43
Figura 9 – Seq figura * arabic 1 - versão do <i>software</i>	47
Figura 10 – Interface gráfica	48
Figura 11 – Interface do simulador	50
Figura 12 – Janela modelo matemático	54
Figura 13 – Simulação com movimento das partículas	55
Figura 14 – Dados do movimento	55
Figura 15 – Momento de aplicação do diagnóstico inicial	58
Figura 16 – Primeiro contato com o <i>software</i>	59
Figura 17 – Alunos seguindo o roteiro de aplicação do simulador	60
Figura 18 – Aplicação da pesquisa de satisfação	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quadro de equações	34
Tabela 2 – Breve resumo de funcionalidade das principais ferramentas que compõem a interface gráfica do <i>software Modellus</i> x 0.4.05.....	48

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Diagnóstico inicial	63
GRÁFICO 2 – Questão 1 roteiro de aplicação.....	64
GRÁFICO 3 – Questão 2 do roteiro de aplicação.....	65
GRÁFICO 4 – Questão 2 do roteiro de aplicação.....	65
GRÁFICO 5 – Pesquisa de satisfação	68

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	21
2.2 TIC'S	23
2.3 SIMULADORES E SALA DE AULA INTERATIVA (SOFTWARES EDUCACIONAIS)	24
3 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE CINEMÁTICA	26
3.1 CINEMÁTICA: CONCEITOS BÁSICOS (REFERENCIAL, MOVIMENTO E REPOUSO).....	26
3.1.1 Ponto Material, Trajetória e Espaço	27
3.1.2 Movimento Unidimensional (Trajetória, Espaço, Deslocamento e Distância Percorrida)	28
3.1.3 Velocidade Escalar Média e Velocidade Instantânea	30
3.1.4 Classificação dos Movimentos (Quanto ao Sentido)	30
3.1.5 Aceleração Média e Aceleração Instantânea	31
3.1.6 Movimento Retilíneo Uniforme	31
3.1.7 Movimento Retilíneo Uniformemente Variado	32
3.1.8 Queda Livre	34
3.1.9 Lançamento Vertical	35
3.1.9.1 Lançamento Vertical Para Baixo	36
3.1.9.2 Lançamento Vertical Para Cima	36
3.1.10 Lançamento Horizontal	37
3.1.11 Lançamento Oblíquo	38
3.1.12 Alcance Horizontal	42
3.1.13 Efeitos do Ar	42
3.1.14 Lançamento Oblíquo com Resistência do Ar	43
4 PRODUTO EDUCACIONAL	45
4.1 APRESENTAÇÃO	45
4.2 O SOFTWARE MODELLUS.....	46
4.3 SIMULADOR COMPUTACIONAL	49
4.4 SIMULADOR DE LANÇAMENTO OBLÍQUO.....	49
4.4.1 Interface	49

4.4.2 O Modelo.....	50
4.4.2.2 Lançamento Oblíquo com Resistência do Ar	53
4.5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)	56
5. APLICAÇÃO DO PRODUTO.....	57
5.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	57
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	62
6.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS	63
6.1.1 Pesquisa de Satisfação	66
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

Debate-se bastante, assertivamente que, existem algumas deficiências na educação básica e a lacuna se torna maior, principalmente quando abordamos as ciências e suas áreas técnicas, é muito comum observarmos que os alunos apresentam dificuldades nas disciplinas de matemática, química, física e até biologia, e em algumas circunstâncias, os métodos empregados pelo professor contribuem para essa situação.

O Brasil está estagnado desde 2009, de acordo com o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), o maior estudo em educação. Em ciências, em 2018, nenhum aluno conseguiu atingir o mais alto nível de ciências. Cerca de 55% não atingiram a proficiência básica. Outra estatística apontada pelo estudo é que o Brasil está empatado na última posição com os vizinhos Argentina e Peru, com um total de 404 pontos.

Em alguns casos, quando os jovens que transitam do ensino fundamental para o ensino médio estão motivados a entrar nessa nova fase, as expectativas são altas, principalmente relacionadas ao estudo de Física. Na maioria dos casos, no entanto, pouco tempo em sala de aula e com o contato com esse novo componente curricular começam a criar uma experiência frustrante que pode durar toda a vida. Os modelos tradicionais ainda dominando o ensino de física em sala de aula apenas com informações orais, lousa e giz, a formação docente da maioria dos profissionais da área, tornando-a inadequada para o aprendizado da Física em algumas situações.

A prática pedagógica dos professores na área, ainda se encontra marcada pela perspectiva tradicional de ensino-aprendizagem, tanto por motivos políticos e econômicos da própria Educação, quanto por problemas existentes na própria formação inicial do professor de ciências (MARANDINO, 2003).

Como resultado, a prática adotada pelos professores pode causar aos alunos, na maioria das vezes, a sensação de medo da disciplina, julgando-se incompetentes e desinteressados devido à incapacidade de absorção do conteúdo. Com isso, desenvolvemos alunos frustrados que não conseguem entender o que o professor está dizendo. Mesmo os professores que estão motivados a dar aulas confrontam com a falta de entendimento dos alunos

e acabam frustrados de ambos os lados.

No ensino de física esse problema é muito comum, e para resolvê-lo, precisamos encontrar e utilizar recursos didáticos, e métodos que possam auxiliar, mostrando aos alunos que ela existe nos acontecimentos do seu dia a dia.

Para tanto, destacamos o uso das tecnologias de comunicação e informação (TIC) como recurso didático. Podendo ser definida como um conjunto de recursos técnicos utilizados em vários setores, inclusive na educação para o processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Capelari (2016), as TIC podem ser inseridas nos cursos de física por meio de diversos aparatos tecnológicos como: simuladores, vídeos, filmes, *softwares* de computador, internet etc. Portanto, se os professores utilizarem esses recursos corretamente, é possível criar um ambiente educacional divertido, motivador e científico, proporcionando uma aprendizagem significativa.

Sabendo que a tecnologia é uma poderosa ferramenta aliada neste processo, buscamos neste trabalho sugerir melhorias para o processo de ensino de física dentro de seus objetivos gerais, com o intuito de preencher algumas lacunas e tornar o conteúdo do curso mais intuitivo, além de esclarecer o domínio conceitual e o domínio experimental por meio de modelagem e simulação computacional, favorecer um aprendizado mais específico e estimular o interesse dos alunos pelo aprendizado da física. Dessa forma, buscamos utilizar tais recursos nas aulas de física para facilitar o aprendizado significativo.

Como sabemos, existem diversos simuladores voltados para o ensino de Física, e dada a sugestão do orientador e a facilidade do manuseio com o *software Modellus*, este foi escolhido para o desenvolvimento do produto descrito neste texto.

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, além disso apresenta interface simples, dispensa o conhecimento de linguagem de programação, está disponível em vários idiomas, inclusive o português, fácil instalação e desinstalação, multiplataforma e é totalmente gratuito para fins acadêmicos.

Esses fatores também contribuíram para a escolha do *software Modellus* neste trabalho.

O Lançamento Oblíquo é um conteúdo programático do primeiro ano do ensino médio, que trata de condições físicas muito comuns no dia a dia dos alunos. No entanto, esse movimento geralmente sofre com o problema de lançar objetos independentemente da resistência do ar. Este método de ensino de ignorar a resistência do ar é ineficaz em situações em que a resistência do ar é claramente importante.

Portanto, foi desenvolvida uma sequência didática que apresenta o uso do *software Modellus*, como uma ferramenta técnica para facilitar o processo de ensino e aprendizagem tanto do conteúdo de lançamento oblíquo sem resistência do ar quanto no conteúdo lançamento oblíquo com resistência do ar.

Procuramos também, por meio da sequência didática e da utilização do *software Modellus*, proporcionar uma aprendizagem mais significativa ao aluno 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. Buscamos também contribuir e incentivar o professor a utilizar novas metodologias e ferramentas tecnológicas disponíveis em seu entorno em favor da sua aula buscando e aperfeiçoando sua maneira de ensinar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

O referencial teórico envolvido neste trabalho tem como base a teoria cognitiva de David Ausubel Apud Moreira (1999). Ausubel definiu como subsunçor um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento em que é lhe apresentado ou por ele descoberto. Em ambos, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existencia de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles.

Segundo Moreira (1999), um subsunçor é uma ideia (conceito ou proposição) mais ampla que atua como facilitadora de outros conceitos na estrutura cognitiva do aprendiz e serve como âncora no processo de assimilação.

Com isso, a estrutura cognitiva contendo as informações armazenadas pelo aluno, apresenta o organizador, utilizado para “ancora” novos aprendizados e desenvolver conceitos indutivos que facilitem o aprendizado posterior.

O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa (MOREIRA, 1999, p. 155).

Em contraste com a aprendizagem significativa, Ausubel (1963) definiu alguns conceitos importantes. Para o aprendizado mecânico ou automático o material de aprendizagem é relacionável a estrutura cognitiva somente de maneira arbitrária e literal que não resulta na aquisição de significados para o sujeito. Não há interação entre novas informações e informações já armazenadas. Assim, o conhecimento adquirido é colocado arbitrariamente em estruturas cognitivas sem estabelecer vínculos com conceitos indutivos. Por exemplo, em física, esse tipo de aprendizagem mecânica dificulta a compreensão do conteúdo, a memorizar as equações, leis e conceitos, e logo ele será esquecido.

Relacionar conhecimentos prévios com novos conhecimentos a serem adquiridos será um aprendizado importante para o aluno, pois é possível fazer conexões com ideias já em sua estrutura cognitiva tornando o aprendizado mais

eficaz.

MOREIRA (2003), afirma que a aprendizagem mecânica considera pouca ou nenhuma informação prévia sobre estruturas cognitivas para construir conhecimentos. Dessa forma, não há onde armazenar novas informações e haverá armazenamento arbitrário. No entanto, "[...] não se pode ignorar um certo grau de mecanicidade, pois conteúdos que não podem ser modificados substancialmente também são uma necessidade diária. [...] Os conhecimentos importantes apreendidos nem sempre estão relacionados à expertise de uma determinada área" (PONTES NETO, 2001, p. 65-78).

[...] associações puramente arbitrárias, como na associação de pares, quebra-cabeça, labirinto, ou aprendizagem de séries e quando falta ao aluno o conhecimento prévio relevante necessário para tornar a tarefa potencialmente significativa, e também (independentemente do potencial significativo contido na tarefa) se o aluno adota uma estratégia apenas para internalizá-la de uma forma arbitrária, literal (por exemplo, como uma série arbitrária de palavras) (AUSUBEL, 1980, p. 23).

No entanto, é importante enfatizar que, o material é potencialmente significativo, o conhecimento prévio e a vontade de aprender dos alunos também são suficientes para uma aprendizagem afetiva. Para Ausubel (1963), para proporcionar uma aprendizagem significativa é preciso: identificar a estrutura conceitual do conteúdo, identificar os subsunçores que o aprendiz possui, e ensinar utilizando recursos que facilitem a aquisição de novos conhecimentos e sua relação com os subsunçores que o aluno possui.

Nesse sentido, a reflexão sobre o papel do professor como mediador do conhecimento e o fato de que novos métodos de ensino podem ser aplicados em que o aluno possa aprender de forma dinâmica por meio da dúvida, do questionamento, deixa de lado o papel de destinatário e o torna o criador de seu próprio conhecimento, assim, em consonância com a teoria da aprendizagem significativa.

2.2 TIC's

As novas tecnologias criaram um novo ambiente na sociedade atual e promoveram mudanças na forma como realizamos nossas tarefas diárias e nos relacionamos com as pessoas. Essas mudanças são inevitavelmente refletidas na educação. E a disponibilização dessas novas tecnologias de informação e comunicação permite ao professor tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico e interativo. "Cada novo recurso tecnológico que se apresenta revigora e amplia a forma como construímos e lidamos com o conhecimento" (SILVA, 2010, p. 37).

É de se esperar que a escola, tenha que se reinventar, se desejar sobreviver como instituição educacional. É essencial que o professor se aproprie de gama de saberes advindos com a presença das tecnologias digitais da informação e da comunicação para que estes possam ser sistematizadas em sua prática pedagógica (SERAFFIM e SOUZA, 2011, p. 20).

As escolas devem estar abertas às necessidades tecnológicas e sociais atuais. Porque o uso adequado dos recursos tecnológicos na educação pode criar jovens cada vez mais inovadores e autônomos que exigem novas atitudes dos professores em novos relacionamentos. Porque cabe a ele fazer esse processo. Serafim e Sousa (2011, p. 24) afirmam que "as escolas e os professores em particular têm um papel social a desempenhar ao orientar os indivíduos no caminho do conhecimento e facilitar o desenvolvimento de habilidades, competências e cidadania".

Alunos curiosos, motivados, facilitam enormemente o processo, estimulam as melhores qualidades do professor, tornam-se interlocutores lúcidos e parceiros de caminhada do professor-educador. Alunos motivados aprendem e ensinam, avançam mais, ajudam o professor a ajudá-los melhor (MORAN, 2011, p.6).

Também é importante considerar o ambiente em que os alunos estão inseridos para que a aprendizagem ocorra. Porque nossos jovens entraram na era digital conhecida como Geração Y e Z, então eles estão acostumados a usar as ferramentas tecnológicas com mais facilidade. Portanto, os alunos aprendem

melhor quando conseguem relacionar o que aprenderam com o que aprenderam, ou seja, com o que já sabem.

2.3 SIMULADORES E SALA DE AULA INTERATIVA (SOFTWARES EDUCACIONAIS)

A definição de *software* educacional pode ser muito ampla, mas seu principal objetivo é o ensino ou auto aprendizagem, ajudando os alunos a adquirir novos conhecimentos e familiaridade com o *software* por meio do uso do mesmo.

Para Soffa e Alcântara (2008),

Um *software* educativo é um programa que possui recursos que foram projetados com intenção e finalidade de serem usadas em contexto de ensino e de aprendizagem, suas finalidades vão desde a aquisição de conceitos, passando pelo desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas.

Nesse sentido, o uso de *software* educacional pode ser uma experiência educacional eficaz, pois permite que os alunos construam o conhecimento de forma interativa, estimulante, desafiadora e divertida.

A simulação virtual é uma ferramenta tecnológica que se tornou uma grande aliada no processo de ensino e aprendizagem nas últimas décadas, graças às inúmeras possibilidades didáticas que pode oferecer para melhorar de forma mais eficaz a qualidade da aprendizagem e promover o desenvolvimento de competências e habilidades dos alunos.

Dentro do currículo do ensino médio, a física é conhecida por ser uma disciplina que a maioria dos alunos reprova muito. Isso pode ocorrer por diversos motivos; dentre eles pode estar relacionado ao contado anterior do aluno com a disciplina, com os métodos adotados pelo professor e etc.

Diante dos desafios que esses alunos enfrentam, percebemos que usar uma variedade de estratégias para ensinar física explorando tópicos mais complexos e abstratos, como os lançamentos de projéteis e resistência do ar, poderia ajudar os alunos a entender.

À medida que a tecnologia avança e aumenta a disponibilidade e o fluxo de informações pela Internet, precisamos reaprender a conhecer, comunicar, ensinar e aprender. Integrar pessoas e tecnologia. Integrar indivíduos, grupos e sociedades (SILVA, 2014).

A prontidão dos alunos para o conteúdo é um fator importante. Porque se eles não estiverem prontos para aprender, eles não aprenderão mecanicamente, muito menos de forma significativa. As aulas teóricas tornam-se entediantes para os alunos, o que os desanima e os deixa com pouco ou nenhum entusiasmo pelo aprendizado. Portanto, os professores precisam encontrar uma metodologia que agrade aos seus alunos e, alternativamente, o *software Modellus* pode ser usado. Porque temos uma ferramenta que está muito presente no dia a dia dos alunos e pode gerar esse interesse nos alunos: os computadores.

De acordo com Teodoro (2002, apud Artuso, 2006),

a Física constrói modelos para representar fenômenos que ocorrem na natureza. Muitas vezes estes modelos podem ser expressos através de equações, o que pode levar o aluno com limitadas habilidades matemáticas a ter alguma dificuldade de entender estes fenômenos. O uso de simulações pode facilitar essa compreensão.

3 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE CINEMÁTICA

Para iniciar a pesquisa e o estudo do lançamento de projéteis, é necessário rever alguns conceitos sobre movimento. Mecânica é o estudo do movimento. Pretendemos responder às seguintes questões: "Que movimento é esse? "O que deve acontecer para que um corpo permaneça em repouso? As leis da mecânica contêm duas grandezas: velocidade e aceleração, mas antes de lidar com as leis da mecânica, precisamos analisar essas grandezas. A análise dessas quantidades é chamada de cinemática. O estudo das leis do movimento chama-se Dinâmica. Esta lei torna possível prever o movimento de um objeto. Portanto, vamos nos concentrar em alguns conceitos necessários para o estudo do tema mencionado. Vamos começar o estudo da cinemática.

3.1 CINEMÁTICA: CONCEITOS BÁSICOS (REFERENCIAL, MOVIMENTO E REPOUSO)

A cinemática é a parte mecânica que serve para explicar vários movimentos sem analisar suas causas. Portanto, tomaremos o conceito de movimento como ponto de partida para que possamos ter uma ideia decente do estudo da cinemática escalar.

O que significa "o corpo se move"? Não deve ser difícil responder a essa pergunta com base na experiência cotidiana. Uma placa na estrada (placa de trânsito) dirá: "Esta placa não está se movendo. Ele está parado (descansando)". Se víssemos um carro andando, diríamos com a mesma confiança: "Este carro está andando". O que um observador na lua diria sobre placas e carros? Um observador pode ver como as placas giram com a Terra, então "as placas estão se movendo". Isso nos permite dizer:

- A placa está em repouso em relação à Terra; e
- A placa está em movimento em relação ao observador que está na Lua.

Movimento é um termo muito presente em nosso cotidiano, mas podemos perceber algumas distorções em relação a sua definição. Essa distorção ocorre

quando você tenta se relacionar com algo que está em constante movimento sem usar uma referência. Porém, na física, os objetos se movem em relação a alguma referência quando há uma mudança de posição em relação ao tempo. Caso contrário, um objeto pode ser considerado estacionário quando sua posição não muda após um período de tempo.

No contexto da cinemática, também precisamos entender as definições de ponto de massa, trajetória, deslocamento, distância percorrida, tempo, velocidade e aceleração. Para que assim, possamos dar suporte às simulações. Porque nossos produtos educacionais lidam com uma variedade de movimentos. Sendo assim, exposto os conceitos necessários para compreender os movimentos da cinemática unidimensional - Movimento Uniforme (MU) e bidimensionais - Movimento Uniformemente Variado (MUV). Além de apresentar equações para descrever os fenômenos envolvidos na simulação.

3.1.1 Ponto Material, Trajetória e Espaço

O termo ponto material é usado para descrever um objeto de tamanho insignificante em comparação com as distâncias envolvidas na situação. Ou seja, objetos cujas dimensões não interferem nos fenômenos da pesquisa. Corpos extensos também são chamados de corpos cujas dimensões em relação à posição em que estão localizados não são desprezíveis.

Figura 1 – Ponto material

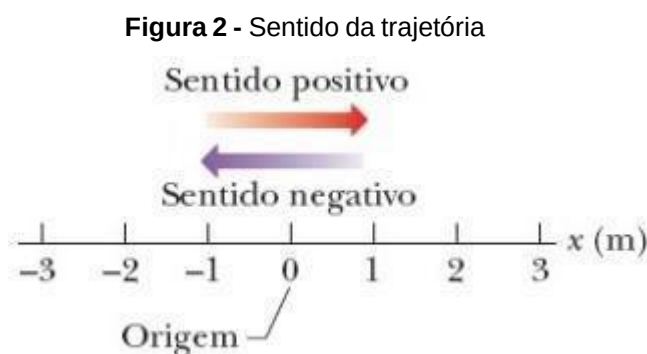


Fonte: Google imagens

Por exemplo, se você considerar que está em uma rodovia, as dimensões do caminhão podem ser ignoradas. E o interesse é acompanhar a trajetória que ele percorre. Agora eu quero descobrir quanto tempo esse caminhão leva para atravessar a ponte, então estou olhando o comprimento da ponte e o comprimento daquele (caminhão). Portanto, consideramos o mesmo corpo (pista) que o corpo extenso.

3.1.2 Movimento Unidimensional (Trajetória, Espaço, Deslocamento e Distância Percorrida)

O movimento unidimensional pode ser caracterizado por mudanças na posição de um objeto em eixos de coordenadas específicas. Essa mudança de posição é medida em velocidade média ou instantânea, levando em consideração o tempo gasto em tal movimento. Localizar um objeto geralmente significa determinar sua posição em relação a um ponto de referência, que é a origem (ou origem) de um eixo. (Halliday, p. 56.) Tal como o eixo x da figura (02).



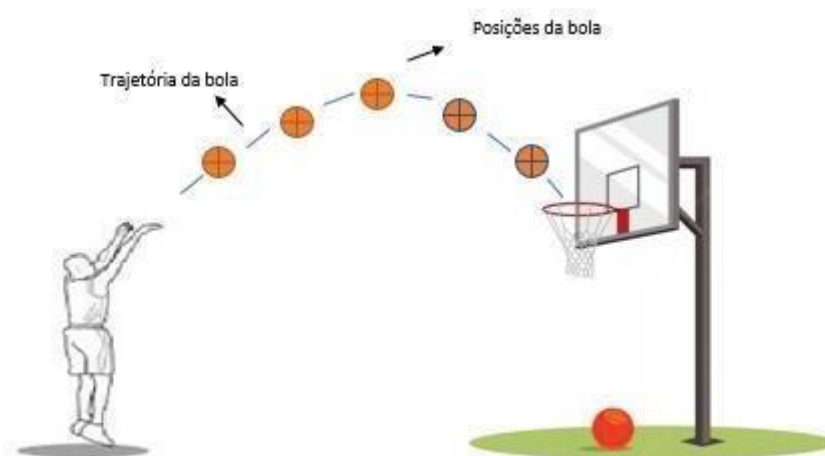
Fonte: Física 1 - Halliday - 10ª Edição (Novo)

A direção positiva do eixo é a direção na qual os valores numéricos (coordenadas) que indicam a posição do objeto aumentam. Na maioria dos casos, este sentido é para a direita conforme a figura 2. A direção oposta é a direção negativa (Halliday, página 56).

Uma trajetória pode ser definida como uma série de posições consecutivas por um móvel ao longo do seu movimento. Para melhor entendimento, na Figura 3 temos uma série de posições formadas pela bola ao

longo do movimento do arremesso. Uma linha é formada por todos esses pontos e representa a posição dessa bola em relação ao lançador. Assim, quando o ponto (objeto) de massa está estacionário (parado) em relação à referência, sua trajetória pode ser representada por um ponto. Logo, significa dizer que assim como o movimento, a trajetória também depende do referencial adotado.

Figura 3 – Trajetória da bola



Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Vimos que, ao mudar de posição, um móvel se desloca ao longo da trajetória percorrida, ocupando assim diferentes posições. Denominamos de deslocamentos escalar a diferença entre essas posições ocupada pelo móvel em dois instantes distintos para o qual representamos por Δs .¹

Portanto, a equação usada para calcular o deslocamento é dada por

$$\Delta s = (s) - (s_0) \text{ (eq. 1)}$$

O intervalo de tempo é dado por

$$\Delta t = (t) - (t_0) \text{ (eq. 2)}$$

¹ O símbolo Δ (delta maiúsculo grego) é utilizado para denotar a variação da quantidade e corresponde à diferença entre os valores final e inicial.

3.1.3 Velocidade Escalar Média e Velocidade Instantânea

A relação entre o deslocamento do corpo (Δs) e o intervalo de tempo (Δt) necessário para isso caracteriza a velocidade com que esse movimento ocorre. Esta velocidade está relacionada com a velocidade média (V_m) que pode ser dada pela seguinte equação:

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s-s_0}{t-t_0} \quad (\text{eq. 3})$$

Além da velocidade média, existe a velocidade instantânea. É obtida a partir da velocidade média em um ponto no tempo, encurtando o intervalo de tempo até que se aproxime de zero. Portanto, à medida que a velocidade média diminui, ela se aproxima do limiar, que é a velocidade instantânea.

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (\text{eq. 4})$$

Porém, durante todo o percurso, a velocidade instantânea se mantiver constante, a velocidade média (V_m) será igual a velocidade instantânea (V).

$$V = V_m = \frac{d}{dt} \quad (\text{eq. 5})$$

3.1.4 Classificação dos Movimentos (Quanto ao Sentido)

Na cinemática os sinais (positivo ou negativo) para a velocidade escalar instantânea indica o sentido de movimento do corpo, podendo ser o mesmo da orientação da trajetória, ou o oposto. Com isso:

- Quando o movimento do corpo ocorre no sentido da orientação da trajetória, dizemos que é progressivo e sua velocidade escalar é positiva sendo ($v > 0$).
- Quando o movimento do corpo ocorre no sentido contrário ao da orientação da trajetória, dizemos que é retrogrado e sua velocidade escalar é negativa, portanto, ($v < 0$).

3.1.5 Aceleração Média e Aceleração Instantânea

Fala-se de aceleração quando a velocidade de uma partícula muda. A aceleração média (a_m) é a razão entre a mudança na velocidade da partícula (Δv) e o intervalo de tempo (Δt) durante a mudança.

Portanto, a aceleração escalar média (a_m) no intervalo de tempo (Δt) é dada por

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} \quad \text{eq. 6}$$

Aceleração instantânea ou simplesmente aceleração, é a primeira derivada da velocidade em relação ao tempo e a segunda derivada do espaço em relação ao tempo pela seguinte equação:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{ds}{dt} \right) = \frac{d^2s}{dt^2} \quad \text{eq. 7}$$

Assim, da mesma forma que a velocidade escalar instantânea, a aceleração escalar instantânea quando for a mesma em todos os instantes, ela por sua vez, coincidirá com a aceleração escalar média em qualquer intervalo de tempo.

3.1.6 Movimento Retilíneo Uniforme

Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), trata-se de uma partícula que percorre uma trajetória retilínea realizando deslocamentos iguais em intervalos de tempos iguais, ou seja, a velocidade escalar é constante.

Assim, partindo da equação da velocidade média, onde $V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s - s_0}{t - t_0}$,

e considerando um tempo inicial igual a zero e isolando s , obtemos:

$$s = s_0 + vt \quad \text{eq. 8}$$

Essa expressão que acabamos de encontrar é denominada de função horária do espaço, em que S é a posição da partícula no instante t , S_0 é a posição inicial da partícula no instante $t_0 = 0$ e v é a velocidade da partícula, mantida constante durante o intervalo de tempo.

3.1.7 Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

Diferente do que descrevemos anteriormente, no movimento retilíneo uniforme (MRU). A maioria dos movimentos que ocorrem ao nosso redor são caracterizados pelo fato de que suas velocidades mudam em função do tempo. Neste caso, o movimento tem uma aceleração instantânea constante. ou seja, não zero.

Com isso, se partimos da eq. 6 da aceleração média, $a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v-v_0}{t-t_0}$, e

considerarmos o tempo inicial igual a zero $t_0 = 0$, e isolar a velocidade v , chegaremos na expressão:

$$v = v_0 + at \quad (\text{eq. 9})$$

Partindo de a equação escalar instantânea, $a = \frac{dv}{dt}$, temos que,

$$dv = a dt$$

Como a aceleração é constante, ela pode ser mantida fora da integral.

$$\int dv = a \int dt$$

$$v - v_0 = at$$

$$\text{Assim, } v = v_0 + at \quad (\text{eq. 10})$$

Essa equação é chamada de função velocidade no tempo ou equação da velocidade no tempo.

Agora deduzindo a equação 5, da velocidade instantânea $v = \frac{ds}{dt}$,

$$ds = v dt$$

$$\int ds = \int v dt$$

$$\int ds = \int (v_0 + at) dt$$

$$\int ds = v_0 \int dt + a \int t dt$$

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (\text{eq. 11})$$

Pode-se ver que a Equação 11 mostra que a mudança na posição da partícula é descrita por uma parábola.

Também é possível chegar a uma nova equação, a equação de Torricelli. Esta equação relaciona o espaço percorrido, a velocidade e a aceleração do móvel independentemente do tempo. Para isto, basta eliminar a variável t das equações 11 e 9 e obteremos:

Com base na função horária da velocidade:

$$v = v_0 + a.t$$

Elevando os dois lados da igualdade ao quadrado:

$$v^2 = (v_0 + a.t)^2$$

Desenvolveremos o produto notável $(v_0 + a.t)^2$, de forma que:

$$v^2 = v_0^2 + 2.v_0.a.t + a^2t^2$$

Para os dois últimos termos da função, isolaremos o fator 2 a:

$$v^2 = v_0^2 + 2a(v_0.t + \frac{1}{2}a.t^2)$$

Equação A:

Com o advento da equação A, começamos com a função temporal da posição em movimento uniformemente variável.

$$S = S_0 + v_0.t + \frac{1}{2}a.t^2$$

$$S - S_0 = v_0.t + \frac{1}{2}a.t^2$$

como, $S - S_0 = \Delta S$, temos que:

$$\Delta S = v_0.t + \frac{1}{2}a.t^2$$

Equação B:

Agora substituímos a equação B na equação A, temos que;

$$v^2 = v_0^2 + 2a(v_0.t + \frac{1}{2}a.t^2)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s \text{ (eq. 12)}$$

A equação de Torricelli deve ser aplicada ao movimento uniformemente variado e não envolve a variável tempo.

3.1.8 Queda Livre

A queda livre refere-se ao movimento de um objeto caindo de uma certa altura e adquire um movimento de queda vertical movendo-se ao longo de uma trajetória em direção ao solo sob a influência de uma força chamada gravidade. Esta atua sobre todos os corpos próximos à superfície terrestre.

Costumamos usar a expressão queda livre para significar a queda de um objeto no vácuo. De certa forma, essa referência não é incorreta se você considerar apenas a gravidade e ignorar o arrasto. Desde então dizemos que o corpo está em queda livre, ou seja, não há resistência do ar.

Sem a resistência do ar, todos os objetos que caíssem da mesma altura perto da superfície da Terra, independentemente do peso ou da forma, levariam o mesmo tempo para atingir o solo. [...] A rigor, o movimento de queda livre não existe na prática, pois os efeitos da resistência do ar não podem ser evitados. (Gaspar, 2013).

O movimento das partículas ao redor da Terra é influenciado pela Terra e pelo ar, que fornecem resistência a esse movimento. Portanto, o movimento de queda livre ocorre apenas no vácuo, ou seja, em uma condição em que a influência do ar é desprezível (WERLANG, 2011; ALVES DE SOUZA, CASSIANA 2020).

Como a queda livre neste contexto é um movimento uniformemente acelerado, a expressão MRUV é usada. Se pegarmos a base da origem móvel e apontarmos o caminho positivo (+) para baixo e fizermos $s = h$, obtemos $s_0 = h_0$ e $v_0 = 0$ e $a = g$. Assim, a equação de queda livre ajustada é:

Tabela 1 – Quadro de equações

Função horária do espaço	MRUV	Queda livre
	$s = s_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$	$h = g \frac{t^2}{2}$

Função horária da velocidade	$v = v_0 + at$	$v = gt$
Equação de Torricelli	$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$	$v^2 = 2g\Delta h$

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Ao lançar um corpo verticalmente para cima, durante a subida a velocidade diminui, descrevendo um movimento retilíneo retardado, porque a velocidade possui o sentido oposto ao da aceleração. Quando lançamos um corpo verticalmente para baixo, ele descreve um movimento retilíneo acelerado. Neste caso, dizemos que o corpo está em queda livre (sem resistência do ar). Na descida, o módulo velocidade possui o mesmo sentido da aceleração da gravidade que aponta para o centro da Terra. E para o ponto mais alto da trajetória a velocidade do corpo é nula, onde ele para, e depois, desce. Portanto, podemos concluir que existe uma aceleração que afeta a queda de um objeto na Terra, que é chamada de aceleração gravitacional e cujo coeficiente é determinado pelo valor aproximado de g na superfície da Terra ou próximo a ela. $g = 9,80 \text{ m/s}^2$

3.1.9 Lançamento vertical

O movimento de um projétil lançado verticalmente chamamos de lançamento vertical. Quando um objeto é lançado verticalmente nas mesmas condições que em queda livre, ou seja, próximo à superfície da Terra, ignorando a resistência do ar, o objeto tem uma aceleração para baixo $a = g$, mas a velocidade inicial é diferente de 0 $v_0 \neq 0$.

Ele difere da queda livre na condição inicial porque a velocidade inicial é diferente de zero. A aceleração devido à gravidade sempre será negativa se você usar um eixo de coordenada vetorial positiva porque a direção da aceleração nem sempre muda para baixo. No ponto mais alto onde a velocidade é zero, a aceleração permanece constante (GASPAR, 2005).

3.1.9.1 Lançamento Vertical Para Baixo

Considere um objeto lançado verticalmente para baixo com uma velocidade inicial v_0 . Tomando a referência na origem, apontando a trajetória (+) para baixo, e fazendo $s = h$, obtemos: $s_0 = h_0 = 0$ e $a = g$.

Como a equação de lançamento vertical é a mesma do MRUV, podemos substituir g por a .

logo;

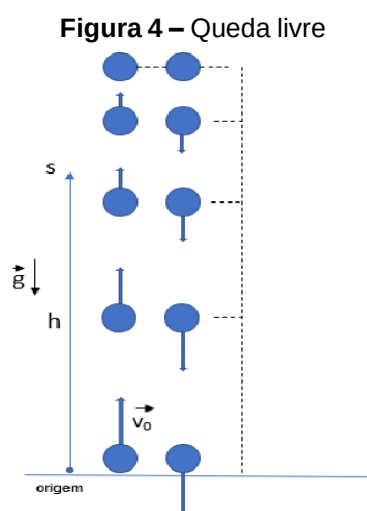
$$h = v_0 t + g \frac{t^2}{2}$$

$$v = v_0 + gt$$

$$v^2 = v_0^2 + 2g\Delta h$$

3.1.9.2 Lançamento Vertical Para Cima

Agora considere um objeto lançado verticalmente para cima com uma velocidade inicial v_0 . À medida que esse objeto sobe, sua velocidade diminui uniformemente para zero, portanto, ele executa um movimento uniformemente retardado. Nesse ponto, o corpo atinge sua altura máxima de lançamento $h_{\max}$. Logo em seguida, descreve uma queda livre em que o corpo retorna à sua posição original com a mesma velocidade do módulo lançado.



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Como a velocidade no ponto mais alto é zero, podemos substituir na equação de Torricelli por $v = 0$ e obter a expressão para calcular a altura máxima. Assim, o projétil ao retornar a seu ponto de partida, seu deslocamento é nulo $\Delta s = 0$, mas sua distância percorrida não será nula no intervalo de tempo considerado.

$$h_{\text{máx}} = \frac{v^2}{2g} \quad (\text{eq. 13})$$

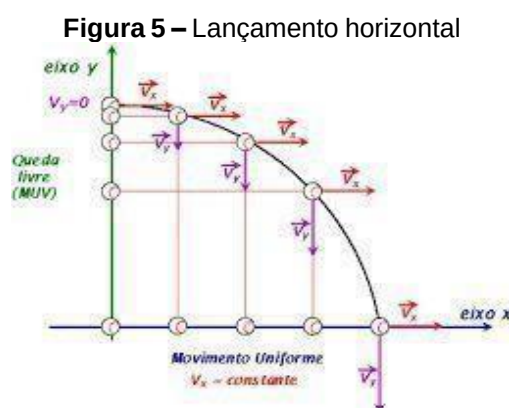
Assim, para o cálculo do tempo total do percurso somamos então o tempo de subida com o tempo de descida. Utilizando a seguinte equação para o tempo de subida ou descida, considerando que os tempos são iguais entre si:

$$t = \frac{v_0}{g} \quad (\text{eq. 14})$$

3.1.10 Lançamento Horizontal

Considere um objeto lançado horizontalmente de uma altura h acima do solo, este objeto descreve uma trajetória parabólica até atingir o solo. A direção horizontal deste movimento tem uma velocidade constante diferente de zero (v_x) que define o movimento retilíneo e uniforme (MRU) e é independente do movimento na direção vertical (CARRON, 2002 e Alves de Souza, Cassiana 2020).

Para simplificar a análise da velocidade e posição das partículas, o disparo horizontal pode ser dividido em dois movimentos: horizontal e vertical.



Fonte: WikidoDavi adaptada pelo autor (2023)

Como não há aceleração na direção horizontal, ela se move uniformemente conforme a Figura 05. A componente horizontal v_x da velocidade do projétil permanece constante e é igual ao valor inicial v_0 ao longo da trajetória. Para função horária MRU, $|v \rightarrow x| = |v \rightarrow 0|$, temos:

$$s = s_0 + vt \quad \text{eq. 1}$$

Para o movimento vertical, o movimento é de queda livre, então o movimento linear acelera uniformemente com uma velocidade inicial de zero, que aumenta uniformemente com o tempo, e a aceleração do movimento é a aceleração gravitacional.

3.1.11 Lançamento Oblíquo

Assim como o lançamento horizontal, o lançamento oblíquo é estudado como a composição de dois movimentos: horizontal e vertical. Para a análise, usamos o movimento horizontal no eixo x e o movimento vertical no eixo y . Se a componente de aceleração x for 0, a componente y é constante e igual $a = -g$.

O alcance máximo e a altura máxima do projétil dependem de sua velocidade inicial e de seu ângulo de saída, que é o ângulo formado entre os eixos x e y . Na direção horizontal, o projétil se move uniformemente com velocidade v_{0x} . Como visto acima, na direção vertical, o objeto realiza um movimento uniforme que depende da velocidade inicial v_{0y} e da força gravitacional g .

Analizando o lançamento de um projétil da superfície da Terra com velocidade v_0 que faz horizontal e angular θ , conforme mostrado na Figura 05, nos permite decompor esse movimento separando as componentes horizontal e vertical.

Para aceleração, temos os seguintes componentes:

$$a_x = 0 \text{ e } a_y = -g$$

De acordo com a equação de velocidade para movimento retilíneo uniformemente modificado (MRUV):

$$v = v_0 + at$$

Na equação da posição temos que:

$$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

Considerando o movimento ao longo do eixo 0x, substituindo v por v_x e v_0 por v_{0x} e inserindo 0 na equação, obtemos:

$$v_x = v_{0x}$$

$$x = x_0 + v_{0x}t$$

Substituindo x por y , v por v_y , v_0 por v_{0y} e a por $-g$ no eixo 0y:

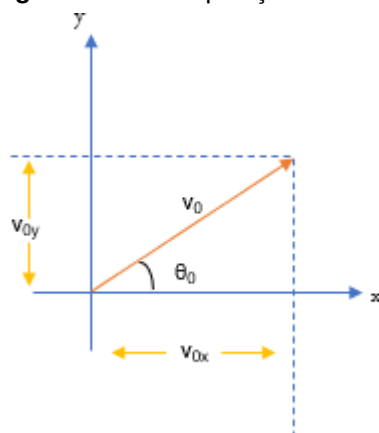
$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

Sabendo que a aceleração é constante, podemos representar o movimento x e y separadamente, como a equação MRUV.

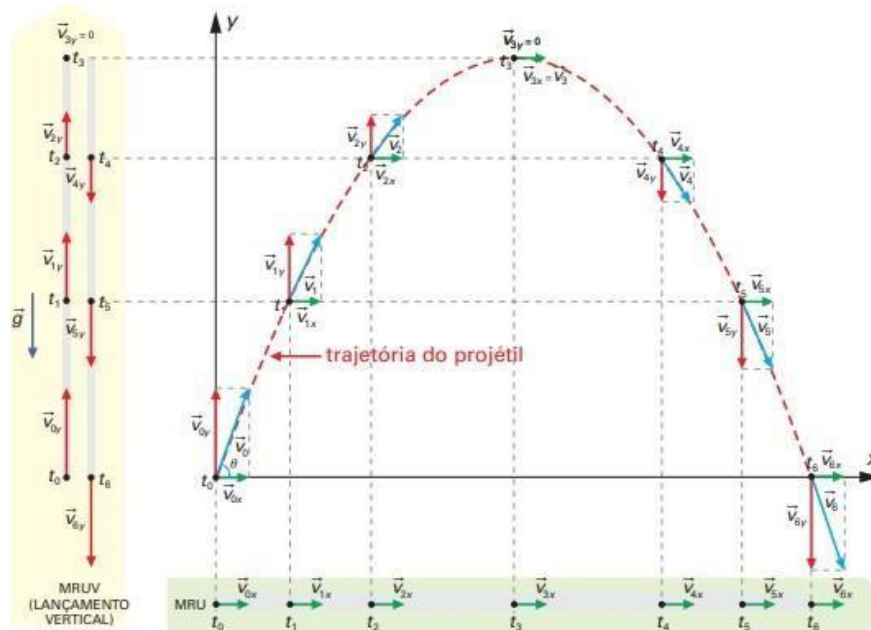
Conforme a Figura 06, o vetor velocidade faz um ângulo θ_0 com o eixo horizontal e divide o vetor velocidade usando a expressão trigonométrica de forma que seja formado um triângulo retângulo entre as componentes v_{0x} e v_{0y} conforme mostra a Figura 06 abaixo.

Figura 6 – Decomposição de vetor



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Figura 7 – Trajetória de um projétil e a decomposição das velocidades v_x e v_y



Fonte: Gaspar (2013)

Na figura 07, observamos a trajetória de um projétil partindo do ponto inicial em um tempo específico $t = 0$. Ele é lançado com velocidade inicial v_0 , formando um ângulo maior que 0° e ignorando a resistência horizontal do ar. As componentes de posição, velocidade e aceleração estão no mesmo intervalo de tempo. Como a componente de aceleração x é igual a zero, usamos v_x como constante. A componente y da aceleração é constante e diferente de zero, onde v_y varia na mesma quantidade em intervalos de tempo iguais no ponto mais alto da trajetória $v_y = 0$. A distância A é o alcance horizontal e h é a altura máxima.

Avaliando as componentes da velocidade v_{0x} e v_{0y} e substituindo-as na equação trigonométrica, obtemos:

$$v_{0x} = v_0 \cos \theta$$

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

Não há aceleração horizontal no movimento oblíquo, e o movimento horizontal e vertical são independentes. E se este movimento for analisado através do lançamento de uma bola de futebol, através da medição e análise por meio de equações matemáticas, verifica-se que a velocidade vertical v_{0y} do projétil diminui quando ele sobe, mas aumenta quando ele desce. Portanto, o alcance máximo que um objeto pode atingir entre o ponto de lançamento e o ponto de queda é quando $y = 0$.

De acordo com Halliday (1916-2010), usando a função de taxa horária MRUV, substituindo a por $-g$ e o eixo x pelo eixo y conforme mostrado abaixo:

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

Substituindo na equação, temos:

$$y - y_0 = (v_0 \sin\theta)t - \frac{1}{2}gt^2$$

Aqui, a componente vertical da velocidade original v_{0y} é substituída pela expressão equivalente $v_0 \sin\theta$. A equação vale da mesma maneira.

$$v_y = v_0 \sin\theta - gt$$

$$v_y^2 = (v_0 \sin\theta)^2 - 2g(y - y_0)$$

A componente vertical da velocidade age como uma bola lançada verticalmente para cima. No ponto mais alto da trajetória, o módulo da velocidade é zero. A componente vertical da velocidade então muda de direção e aumenta ao longo do tempo até que o caminho termine (HALLIDAY, 1916-2010).

Como não há aceleração horizontal, esses movimentos de v_x e v_0 permanecem iguais aos valores iniciais. Então você tem:

$$x - x_0 = v_{0x}t$$

Como, $v_{0x} = v_x$, logo:

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

Tanto para o lançamento horizontal quanto para o lançamento oblíquo, o intervalo de tempo do revestimento é o mesmo para ambos os componentes (horizontal e vertical). Assim, você pode encontrar t no componente horizontal e aplicá-lo ao componente vertical e vice-versa.

Como esse movimento é simétrico em relação ao vértice da parábola, o intervalo de tempo de subida é igual ao intervalo de tempo de queda. Quando o projétil retorna ao mesmo nível horizontal mostrado na Figura 07, os tempos de subida e descida são iguais devido ao movimento simétrico em torno da altura máxima (CARRON, 2002; ALVES DE SOUZA, CASSIANA 2020). Assim

$$t_{subida} + t_{descida} = \frac{v_0 \sin\theta}{g}$$

3.1.12 Alcance Horizontal

O alcance horizontal A é definido como a distância horizontal que o corpo percorre desde o momento em que é lançado até retornar ao mesmo nível horizontal do lançamento. Vamos chamar a extensão horizontal A a ser determinada substituindo na equação xx mostrada anteriormente onde $x - x_0 = A$ e $y - y_0 = 0$ (HALLIDAY, 1916-2010).

$$A = (v_0 \cos \theta) t$$

$$0 = (v_0 \sin \theta) t - \frac{1}{2} g t^2$$

Eliminando t , temos que:

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

Usando a equação trigonométrica para dizer $\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta$, têm-se:

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

3.1.13 Efeitos do Ar

Até agora, assumimos que o ar não tem efeito sobre o movimento do projétil. No entanto, em muitos casos, o ar resiste ao movimento e a diferença entre essa trajetória calculada e a trajetória real do projétil pode ser grande. (Halliday, 1916-2010).

Um projétil pode, portanto, ser definido por qualquer objeto lançado com uma velocidade inicial e seguindo uma trajetória determinada apenas pela aceleração da gravidade e resistência do ar. Exemplos de projéteis incluem bolas de futebol chutadas, bolas de basquete lançadas, bolas de beisebol lançadas, pacotes lançados de aviões e balas disparadas de armas de fogo. A curva traçada por um projétil é sua trajetória.

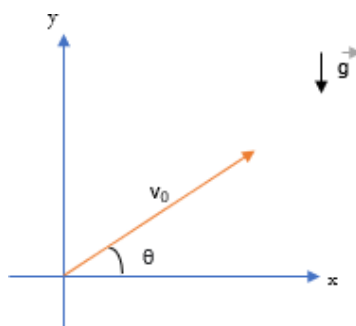
Portanto, como o movimento do projétil é inerentemente afetado pelo arrasto, os cálculos aerodinâmicos mostram que o arrasto (em oposição ao movimento) é proporcional à velocidade, ($f = k v^2$)

Então sabemos que quando um objeto cai de uma certa altura, ele ganha um movimento acelerado devido à ação da gravidade. Além dessa força, a resistência do ar atua sobre o corpo na mesma direção e em direções opostas. Esta segunda força é variável e depende da velocidade do objeto.

3.1.14 Lançamento Oblíquo com Resistência do Ar

Conforme ilustrado na Figura 08, podemos observar o movimento do objeto em duas dimensões.

Figura 8 – Trajetórias obtidas com as equações



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

As componentes do movimento são:

Eixo x;

$$f = 0$$

$$\text{Eixo y; } f = m a_y = -mg$$

Então a solução seria:

Eixo x;

$$x = ut$$

Para Eixo y;

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

Então $u = v_0 \cos \theta$ e $v_{0y} = v_0 \sin \theta$ são as velocidades iniciais nas direções x e y, respectivamente, e θ é o ângulo entre a velocidade inicial v_0 e o eixo horizontal.

O estudo das leis do movimento, que chamamos de mecânica, permite que essas leis prevejam o movimento de um corpo.

4 PRODUTO EDUCACIONAL

4.1 APRESENTAÇÃO

O uso de tecnologias digitais na educação está cada vez mais focado e sendo adotado como medida para melhorar o ensino e o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos e incentivar ainda mais o aperfeiçoamento dos professores.

Física, Química e Matemática são consideradas difíceis de entender. Ou seja, os alunos tendem a ter mais dificuldades nessas áreas do conhecimento. E com base nesse contexto, percebe-se que são muitas as causas que contribuem para essa realidade e situação, que incluem não só o comportamento dos alunos, mas também o comportamento dos professores. Isso porque precisamos de uma metodologia de ensino que desperte o interesse no envolvimento do aluno durante a aula e depois se aplique à experiência da aula e aulas adicionais. Teodoro e Veits (2002): “A física real é um campo muito difícil para a maioria dos alunos, exigindo a memorização de fórmulas de origem e nacionalidade desconhecidas. e desenvolvimento cognitivo geral” (Teodoro & Veit, 2002).

Diante da necessidade de inovação para melhorar o desempenho dos alunos em sala de aula, a tecnologia serve como forte aliada nesse processo, e por isso, trabalhos atuais dentro de currículos específicos buscam propor a melhoria da aprendizagem como meta geral. Um processo de física tendo como base referencial o lançamento oblíquo, que é um conteúdo programático inicial do ensino médio. Assim, com ou sem o uso do *software Modellus*, conciliamos a relevância da teoria e da prática, pois o uso da tecnologia serve como um processo metodológico importante para a abordagem de conceitos físicos.

Portanto, este material, desenvolvido para 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. Sugere que o educando tenha um papel ativo e a curiosidade potencializada por meio do uso de recursos educacionais tecnológicos elaborados para auxiliá-lo no processo de ensino e aprendizagem de alguns conteúdos da cinemática.

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 a proposta de introduzir, de modo dinâmico, intuitivo e sequencial o conteúdo de Lançamento Oblíquo, utilizando um simulador computacional que foi desenvolvido no *Software Modellus*. O objetivo da sequência didática é apresentar o *software Modellus* como uma ferramenta tecnológica que facilita o processo de ensino e aprendizagem. O trabalho é descrito em termos de conhecimento prévio que os alunos já possuem antes de abordar o tema, de acordo com a teoria cognitiva construtivista de David Ausubel. De acordo com Ausubel, uma ponte deve ser construída entre a estrutura cognitiva do aluno e o novo conhecimento para que ocorra uma aprendizagem significativa.

4.2 O SOFTWARE MODELLUS

Modellus é um *software* computacional projetado para fins de educação em ciências e matemática. Originalmente desenvolvido por Vitor Duarte Teodoro na Universidade de Lisboa, Portugal, em colaboração com João Paulo Duque Vieira e Felipe Costa Clérico. *Modellus* é um ambiente de computação que permite construir e simular modelos de fenômenos físicos, químicos e matemáticos usando as equações que representam esses fenômenos. Dessa forma, o usuário descreve um modelo matemático representando o fenômeno e o *Modellus* realiza uma simulação computacional do mesmo. Além disso, o *software* é gratuito e fácil de instalar e desinstalar. Existe uma versão em português para Windows e Linux e pode ser baixada gratuitamente em:

<https://intra.fr-gym.dk/downloads/Modellus.html>, existem várias versões disponíveis para sistemas de controle Windows, Linux e MAC OS.

A versão do *Modellus* utilizada neste trabalho é a versão mais recente, X 0.4.05, conforme Figura 09.

Figura 9 – SEQ FIGURA * ARABIC 1 - VERSÃO DO SOFTWARE



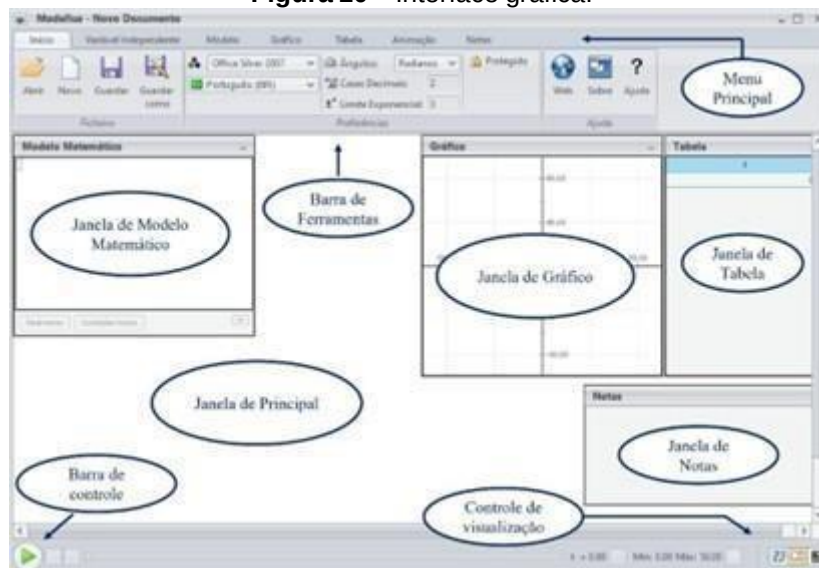
Fonte: Adaptada pelo autor (2022)

4.2.1 Interface Gráfica

Ao abrir o *software*, você verá uma interface gráfica estruturada conforme a Figura 10. A barra superior do programa contém nomes de arquivos e botões para minimizar, maximizar e fechar a janela principal. Abaixo desta barra, o *software Modellus* exibe por padrão um menu principal (usados para instalar animações, inserir imagens), uma barra de ferramentas, uma barra de controle, 3 botões para controlar as visualizações e 5 janelas, sendo uma delas a janela principal, modelos matemáticos, gráficos, tabelas e notas.

A função de cada um dos itens que compõem a interface gráfica do *software* mencionado na seção anterior está resumida na tabela 2.

Figura 10 – Interface gráfica.



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Tabela 2 – Breve resumo de funcionalidade das principais ferramentas que compõem a interface gráfica do software *Modellus* x 0.4.05.

Menu principal: é composto por botões (Início, Variável independente, Modelo, Gráfico, Tabela, Animação e Notas) que permite a alternância entre as ferramentas disponíveis no *software*.

Barra de ferramentas: onde localiza-se as diversas ferramentas que possibilita configurar as animações e simulações a serem desenvolvidas.

Janela principal: ambiente onde ocorre a exibição da simulação como um todo.

Janela de modelo matemático: 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.

Janela de gráfico: onde são exibidos e plotados os gráficos em tempo real.

Janela de tabela: aqui são exibidos em tempo real a partir de uma variável independente os valores das variáveis envolvidas na modelagem.

Janela de notas: ambiente disponível para anotações.

Barra de controle: 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.

Botões para controle de visualização: são três ícones que servem para minimizar as dependências do programa, isto é, permite o controle da visualização principal do *software*.

Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

4.3 SIMULADOR COMPUTACIONAL

Os simuladores computacionais desenvolvidos ao longo deste produto são projetados e desenvolvidos para serem integrados ao currículo e para ajudar os professores de física a ensinar e aprender algum conteúdo cinemático. Para tanto, foram desenvolvidas simulações para estudar o lançamento oblíquo de projéteis. A física envolvida no lançamento do projétil é demonstrada através de simulação computacional usando o programa *MODELLUS*. Usando uma abordagem qualitativa, este trabalho visa ensinar os alunos a lançar um projétil de acordo com esta proposta alternativa. O instalador e simulador do *software Modellus* desenvolvido aqui pode ser baixado em <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1-tTWvJq6ZnLBkaxzHYfIXyH5aDLQ4V-I>.

4.4 SIMULADOR DE LANÇAMENTO OBLÍQUO

4.4.1 Interface

Um simulador de lançamento oblíquo foi modelado no *software Modellus*. Projetado para explorar e desenvolver disparos de projéteis oblíquos dinâmicos para alunos do primeiro ano do ensino médio. A Figura 3, que mostra a interface do simulador, mostra que ele é composto por cinco janelas. Uma janela primária na qual se desenvolve a simulação, uma segunda janela com um modelo matemático que realiza o fenômeno em estudo, duas janelas com gráficos e

tabelas para visualizar os dados e, finalmente, uma janela de comentários em tempo real.

Figura 11 – Interface do simulador



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

4.4.2 O Modelo

Através da simulação, o modelo matemático do lançamento inclinado utilizado neste estudo possui duas situações: (i) quando a resistência do ar não é considerada na equação do movimento e (ii) quando a resistência do ar é considerada na equação do movimento.

4.4.2.1 Lançamento Oblíquo Sem Resistência Do Ar

Usando o princípio de Galileu, o lançamento oblíquo pode ser dividido em direções horizontal e vertical. Como a resistência do ar durante o movimento da bola é desprezível e ocorre apenas sob a influência da gravidade, pode-se ver que o movimento é uniforme na direção horizontal e uniforme na direção vertical.

A análise matemática do movimento consiste em considerar os dois eixos separadamente. Desta forma, equações separadas são obtidas para movimento uniforme ao longo do eixo horizontal e movimento com aceleração constante ao longo do eixo vertical (movimento uniformemente variável).

Considere uma partícula lançada obliquamente no vácuo, com velocidade $\vec{v}_0$ segundo um ângulo θ em relação a horizontal. Decompondo o vetor 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 $a_x \neq 0$, 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 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,

$$S = S_0 + vt$$

$$S - S_0 = \cancel{1}t$$

$$\Delta S = A$$

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

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:

$$S = S_0 + v_{0y}t + a \frac{t^2}{2}$$

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

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

$$t = \frac{2v_{0y}}{g}$$

Substituindo temos,

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

A partir das relações trigonométricas podemos escrever,

Para horizontal:

$$\cos\theta = \frac{v_{0x}}{v_0}$$

$$v_{0x} = v_0 \cos\theta$$

Para vertical:

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

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

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,

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

Assim, o alcance horizontal é definido como a distância horizontal que uma partícula percorre desde o momento em que é lançada até o momento em que retorna ao mesmo nível horizontal do lançamento. O alcance é dado pela equação:

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

4.4.2.2 Lançamento Oblíquo Com Resistência Do Ar

Considere uma partícula lançada obliquamente no vácuo, com velocidade inicial $v \rightarrow_0$ segundo um ângulo θ 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.

$$\begin{aligned} v_x &= v_0 \cos\theta + u \\ v_{0y} &= v_0 \sin\theta \end{aligned}$$

A componente horizontal v_x é constante em módulo, uma vez que a aceleração é $a_x \neq 0$, 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.

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

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

O alcance horizontal A é agora definida como a distância horizontal percorrida pela partícula desde o momento em que foi lançada até retornar ao mesmo nível horizontal em que foi lançada, mais a velocidade horizontal u . O alcance é dado pela 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 , θ , g e u é a velocidade do ar na horizontal, xS e xR são as funções horárias sem e com a influência do ar.

Figura 12 – Janela modelo matemático



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Ao atribuir as partículas aos dados inseridos na janela Modelo Matemático, iniciamos a simulação e veremos as partículas se movimentando (Figura 13).

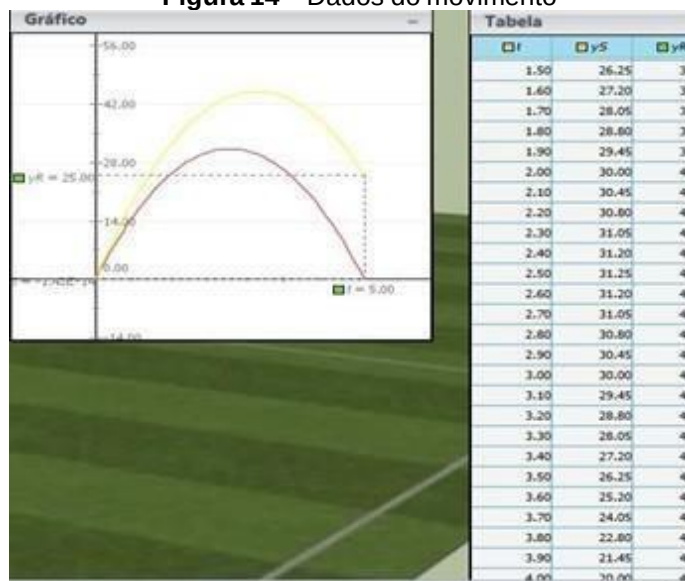
Figura 13 – Simulação com movimento das partículas



Fonte: Elaborada pelo autor (2022)

Ainda é possível analisar gráficos e tabelas com dados sobre o movimento (Figura 14).

Figura 14 – Dados do movimento



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022)

4.5 PROPOSTA DIDÁTICA

A sequência didática é concebida como uma metodologia para comparar os conhecimentos adquiridos e discutidos durante uma atividade com conhecimentos prévios de acordo com a estrutura de módulos executados sequencialmente (TRABALHO, OLIVEIRA, 2022).

Para Ramos, Moura e Lavor (2020, p. 6) SD é “uma metodologia estruturada na teoria da sequência didática que define um conjunto de atividades com etapas inter-relacionadas para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais eficaz”. Ugalde e Roverers (2020) estudaram o SD como metodologia e observaram que um tema de pesquisa pode ser mais bem compreendido se a estratégia corresponder à realidade do aluno, pois o objetivo é aprimorar as atividades e promover uma aprendizagem significativa. Acrescenta ainda este autor que esta metodologia permite ao professor identificar os saberes existentes e trabalhar nos alunos em termos de concretização da aprendizagem (LABOR, OLIVEIRA, 2022).

Portanto, no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos específicos, o SD é utilizado para identificar os conhecimentos prévios dos alunos para organizar os módulos como ferramentas que agregam uma sequência lógica de tarefas em antecipação à estruturação de novos conhecimentos (LABOR, OLIVEIRA, 2022).2022).

Para diminuir as dificuldades enfrentadas pelos alunos de física e estimular o interesse pelo aprendizado dessa área do conhecimento, pretendemos desenvolver atividades laboratoriais utilizando simuladores virtuais que possam relacionar conceitos físicos com a prática cotidiana.

Para tanto, foram desenvolvidas sequências didáticas utilizando o *Software Modellus* como ferramenta tecnológica facilitadora no processo de treinamento e aprendizagem do conteúdo Lançamento Oblíquo e do fenômeno do movimento com fricção do ar (lançamento). E para unir as teorias de aprendizagem com isso, David Ausubel constrói cada momento levando em conta o conhecimento prévio dos alunos e estruturando novos conhecimentos físicos e significados em contextos já conhecidos.

5. APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

O produto educacional associado a esta dissertação de mestrado tem sido utilizado regularmente nas turmas de primeiro ano do ensino médio do Colégio Cuca, localizado na cidade de Caicó, Rio Grande do Norte. A turma é composta por 10 alunos com idades entre 15 e 16 anos. A aplicação foi feita na aula de física em novembro de 2022.

5.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta proposta didática destina-se ao uso em experimentos virtuais ao vivo. Para tanto, foi desenvolvido um roteiro de aprendizagem prática para os conteúdos do simulador utilizado no currículo do 1º ano.

A discussão das aplicações e dúvidas do Estudo de Satisfação do Aluno e da metodologia utilizada foi desenvolvida em cinco encontros, nos quais a sequência didática é composta por sete aulas de 45 minutos de duração.

Primeira etapa:

Esta primeira etapa, o primeiro encontro, apresenta os motivos do estudo aos alunos para conhecerem a finalidade do questionário, a finalidade do seu conteúdo e as tarefas a serem respondidas no início do curso. Um diagnóstico inicial de conhecimentos e conceitos de lançamento pré-oblíquo, cinemática escalar, é então realizado conforme a (Figura 15) velocidade média, velocidade e momento, movimento linear de velocidade constante (MRU), aceleração e movimento linear equivalente. Apendice A, cujo objetivo é determinar o conhecimento existente e o nível de desenvolvimento dos alunos em relação a esse conteúdo. Em seguida, tivemos uma conversa inicial sobre conceitos relacionados ao movimento de arremesso oblíquo e compilamos uma lista de

exemplos e situações cotidianas relacionadas ao conceito. Envolve os alunos, pedindo-lhes que deem exemplos de tópicos.

Figura 15 – Momento de aplicação do diagnóstico inicial

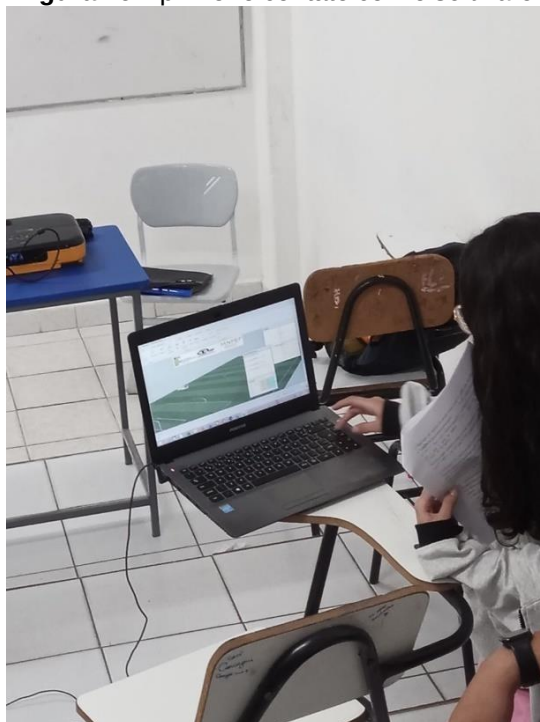


Fonte: Acervo do autor (2022)

Segunda etapa:

O segundo passo é estudar a velocidade média. Nesse caso, há uma breve discussão em que o professor faz perguntas sobre o conteúdo relacionado ao movimento e as principais características do MU e do MUV. Recursos de aprendizado como projetores, software Power Point com apresentações de slides e software Modellus ajudam os alunos a desenvolver habilidades de resolução de problemas por meio de interações animadas fornecidas pelo software enquanto compreendem os conceitos de velocidade média e aceleração.

Figura 16 – primeiro contato com o *software*



Fonte: Acervo do autor (2022)

Nesta etapa, os alunos iniciam seu primeiro contato com o *software*, conforme mostra a Figura 16, e as ferramentas disponibilizadas pelo *software* são realmente exibidas em uma configuração simulada para observação dos alunos. Analise o movimento da partícula e encontre uma solução para o problema proposto nesta interação.

Terceira etapa:

Na terceira etapa, introduz-se o conceito de resistência do ar por meio do estudo de taludes sem resistência do ar. Nesta aula, o professor mostrou que em certas condições a resistência do ar existe e não pode ser ignorada. As aulas são ministradas para descobrir a física do lançamento de projéteis.

Quarta etapa:

Praticamos conforme mostrado na figura 17.

Figura 17 – Alunos seguindo o roteiro de aplicação do Simulador



Fonte: Acervo do autor (2022)

Esta aula utiliza roteiros relacionados ao simulador. Para o simulador, o simulador de arrasto e inclinação é expresso como o deslocamento da bola. O corpo do simulador 1 (basquetebol) simula o movimento da bola sem resistência do ar e o simulador 2 de futebol (futebol) simula o movimento da bola com resistência do ar.

Além desses objetos simulando os dois tipos de movimento, o aluno tem outra sub-janela na janela principal do simulador onde todos os dados do movimento podem ser rastreados por meio de gráficos e tabelas. Roteiros, simuladores e intervenções do professor permitem que os alunos pratiquem o conteúdo em sala de aula, analisem comportamentos e resolvam problemas sugeridos nesses roteiros.

Quinta etapa:

Por fim, como mostra a figura 18, o objetivo deste último encontro é obter feedback dos alunos sobre a prática e a prática usando o Questionário de Satisfação (Apêndice C).

Figura 18 – Aplicação da pesquisa de satisfação



Fonte: acervo do autor (2022)

Este questionário inclui 9 perguntas no Apêndice C. Todas as perguntas abertas dão aos alunos a oportunidade de avaliar sua educação e conhecimento do *software Modellus*. As classes podem discutir métodos. Nesta ordem didática.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A eficácia do uso de produtos educacionais é avaliada qualitativamente por meio da interação, engajamento e feedback dos alunos sobre as atividades realizadas na sequência educacional proposta. A avaliação é contínua e leva sempre em consideração o feedback dos alunos sobre os questionários que compõem o diagnóstico inicial e o roteiro de aplicação utilizado ao entrar no simulador.

Rompendo com a metodologia tradicional em que a maioria dos conteúdos são revelados apenas no quadro-negro e apenas o professor detém o conhecimento, a aplicabilidade do inquérito inicial pode ser vista como a transferência das preferências dos alunos para um fundamento primitivo. Conhecimento relacionado à teoria de aprendizagem significa Ausubel que ocorre quando novas ideias são conectadas com o conhecimento existente, iniciado por alunos em situações da realidade iniciadas por instrutores e em atividades de laboratório virtual ao vivo alimentadas pelo *software Modellus*, os alunos experimentam maior engajamento e envolvimento durante uma hora • Mostrar participação ativa. , manipule o simulador para resolver problemas e aproveite a experiência proporcionada pelo *software*. Essa metodologia ativa quebra a barreira do medo. Ou seja, enquanto o professor é o juiz e o aluno o protagonista de todo o curso, o aluno tem a oportunidade de desenvolver e atualizar informações anteriores e reorganizar seus conhecimentos.

O produto educacional desenvolvido neste estudo demonstra a possibilidade de experimentos virtuais enquanto os alunos podem diminuir a dificuldade da física aplicando e praticando métodos de ensino que possam despertar o interesse pela física. Simuladores virtuais permitem que os alunos conectem a prática diária com conceitos físicos. Além disso, a aprendizagem dinâmica por meio do questionamento é sobre abandonar o papel de receptor e se tornar um criador de conhecimento.

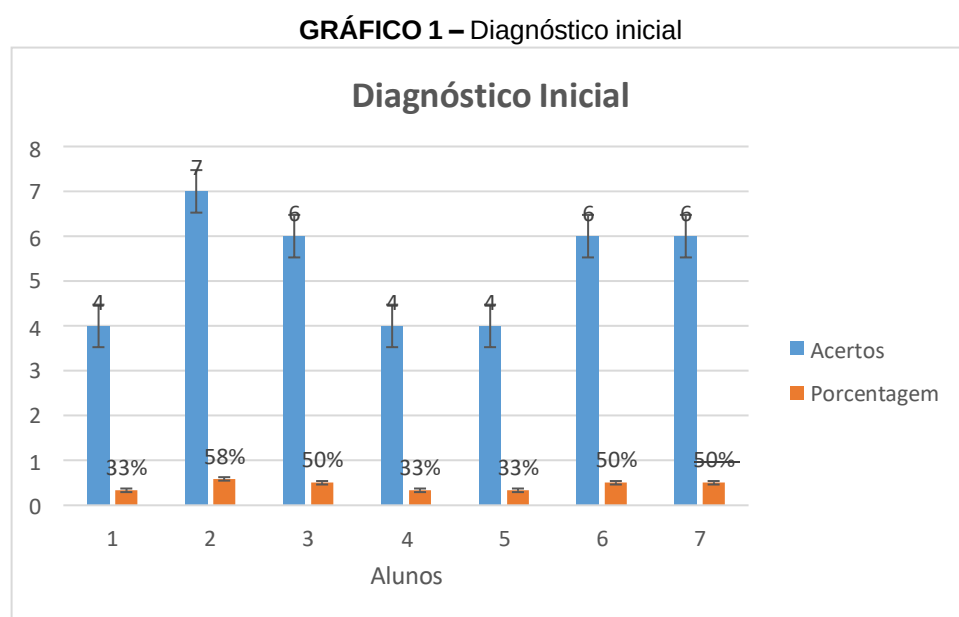
Esse é um desafio que todo professor enfrenta para conquistar a atenção e o interesse de seus alunos em sala de aula, e pode ser alcançado de várias formas, uma delas é a utilização do *software Modellus* nas aulas de física.

A seguir, é feita uma análise do diagnóstico inicial, cenário de uso do simulador e questionário de satisfação utilizado nas atividades descritas no Capítulo 5 do Ensino Médio 1º Ano do Colégio CUCA.

6.1 RESULTADOS E DISCURSÕES

Após a análise dos resultados do questionário de diagnóstico preliminar e das questões que compõe o roteiro de aplicação, os resultados comparativos são apresentados em gráficos estatísticos e seguem uma abordagem teórica.

O diagnóstico inicial visa confirmar o conhecimento prévio dos alunos sobre alguns conhecimentos que antecedem o lançamento oblíquo, como a cinemática escalar. No dia da primeira aplicação do diagnóstico, havia apenas 7 alunos. Conforme demonstrado no Gráfico 1, pode-se perceber que todos os alunos já possuem conhecimento ou ideias sobre o conteúdo, e o número de acertos indica que quase todos os alunos possuem o mesmo nível de conhecimento.



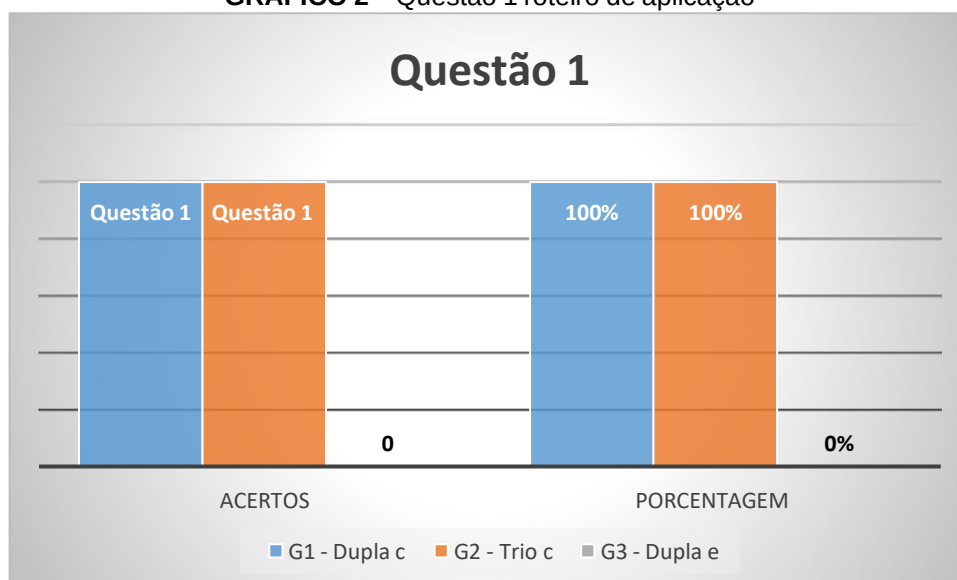
Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

No roteiro de aplicação do simulador, procuramos avaliar o envolvimento e aprendizagem dos alunos em relação ao conteúdo de Lançamento Oblíquo com e sem arrasto aerodinâmico utilizando o *software* de modelagem

matemática *Modellus*. Existem 3 questões subjetivas neste roteiro e apenas a questão 2 possui 3 itens (a, b e c).

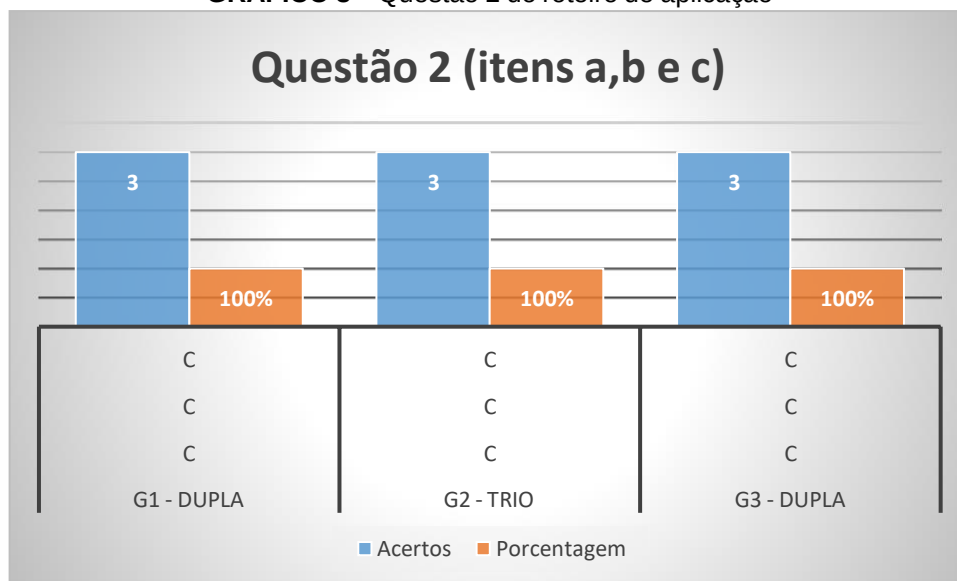
Considerando a análise dos resultados das respostas de apenas sete alunos nesta aplicação do roteiro, percebe-se que cada grupo tem uma forma de responder e perceber a simulação. Portanto, para analisar os dados apresentados no Quadro 2, os grupos foram descritos a seguir. O Grupo 1 possui dois alunos em duplas (G1), o Grupo 2 possui um trio alunos (G2) e o Grupo 3 também possui duplas em duplas (G3). Encontramos um total de 5 acertos quando consideramos o número de alunos que responderam por grupo na Questão 1 (Quadro 2), ou seja, 71% de acertos na análise da Questão 1.

GRÁFICO 2 – Questão 1 roteiro de aplicação



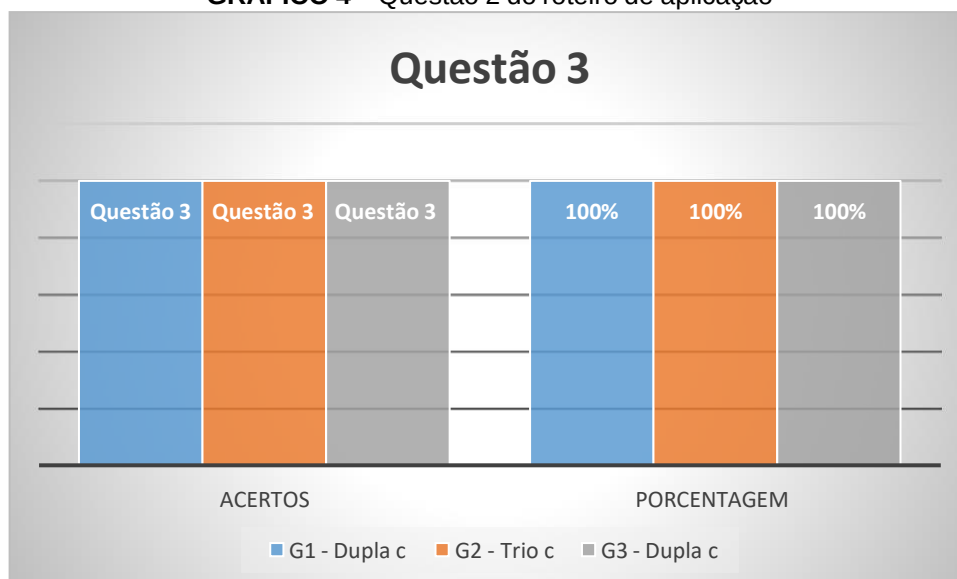
Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Para a questão 2 com 3 itens (a, b, c), todos os grupos têm respostas corretas, portanto, há um total de 7 respostas corretas, uma pontuação de 100% de acertos para todas as questões, conforme mostra o gráfico 3.

GRÁFICO 3 – Questão 2 do roteiro de aplicação

Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

A questão 3 (Quadro 4) foi solicitada para responder à conclusão, a compreensão do grupo sobre o impacto do ar por meio das simulações que eles visualizaram e discutiram. Há uma análise de uso de resposta de 100%. Como as palavras ainda não foram totalmente formadas em conceitos claros, consegue-se uma análise positiva da expressão escrita na questão analisada.

GRÁFICO 4 – Questão 2 do roteiro de aplicação

Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Este roteiro, parte de uma Sequência de Lições Aprendidas do Produto Aplicado, visa avaliar o engajamento e aprendizado do aluno relacionado ao conteúdo de lançamento inclinado com e sem arrasto aerodinâmico usando o *software Modellus*. Este cenário é composto por três questões de resposta curta e, conforme os gráficos 3 e 4, obtiveram-se 100% de acertos para todos os itens da questão 2 e resposta satisfatória para a questão 3 quanto ao conteúdo da resistência do ar.

No geral, podemos ver que após usar roteiros usando simuladores desenvolvidos com o *software Modellus* baseado na metodologia de Aprendizagem Crítica e Sala de Aula Interativa de David Ausubel, vemos mais do que apenas um aumento no engajamento. Houve um aumento significativo no percentual de acertos nas questões que compõem as atividades apresentadas em uma sequência didática.

6.1.1 Pesquisa de Satisfação

Ao final de todo o curso, conforme já mencionado neste trabalho, conforme planejado como quinta etapa da sequência didática do quinto tópico, que mais precisamente se refere à aplicação do produto, fica reservado. Pesquisa de satisfação com alunos para feedback. Desta reunião anterior. O presente estudo é realizado por meio de um questionário de nove questões contendo quatro alternativas expressando excelente, bom, regular e/ou ruim para sequências de lições aprendidas aplicadas e uso do *software Modellus*. O Gráfico 5 mostra uma divisão percentual das pesquisas de satisfação para 1 a 6 perguntas.

Na Questão 1, objetivamos averiguar o interesse dos alunos pelas salas de aula utilizando recursos computacionais. Como mostra o Gráfico 5, a resposta foi unânime, pois o nível de interesse era muito alto. Aqui, recorde-se também que este estudo incluiu os mesmos alunos que estiveram em sala de aula durante dois anos em isolamento devido à pandemia de Covid-19 e tiveram de se adaptar às várias alternativas de ensino e aprendizagem oferecidas.

Na Questão 2, pretendemos autoavaliar como os alunos avaliam a sua compreensão nas aulas ministradas. Como você pode ver na Figura 5, eles o

classificam como bom. Portanto, pode-se supor que a aprendizagem ocorra na atividade pretendida.

Na questão 3, queremos ver como eles avaliam a aula. Portanto, podemos ver que também há uma resposta de classe de consenso que a classifica como boa.

O objetivo da Questão 4 foi verificar como os alunos avaliam o uso dos recursos do computador nas aulas de física. Por meio das respostas, observamos que um recurso comumente utilizado para visualização de imagens em PowerPoint, um simulador que pode importar e processar animações visuais, é classificado como excelente por buscar tal avaliação positiva.

Na questão 5, avaliei o material preparado em aula e o índice de resposta foi superior a bom e razoavelmente regular. Percebemos que em cenários de sala de aula ainda podemos encontrar excelência. Algumas das dificuldades levantadas na Questão 7 podem ser acomodadas buscando maior objetividade nos roteiros e simulações.

Na questão 6, procuramos analisar como eles avaliam o uso do *software Modellus* para os conteúdos com os quais trabalham. Como resultado, recebeu uma resposta ótima. Você também pode avaliar se o *software* é prático para criar animações com base no seu conhecimento específico do conteúdo.

Na Questão 7, pedimos aos alunos que classifiquem em uma escala de 0 a 4 o quanto é difícil operar o *software Modellus*. Existem 2 de 7 questionários respondidos em uma escala de 1 ponto para quão difícil eles são de lidar. Aqui podemos ver pelo problema 6 e que o *software* é fácil de usar e que apenas dois alunos tiveram alguma dificuldade em fazer a simulação.

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

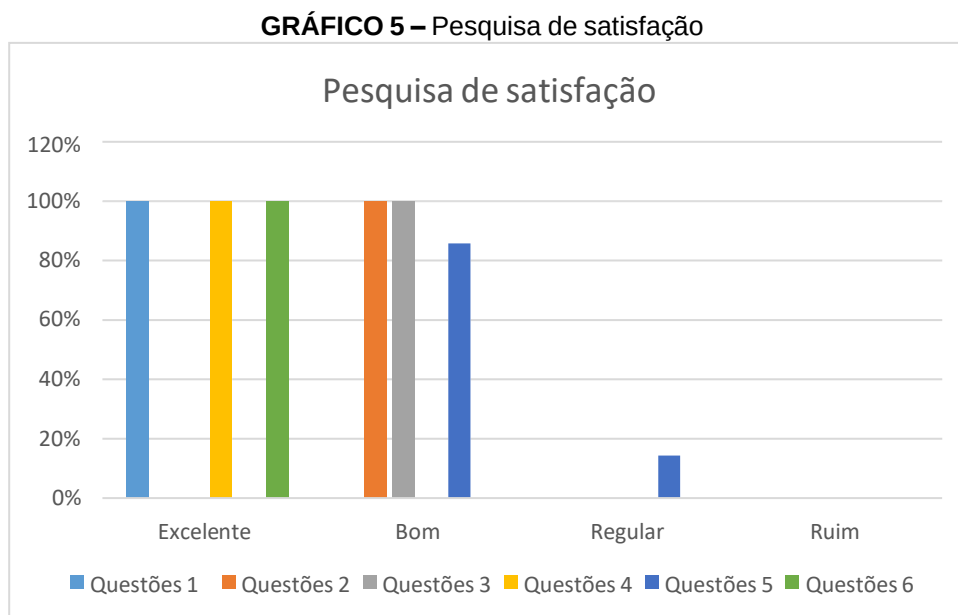
1, mais ou menos.

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

1, senti um pouco de dificuldade p usar.

Nas questões 8 e 9 temos o papel do professor como objetivo mais específico. Se as aulas estão bem estruturadas e se o método utilizado pelo

professor ajuda a entender melhor o tema da discussão. Você pode ver o que seus alunos concordam e pode avaliar positivamente a metodologia ao considerar suas respostas.



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Assim, podemos concluir que os alunos estão muito positivos com as suas respostas e bastante satisfeitos com a metodologia considerada. Portanto, com as respostas coletadas no aplicativo durante todo o período de estudo, o feedback pode ser considerado satisfatório. Pode-se concluir também que o produto educacional desenvolvido tem potencial para ser utilizado e adaptado por professores e alunos como meio de facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação de mestrado apresenta um produto educacional que visa amenizar as dificuldades dos alunos de física e estimular seu interesse pela pesquisa nesta área científica. Também se propõe a promover mudanças no ensino de física, criando um ambiente que potencialize a formação do conhecimento de forma lúdica, acessível aos alunos e adaptável a novos métodos de ensino e aprendizagem. Aprendizagem mais significativa e

estimulante, abordagens teóricas metodológicas menos tradicionais, cálculos abrangentes e apresentações numéricas estáticas.

Como podem observar, o produto educacional é composto por dois simuladores desenvolvidos no *software Modellus* prontos para uso em sala de aula (Simulador 1 - Lançamento inclinado sem resistência do ar. Simulador 2 - Lançamento inclinado com resistência do ar) e uma sequência didática com questionários diagnósticos, roteiro de aplicação para o simulador e uma pesquisa de satisfação.

O objetivo da utilização do modelo é mediar o ensino de física e contribuir para a melhoria do aprendizado dos alunos, contribuindo assim para a formação da integração entre os alunos, despertando o interesse pela área de conhecimento e estimulando a mudança. Em outras aulas, estamos mais envolvidos na aula. Como observa Ausubel (1963), uma das condições para uma aprendizagem significativa é o interesse do aluno em aprender, que é alcançado.

Em trabalhos desta natureza, é importante que professores com a mesma formação tomem as decisões indispensáveis à concessão e implementação da atividade proposta. Portanto, gostaria de enfatizar que o uso de computadores e simuladores como ferramentas metodológicas em sala de aula não substitui os professores. Porque o professor é uma figura indispensável na construção do conhecimento dos alunos, e o *software* é apenas uma ferramenta que ele utiliza como professor. Ferramenta educacional. Mediador da criação do conhecimento.

Como resultado, com base na experiência descrita neste artigo, pode-se concluir que o processo proposto neste artigo pode produzir resultados satisfatórios. Isso ocorre porque os resultados coletados e analisados do uso de produtos educacionais têm se mostrado promissores e podem trazer grande potencial para professores de física ao usar o *software Modellus* em conjunto com a aprendizagem essencial de David Ausubel e perspectivas metodológicas ativas. Os alunos buscam interesse e interesse em criar e contextualizar suas atividades em sala de aula, e isso pode ser alcançado de várias formas, e a utilização do *software Modellus* nas aulas de física pode ser uma delas.

Assim, com este trabalho, esperamos contribuir com professores que queiram utilizar ferramentas tecnológicas em sala de aula, ou professores que

queiram motivar e estimular os alunos a serem heróis em seu próprio processo de ensino e aprendizagem. Assim, esperamos que após a leitura desta obra, os professores se sintam motivados a utilizar, adaptar ou implementar recomendações desta natureza.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Tradução de Eva Nick et al. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton, 1963.

BRASIL. Ministério da Educação – MEC. **Educação Básica**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/211-218175739/83191-pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil>. Acesso em: 21 nov. 2022.

BRUM, W. P. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: REVISÃO TEÓRICA E APRESENTAÇÃO DE UM INSTRUMENTO PARA APLICAÇÃO EM SALA DE AULA. **Itinerarius Reflectionis**, Goiânia, v. 9, n. 2, 2014. DOI: 10.5216/rir.v2i15.27795. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/rir/article/view/27795>. Acesso em: 21 dez. 2022.

CAPELARI, D. **Uma sequência didática para ensinar relatividade restrita no ensino médio com o uso de TIC**. 2016. 100 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/2318/1/sequenciadidaticarelatividadetic.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2022.

GASPAR, A. **Compreendendo a física**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2013. v. 1. Disponível em: http://www.joinville.ifsc.edu.br/~eveline.kasper/Integrado/Gaspar_1.pdf. Acesso em: 5 dez. 2022.

GOMES, É. C.; FRANCO, X. L. de S. O.; ROCHA, A.S. da. **Uso de simuladores para potencializar a aprendizagem no ensino da física**. Araguaína, TO: EDUFT, 2020. 64 p.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**, volume 1: mecânica. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. 1024 p. il. 28 cm. ISBN 978-85-2162-688-7. Disponível em: <https://doceru.com/doc/s1n88sn>. Acesso em: 4 dez. 2022.

JESUS, M. A. S. de; SILVA, R. C. O. Análises de estratégias de ensino e aprendizagem de números complexos. In: V SIMPOSIO DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 2003, Lújan, Argentina. **Anais eletrônicos...** Lújan: Universidad Nacional de Lújan, 2003. 1 CD-ROM. ISBN 987-20239-1-3. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/files/viii/pdf/03/MC05002402801.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2022.

MARANDINO, M. Ensino de Física: tendências e desafios. **Cadernos Brasileiros de Ensino de Física**, v. 20, n. 2, p. 237-254, 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6544/6034>. Acesso em: 21 dez. 2022.

MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 1, p. 7-29, 2002. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci>. Acesso em: 21 dez. 2022.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

OLIVEIRA, P. P. F. **Movimento de projétil sobre ação da resistência do ar**. 2010. Disponível em: <https://riu.ufam.edu.br/bitstream/prefix/1760/2/Patr%c3%adcia%20Paula%20Fernandes%20Oliveira%20-%20Movimento.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2022.

PONTES NETO, J. A. S. Sobre a aprendizagem significativa na escola. In: MARTINS, E. J. S. et al. (orgs.). **Diferentes faces da educação**. São Paulo: Arte & Ciência, 2001. p. 13-37.

SERAFIM, M. L.; SOUSA, R. P. Multimídia na educação: o vídeo digital integrado ao contexto escolar. In: SOUSA, R.P., MOITA, F.M.C.S.C.; CARVALHO, A.B.G., orgs. **Tecnologias digitais na educação**. Campina Grande: EDUEPB, 2011. p. 233-249. Disponível em: http://www.clam.org.br/bibliotecadigital/uploads/publicacoes/1484_991_sousa-9788578791247.pdf. Acesso em 21 dez. 2022.

SOFFA, M. M.; ALCÂNTARA, P. R. de C. O uso do software educativo: reflexões da prática docente na sala informatizada. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 8., 2008, Curitiba. **Anais[...]**. Curitiba: Congresso Nacional de Educação, 2008. Disponível em: http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/335_357.pdf. Acesso em: 5 dez. 2022.

TOLEDO, M. V. de S.; CARDOSO, A. M. P. O Uso de Softwares na Educação. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, [S. l.], v. 6, n. 1, pág. 2055–2066, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n1-147. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/6109>. Acesso em: 21 nov. 2022.

UNESCO. Tecnologias de informação e comunicação na educação: Brasil. Disponível em: <https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasil/expertise/ict-education-brasil#:~:text=As%20tecnologias%20de%20informa%C3%A7%C3%A3o%20e,comunidade%20de%20ensino%20e%20aprendizagem>. Acesso em: 21 dez. 2022.

VIEIRA RIBEIRO, A. C. **Manual para desenvolvimento de simulações em Geogebra**: um recurso didático para o ensino de cinemática na Educação básica. 2019. 203 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

YOUNG, H. D. **Física I**, Sears e Zemansky: mecânica / Hugh D. Young, Roger A. Freedman; colaborador A. Lewis Ford; tradução Daniel Vieira; revisão técnica Adir Moysés Luiz. – 14. ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

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.

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: Sequência 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

Agradeço aos...

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

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	4
2. PRODUTO EDUCACIONAL	5
2.1 Simulador computacional	8
2.2 Simulador de lançamento oblíquo	8
3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)	15
4. REFERÊNCIAS.....	19
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

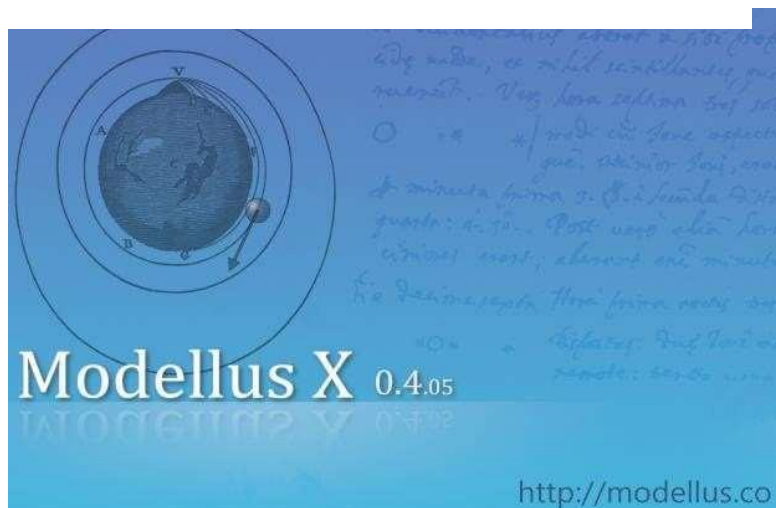
A proposta do produto, que está sendo desenvolvido durante o Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, trata-se de uma sequência didática, direcionada aos estudantes da 1ª série do Ensino Médio, com objetivo de introduzir, de modo dinâmico, intuitivo e sequencial 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



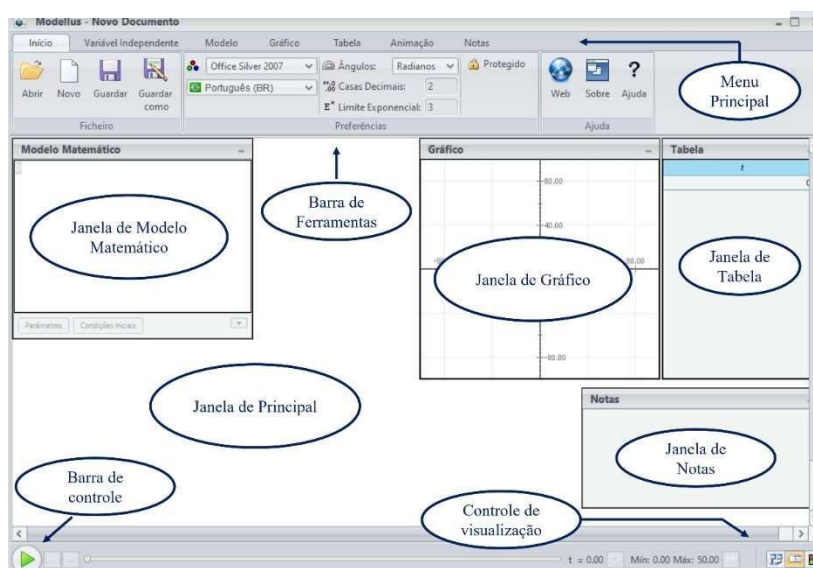
Fonte: Autor (2022)

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.

Menu principal: é composto por botões (Início, Variável independente, Modelo, Gráfico, Tabela, Animação e Notas) que permite a alternância entre as ferramentas disponíveis no software.
Barra de ferramentas: onde localiza-se as diversas ferramentas que possibilita configurar as animações e simulações a serem desenvolvidas.
Janela principal: ambiente onde ocorre a exibição da simulação como um todo.
Janela de modelo matemático: 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.
Janela de gráfico: onde são exibidos e plotados os gráficos em tempo real.
Janela de tabela: aqui são exibidos em tempo real a partir de uma variável independente os valores das variáveis envolvidas na modelagem.
Janela de notas: ambiente disponível para anotações.
Barra de controle: 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.
Botões para controle de visualização: são três ícones que servem para minimizar as dependências do programa, isto é, permite o controle da visualização principal do software.

Fonte: Autor, (2022).

2.1 Simulador computacional

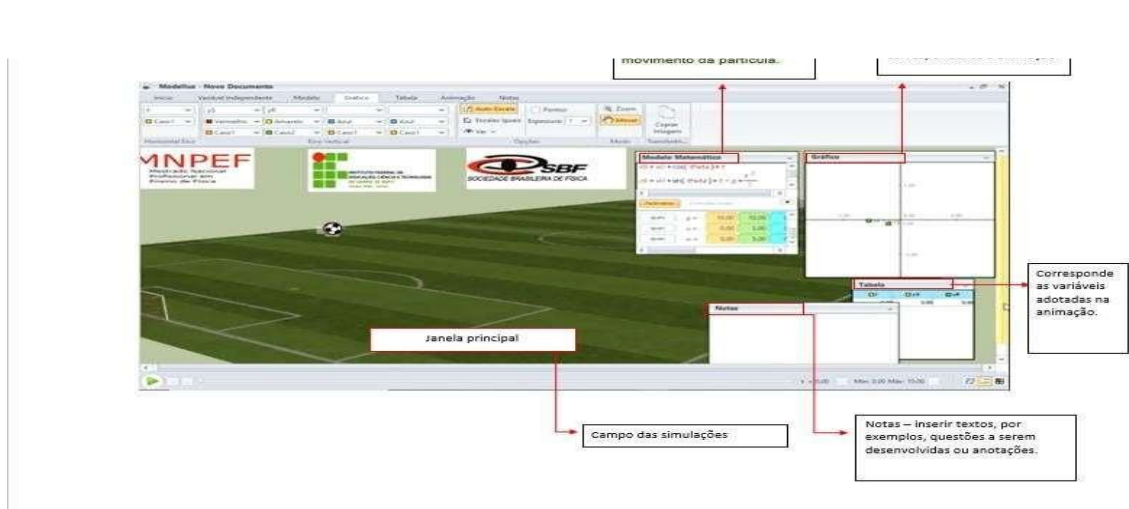
O simulador computacional, desenvolvido ao longo deste produto educacional, foi planejado e elaborado para ser integrado à sequência didática e auxiliar os professores de Física no ensino e aprendizagem de alguns conteúdos da cinemática. Para tanto foi elaborada uma simulação para aprendizagem do lançamento oblíquo de projéteis. A Física envolvida no lançamento de projéteis é ilustrada pelo uso de simulação em computador, usando o programa MODELUS. 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-l> 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 v_0 segundo um ângulo θ em relação a horizontal. Decompondo o vetor 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 $a_x = 0$, 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 $a_y = -g$ 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,

$$S = S_0 + vt$$

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

$$A = S - S_0$$

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

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 $\mathcal{Y}$, 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 $\mathcal{Y}$ é o tempo que a partícula passou no ar. Logo, precisamos de uma equação que tenha dentro as suas variáveis o tempo. Sendo assim:

$$S = S_0 + v_{0y}t + a \frac{t^2}{2}$$

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

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

$$t = \frac{2v_{0y}}{g}$$

Substituindo temos,

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

A partir das relações trigonométricas podemos escrever,

Para horizontal,

$$\cos\theta = \frac{v_{0x}}{v_0}$$

$$v_{0x} = v_0 \cos\theta$$

Para vertical,

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

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

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 v_0 segundo um ângulo θ 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.

$$\begin{aligned} v_x &= v_0 \cos\theta + uv_{0y} \\ &= v_0 \sin\theta \end{aligned}$$

A componente horizontal v_x é constante em módulo, uma vez que a aceleração é $a_x = 0$, e, portanto, esse movimento horizontal será descrito pela função horária do movimento uniforme $x = x_0 + v_{ox} + ut$. 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.

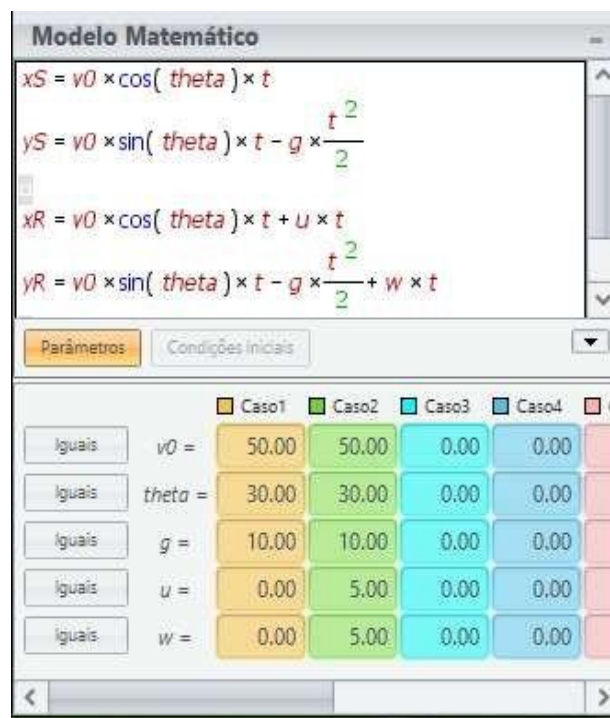
$$\begin{aligned} y &= y_0 + v_{0y} - g \frac{t^2}{2} \\ v_y &= v_{0y} - gt \end{aligned}$$

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 , θ , g e u e w 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: retroprojetor, 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

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 $\Rightarrow S > 0$ 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 Δt 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 das alternativas estão corretas.

- 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 clicar 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 $v_0 = 30 \text{ m/s}$ 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 θ 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 – Quanto 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.