



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL DE ENSINO DE FÍSICA  
POLO 43**

**THIAGO GUIMARÃES ALVES DE SOUSA**

**LABORATÓRIO VIRTUAL: MÉTODO PEDAGÓGICO NO ENSINO DE FÍSICA  
UTILIZANDO O SOFTWARE MODELLUS.**

**FORTALEZA  
2024**

THIAGO GUIMARÃES ALVES DE SOUSA

LABORATÓRIO VIRTUAL: MÉTODO PEDAGÓGICO NO ENSINO DE FÍSICA  
UTILIZANDO O SOFTWARE MODELLUS.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Formação de Professores de Física em Nível de Mestrado. Linha de Pesquisa: Novas tecnologias no ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo  
Silva.

FORTALEZA  
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S698l      Sousa, Tiago Guimarães Alves de.  
Laboratório virtual : método pedagógico no ensino de física utilizando o software Modellus / Tiago  
Guimarães Alves de Sousa. – 2024.  
84 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação,  
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2024.  
Orientação: Prof. Dr. Marcos Antonio Araújo Silva.
1. Ensino de Física. 2. Cinemática. 3. Software Modellus. I. Título.

CDD 530.07

---

THIAGO GUIMARÃES ALVES DE SOUSA

LABORATÓRIO VIRTUAL: MÉTODO PEDAGÓGICO NO ENSINO DE FÍSICA  
UTILIZANDO O SOFTWARE MODELLUS.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Formação de Professores de Física em Nível de Mestrado. Linha de Pesquisa: Novas tecnologias no ensino de Física.

Aprovada em: 29/10/2024.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. João Guilherme Nogueira Matias  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. José Robson Maia  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

FORTALEZA  
2024

A todos os professores interessados em compartilhar seu conhecimento utilizando novas metodologias para que as aulas sejam mais dinâmicas e eficazes. Àqueles que acreditam que a educação pode mudar tanto o ser humano quanto uma nação.

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A minha família, Henrique, Priscila, Julienny, Henrique (sobrinho) e Arthur (sobrinho), pelo apoio moral que me permitiram chegar até aqui e, em especial, minha mãe, Rosário, pelo apoio moral, financeiro e educacional, onde me tornou a pessoa que sou hoje.

A minha esposa, Jéssica Andrade, pelo apoio moral e sentimental nos momentos de dificuldades e nos momentos felizes. Na motivação, pois sem ela não teria finalizado esse trabalho.

Aos meus amigos que me incentivaram e me apoiaram nas decisões tomadas.

Aos colegas de turma, pelos estudos e reflexões, críticas e sugestões recebidas.

Aos docentes e discentes do colégio Kennedy, pela contribuição dada para a realização dessa pesquisa.

Aos professores que compartilharam de seus conhecimentos e experiência que adquiriram na trajetória de sua carreira profissional com o intuito de passar o máximo de si para uma melhor capacitação de todos os alunos pertencente a turma, no qual fui um integrante.

Ao ex-coordenador da pós-graduação, Prof. Dr. Carlos Alberto Santos de Almeida, pelo apoio durante todo o curso da pós-graduação.

Ao atual coordenador da pós-graduação, Prof. Nildo Loiola Dias, pelo apoio em todo o curso da pós-graduação.

Ao orientador Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva pela excelente orientação.

A todos, muito obrigado!

“O mais importante é não parar de questionar.  
A curiosidade tem sua própria razão de existir.  
Nunca perca a sagrada curiosidade.”  
(Albert Einstein - Físico)

## RESUMO

Os alunos do ensino médio possuem dificuldades na aprendizagem dos conceitos da Física. A utilização de métodos tradicionais de ensino e a ausência de meios pedagógicos modernos são umas das razões deste problema. Por ser uma ciência experimental e de conceitos abstratos, a física torna-se uma disciplina de difícil aprendizagem para os alunos de ensino médio, pois tal característica dificulta uma associação com o mundo real e, por conseguinte, o interesse pelo aprendizado da disciplina. Diante dessas evidências aflorou-se o desejo de criar um material pedagógico para contribuir com o ensino da física, a partir dessa motivação foi criado esse trabalho realizado com 23 (vinte e três) alunos do primeiro ano do ensino médio. O objetivo deste projeto baseia-se em criar ou modificar laboratórios físicos existentes atualmente nas escolas por um ambiente virtual de aprendizagem computacional, utilizando o *software* Modellus como ferramenta de aprendizagem significativa dos conceitos da cinemática, bem como a criação de um material didático para o acompanhamento no uso do *software* usando uma abordagem construtivista de Jean Piaget. Os resultados foram obtidos dos questionários com 16 (dezesesseis) questões, 4(quatro) de cada simulação, que foram respondidas pelos alunos após as aulas laboratoriais. Depois de uma análise dos resultados podemos inferir que o material pode ser utilizado nas escolas, fazendo com que os alunos se motivem cada vez mais e minimizando as dificuldades na matéria. Foi ótimo constatar que a maioria dos alunos gostaria de obter mais conhecimentos utilizando a ferramenta que auxiliou nesse trabalho motivando, assim, o professor a continuar o projeto nos demais conteúdos da Física e, quem sabe, em um doutorado.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Cinemática, *Software* Modellus.



## ABSTRACT

The high school students have difficulties learning the concepts of physics. The use of traditional teaching methods and the absence of modern pedagogical means are one of the reasons for this problem. Being an experimental science and abstract concepts, physics becomes a discipline difficult to learn for high school students, because this feature makes it difficult to associate with the real world and, therefore, the interest in learning the subject. Given these evidences, the desire to create a pedagogical material to contribute to the teaching of physics emerged, based on this motivation was created this work with 23 (twenty-three) students of the first year of high school. The aim of this project is to create or modify existing physical laboratories in schools by a virtual computer learning environment, using Modellus software as a meaningful learning tool for kinematic concepts, as well as the creation of a didactic material for the accompaniment. in the use of software using a constructivist approach by Jean Piaget. The results were obtained from the questionnaire with 16 (sixteen) questions, 4 (four) from each simulation, that were answered by the students after the laboratory classes. After an analysis of the results we can infer that the material can be used in a school making the students get more and more motivated minimizing the difficulties in the subject. It was great to know that most would like to get more knowledge using the tool that helped in this work motivating the teacher to continue the project in the other content of physics and, perhaps, a doctorate.

**Keywords:** Physics Teaching, Kinematics, Modellus Software.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Interface do <i>software</i> Modellus.....	15
Figura 2. Gráfico posição em função do tempo.....	21
Figura 3. Gráfico da velocidade em função do tempo.....	22
Figura 4. Os componentes da velocidade no plano xy. ....	25
Figura 5. Tabela MRU (Procedimento 1) .....	30
Figura 6. Movimento Retilíneo Uniforme (Procedimento 1) .....	30
Figura 7. Tabela de dados do MRU (Procedimento 2) .....	31
Figura 8. Movimento Retilíneo Uniforme (Procedimento 2) .....	31
Figura 9. Tabela de dados do MUV (Procedimento 1) .....	32
Figura 10. Movimento Uniformemente Variado (Procedimento 1) .....	32
Figura 11. Tabela de dados do MUV (Procedimento 2) .....	33
Figura 12. Movimento Uniformemente Variado (Procedimento 2) .....	33
Figura 13. Tabela de dados da Queda Livre (Procedimento 1) .....	34
Figura 14. Queda Livre (Procedimento 1).....	34
Figura 15. Tabela de dados da Queda Livre (Procedimento 2) .....	35
Figura 16. Queda Livre (Procedimento 2).....	35
Figura 17. Tabela de dados da Queda Livre (Procedimento 3) .....	36
Figura 18. Queda Livre (Procedimento 3).....	36
Figura 19. Tabela Lançamento Oblíquo (Procedimento 1) .....	37
Figura 20. Lançamento Oblíquo (Procedimento 1) .....	38
Figura 21. Tabela Lançamento Oblíquo (Procedimento 2) .....	38
Figura 22. Lançamento Oblíquo (Procedimento 2) .....	39
Figura 23. Gráfico quantitativo do questionário do MRU.....	40
Figura 24. Análise da questão 03 de MRU.....	41
Figura 25. Gráfico quantitativo do questionário do MRUV.....	42
Figura 26. Gráfico quantitativo do questionário de Queda Livre.....	43
Figura 27. Análise da questão 04 de Queda Livre.....	44
Figura 28. Gráfico quantitativo do questionário de Lançamento Oblíquo. ....	45
Figura 29. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a primeira questão. ....	47
Figura 30. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a segunda questão. ....	48
Figura 31. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a terceira questão. ....	49
Figura 32. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a quarta questão. ....	50
Figura 33. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a quinta questão. ....	51
Figura 34. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a quinta questão. ....	52
Figura 35. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a quinta questão. ....	53
Figura 36. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a quinta questão. ....	54
Figura 37. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a quinta questão. ....	55
Figura 38. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a quinta questão. ....	56



## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES**

LDB	Lei de Diretrizes e Bases
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
MRU	Movimento Retilíneo e Uniforme
MUV	Movimento Uniformemente Variado

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2. <i>SOFTWARE</i> MODELLUS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Panorama dos resultados de trabalhos sobre laboratórios virtuais.....</b>	<b>15</b>
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>18</b>
<b>4. CONCEITOS FÍSICOS .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1. Movimento Retilíneo Uniforme.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2. Movimento Uniformemente Variado .....</b>	<b>20</b>
<b>4.3 Queda Livre e Lançamento Vertical .....</b>	<b>23</b>
<b>4.4. Movimento em Duas Dimensões.....</b>	<b>24</b>
<b>5. METODOLOGIA.....</b>	<b>26</b>
<b>5.1. Aula 1. Movimento Retilíneo Uniforme .....</b>	<b>27</b>
<b>5.2. Aula 2. Movimento Uniformemente Variado .....</b>	<b>29</b>
<b>5.3. Aula 3. Queda Livre.....</b>	<b>31</b>
<b>5.4. Aula 4. Lançamento Oblíquo.....</b>	<b>34</b>
<b>6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
<b>6.1. Análise das Respostas dos Alunos para a Primeira Questão .....</b>	<b>37</b>
<b>6.2. Análise das Respostas dos Alunos para a Segunda Questão.....</b>	<b>38</b>
<b>6.3. Análise das Respostas dos Alunos para a Terceira Questão .....</b>	<b>38</b>
<b>6.4. Análise das Respostas dos Alunos para a Quarta Questão .....</b>	<b>39</b>
<b>6.5. Análise das Respostas dos Alunos para a Quinta Questão .....</b>	<b>40</b>
<b>6.6. Análise das Respostas dos Alunos para a Sexta Questão .....</b>	<b>41</b>
<b>6.7. Análise das Respostas dos Alunos para a Sétima Questão.....</b>	<b>42</b>
<b>6.8. Análise das Respostas dos Alunos para a Oitava Questão.....</b>	<b>43</b>
<b>6.9. Análise das Respostas dos Alunos para a Nona Questão .....</b>	<b>44</b>
<b>6.10. Análise das Respostas dos Alunos para a Décima Questão.....</b>	<b>45</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>45</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICE A – MODELO DE QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>49</b>
<b>APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os alunos do Ensino Médio possuem dificuldades na aprendizagem dos conceitos da Física que já são conhecidos. A utilização de métodos tradicionais de ensino e a ausência de meios pedagógicos modernos são umas das razões desse problema. Por ser uma ciência experimental e de conceitos abstratos, a Física torna-se uma disciplina de difícil aprendizagem para os alunos de Ensino Médio, pois tal característica dificulta uma associação com o mundo real e, por conseguinte, o interesse pelo aprendizado da disciplina.

Em algumas instituições de ensino existe um ambiente para a aprendizagem experimental como os laboratórios de física. Além de um custo alto inicial de investimento, para manter os experimentos em perfeito estado nestes laboratórios, a manutenção também tem um custo elevado, facilitando assim o sucateio. Consequentemente, os professores acabam demonstrando suas aulas com experimentos de baixo custo, ou talvez nem isso.

Diante dessas evidências aflorou-se o desejo de criar um material pedagógico para contribuir com o ensino da física, a partir dessa motivação foi criado este trabalho realizado com alunos do Ensino Médio.

O objetivo deste projeto é modificar os poucos laboratórios físicos existentes atualmente nas escolas por um ambiente virtual de aprendizagem computacional, utilizando o *software* Modellus como ferramenta de aprendizagem significativa dos conceitos da Física, bem como a criação de um material didático para o acompanhamento do uso do *software* e dos seus experimentos.

Para a implantação de um laboratório virtual, tanto para as escolas que já utilizam algum método experimental de ensino da Física, como as que não possuem nenhum laboratório, as escolas terão um custo inicial acessível, no qual precisarão apenas de uma estrutura de informática básica na escola.

Por fim, o presente projeto visa à melhoria nas práticas de ensino pelos professores e o aprendizado da Física pelos alunos, utilizando as inovações tecnológicas a favor do acesso à informação, aos experimentos e práticas que a disciplina possibilita. Para isso implementamos uma sequência didática com 4 (quatro) simulações criadas pelo autor sobre cinemática.

O trabalho é dividido da seguinte maneira: o Capítulo 2, seguinte a esta introdução, apresenta o *software* Modellus, a ferramenta utilizada como auxílio nas aulas laboratoriais desse trabalho. A imagem da interface do *software* para melhor entendimento também está contida nesse capítulo.

No Capítulo 3 está presente a fundamentação teórica do aspecto pedagógico que foi usado como referencial pedagógico. A aula laboratorial construindo o conhecimento é justificada pela abordagem do Construtivismo proposto por Jean Piaget (1972).

No Capítulo 4 estão presentes os aspectos físicos abordados nas aulas laboratoriais contido no produto desse trabalho. Esses aspectos compreendem os conceitos movimento uniforme, movimento variado e movimento em duas ou mais dimensões.

No Capítulo 5 está contido a metodologia desenvolvida na aplicação desse trabalho, a sequência didática; desde o formato das aulas até o relatório feito como avaliação e a questionário respondido pelos alunos sobre as aulas administradas pelo professor, assim como o material utilizado.

No Capítulo 6 estão presentes as discussões dos resultados do questionário avaliativo, com as respostas dos alunos, sobre as aulas administradas pelo professor, assim como o material utilizado, aplicado logo após a realização dessa atividade.

Finalmente, o Capítulo 7 é reservado às considerações finais da dissertação. A parte reservada ao Apêndice traz o Produto Educacional elaborado na pesquisa e o questionário avaliativo aplicado após a realização do trabalho.



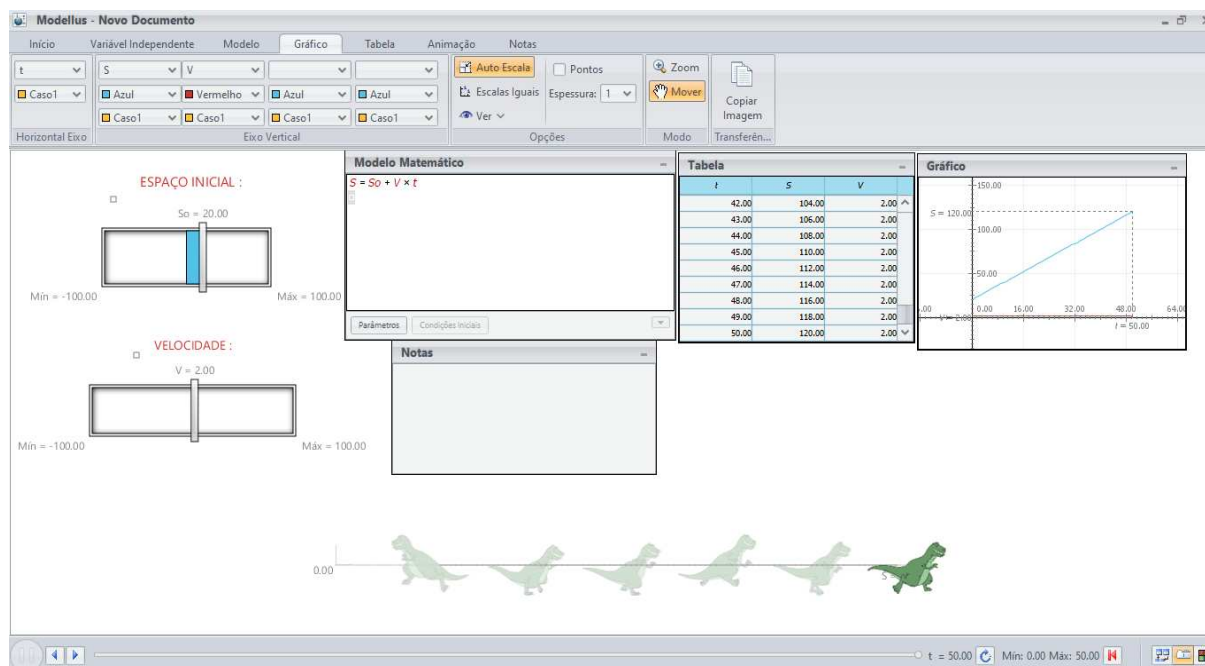
## 2. SOFTWARE MODELLUS

Modellus é um *software* gratuito que utiliza a modelação computacional permitindo criar facilmente e intuitivamente simulações, fazendo com que alunos e professores utilizem a noção de matemática e física padrão para fazer simulações. Este *software* também permite a exploração de múltiplas apresentações e permite a análise dos dados experimentais em forma de imagens, animações, gráficos e tabelas.

A utilização do Modellus é intuitiva, mas não tão simples, uma imagem da página inicial é mostrada na Figura 1, a seguir. Por isso seria importante o desenvolvimento de um material didático para que alunos e professores possam acompanhar e efetivar a simulação desejada.

Alunos de qualquer instituição de ensino iriam obter um maior aprendizado desenvolvendo a criatividade e a imaginação, facilitando a construção do conhecimento com estímulos da curiosidade e fortalecendo, assim, a autonomia e o desenvolvimento da leitura informativa.

Figura 1. Interface do *software* Modellus.



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

No *software* Modellus há 4 (quatro) abas: a aba modelo matemático, onde terá a função utilizada na simulação; a aba tabela, onde há os dados colhidos por um certo intervalo de tempo; a aba gráfico, onde mostrará o esboço da função utilizada no modelo matemático e a aba notas, onde o usuário pode escrever o que desejar, podendo fazer uma descrição do fenômeno que está ocorrendo.

## 2.1 Panorama dos resultados de trabalhos sobre laboratórios virtuais

A utilização de laboratórios virtuais tem se mostrado uma ferramenta eficaz no ensino de Física, proporcionando uma série de benefícios que facilitam a aprendizagem dos alunos. Diversos estudos têm abordado o uso de laboratórios virtuais, especialmente com o *software* Modellus, evidenciando sua eficácia no contexto educacional.

**Estudos sobre Eficácia no Ensino de Conceitos Abstratos:** Pesquisas demonstram que laboratórios virtuais auxiliam na compreensão de conceitos abstratos da Física ao permitir a visualização e manipulação de simulações interativas. Por exemplo, um estudo realizado por Souza *et al.* (2021) mostrou que alunos que utilizaram o Modellus apresentaram uma melhora significativa na compreensão de cinemática comparados aos que utilizaram métodos tradicionais.

**Aprimoramento do Interesse e Motivação dos Alunos:** De acordo com Santos e Lima (2020), o uso de laboratórios virtuais como o Modellus aumenta o engajamento e a motivação dos alunos. Eles relatam que os estudantes se mostraram mais interessados nas aulas e participaram ativamente das atividades propostas.

**Facilidade de Implementação e Uso:** A pesquisa de Almeida (2019) aponta que o Modellus é uma ferramenta de fácil implementação em escolas, exigindo apenas uma infraestrutura básica de informática. Além disso, os professores relataram que, após um breve período de familiarização, o *software* se mostrou intuitivo e eficaz para a condução das aulas.

**Desenvolvimento de Habilidades Práticas e Autonomia:** Segundo Oliveira e Pereira (2022), os laboratórios virtuais contribuem para o desenvolvimento de habilidades práticas nos alunos, como a capacidade de realizar experimentos, analisar dados e tirar conclusões. O uso do Modellus, em particular, permite aos alunos explorarem diferentes cenários e hipóteses, promovendo a autonomia e o pensamento crítico.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação pedagógica seguida neste trabalho foi baseada no construtivismo desenvolvido pelo suíço Jean William Fritz Piaget, no qual desenvolveu em suas pesquisas a teoria da construção do conhecimento, mais conhecida como Epistemologia genética. Na próxima seção, abordarei na fundamentação desse trabalho, interligando com a justificativa de abordagem para a dissertação apresentada.

Para Moreira (1995), a partir da teorização de Piaget, entende-se que as crianças possuem um papel ativo na construção de seu conhecimento, de tal modo que o termo construtivismo ganha muito destaque em seu trabalho. O desenvolvimento cognitivo, que é a base da aprendizagem, se dá por assimilação e acomodação. Quando há assimilação, a mente não se modifica.

Quando uma pessoa não consegue assimilar determinada situação, podem ocorrer dois processos: a mente desiste ou se modifica. Se modificar, ocorre então a acomodação, levando à construção de novos esquemas de assimilação e resultando no processo de desenvolvimento cognitivo.

De acordo com Piaget (MOREIRA, 1995), “somente poderá ocorrer a aprendizagem quando o esquema de assimilação sofre acomodação, posteriormente se dá a construção do conhecimento”. O que fazer então para provocar o processo de acomodação? O que fazer para modificar os esquemas de assimilação? É necessário propor atividades desafiadoras que ocasionem desequilíbrios e reequilibrações sucessivas nos alunos.

O conhecimento real e concreto é construído através de experiências. Aprender é uma interpretação pessoal do mundo, ou seja, é uma atividade individualizada, um processo ativo no qual o significado é desenvolvido com base em experiências.

O papel do professor é então aquele de criar situações compatíveis com o nível de desenvolvimento cognitivo do aluno, em atividades que possam desafiar os alunos. O professor deve provocar o desequilíbrio na mente do aluno para que ele, buscando então o reequilíbrio, tenha a oportunidade de agir e interagir.

Portanto esse trabalho é uma atividade que desafia o aluno, cativando-o e fazendo com que ele construa o fenômeno através de simulações mais palpáveis, pois o aluno consegue ver o movimento acontecendo e não imaginando e, assim, construindo o conhecimento.

Segundo Jean Piaget (1972), o uso do computador é defendido como um poderoso instrumento educacional que auxilia no processo de construção dos conhecimentos, adaptando os princípios do construtivismo cognitivo para o melhor proveito do uso das tecnologias.

A tecnologia é muito importante, porém muito abrangente. Tudo que é construído pelo homem para exceder barreiras impostas pela natureza, estabelecendo uma vantagem e diferenciando dos demais seres. Para Kenski (2012, p. 24), o conjunto de:

[...] conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de um equipamento em um determinado tipo de atividade, chamamos de “tecnologia”. Para construir qualquer equipamento - uma caneta esferográfica ou um computador -, os homens precisam pesquisar, planejar e criar o produto, o serviço, o processo. Ao conjunto de tudo isso, chamamos de tecnologias.

Com base nos objetivos definidos no plano pedagógico escolar e com as propostas da LDB (Lei de Diretrizes e Bases) da Educação, a informática educacional pode ser considerada uma área de estudo que contribui para o desenvolvimento da educação escolar como um todo. Ela proporciona, aos alunos e professores, mais um ambiente onde a aprendizagem pode ser estimulada através da união dos recursos da informática com os objetivos particulares de cada disciplina ou, também, o desenvolvimento de projetos interdisciplinares e cooperativos.

As tecnologias serão boas ou não dependendo da forma que as utilizarmos. O professor não será substituído, como alguns pensam, porque ele é um mediador. Aquele com o potencial criativo jamais será ocupado pelas máquinas. É o professor que terá em suas mãos a possibilidade de transformar uma tecnologia num bom recurso. Dentro desse cenário, é importante frisar uma interessante observação feita por Lévy (1999, p. 36):

A maior parte dos programas computacionais desempenha um papel de tecnologia intelectual, ou seja, eles reorganizam, de uma forma ou de outra, a visão de mundo de seus usuários e modificam seus reflexos mentais. As redes informáticas modificam circuitos de comunicação e de decisão nas organizações. Na medida em que a informatização avança, novas habilidades aparecem, a ecologia cognitiva se transforma. O que equivale a dizer que engenheiros do conhecimento e promotores da evolução sociotécnica das organizações serão tão necessários quanto especialistas em máquinas.

Na educação as TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) são vistas como potencializadoras dos processos de ensino – aprendizagem, ou seja, são ferramentas de aprendizagem que permitem o acesso e a oportunidade para todos.

A implantação de novas tecnologias para a educação, faz com que o aluno tenha mais interesse e motivação para buscar informação, transformando assim em entretenimento a educação e a aprendizagem, um disparate nas características do ensino e aprendizagem tradicionais.

Entre outras características, a aprendizagem tradicional é racional e lógica. Já a aprendizagem virtual/interativa é intuitiva, contando com o acaso e junções não lineares, e multissensoriais.

Por exemplo, pense em uma sala de aula com uma lousa branca e um professor relatando um marco histórico como a Segunda Guerra Mundial e imagine a mesma história sendo contada em filmes e museus. Qual dos dois métodos teria uma maior captação da realidade? Assim acontece com a Física e com qualquer outra disciplina. É preciso motivar a dinâmica, os aspectos sensoriais para enxergar uma realidade aproximada, motivando a curiosidade e conhecimento sobre determinado assunto.

## 4 CONCEITOS FÍSICOS

Nos assuntos referentes à Física deste trabalho foram abordados alguns conceitos físicos, tais como: movimento uniforme, movimento variado e movimento em duas ou mais dimensões. Esses conceitos, vindos da Teoria Mecânica, podem ser divididos em movimento escalar e movimento vetorial.

### 4.1 Movimento Retilíneo Uniforme

Partindo da ideia de Young e Freedman (2016), podemos iniciar o estudo da cinemática (parte da Mecânica que estuda o movimento), com a noção de velocidade média, envolvendo a noção de espaço e tempo.

Nesse estudo, precisamos de um sistema de coordenadas, o corpo realiza um movimento retilíneo ao longo do eixo  $Ox$ , com a origem  $O$  situada no início da linha reta. Do ponto de vista físico, a velocidade é a medida da rapidez de um corpo, pois relaciona o deslocamento percorrido entre dois pontos  $x_1$  e  $x_2$  com o tempo decorrido  $t_2 - t_1$ .

$$\Delta x = x_2 - x_1,$$

$$\Delta t = t_2 - t_1,$$

Em que:

$\Delta x$  é o deslocamento ao longo do eixo  $Ox$ ;

$\Delta t$  é a variação do tempo.

O cálculo dessa velocidade média seria:

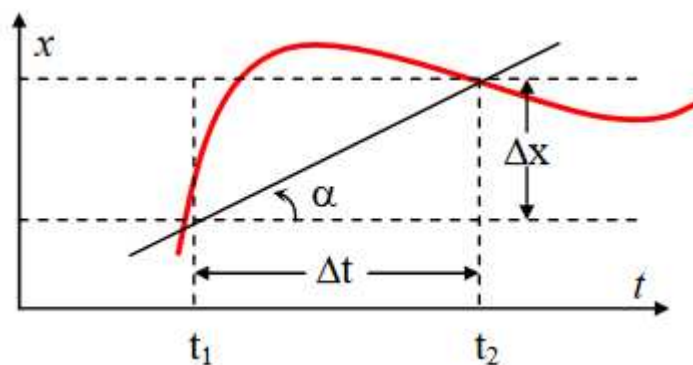
$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Nesse caso, a velocidade média é uma grandeza escalar, pois estamos interessados apenas no valor numérico desta grandeza. No caso em que necessitamos calcular a velocidade média em um instante de tempo muito pequeno, ou a variação do tempo tendendo a zero, temos a velocidade instantânea. O seu cálculo será:

$$v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

Uma característica importante deste movimento envolve a análise do gráfico do deslocamento em função do tempo, em que a tangente do ângulo formado com o eixo horizontal é numericamente igual ao valor da velocidade média, conforme descrito na figura 2, a seguir.

**Figura 2. Gráfico posição em função do tempo.**



**Fonte:**

<http://www.fotonica.ifsc.usp.br/ebook/book3/Capitulo2.pdf>.

Acesso em: 28 nov. 2019

Para o cálculo da função horária do movimento uniforme, basta efetuar uma integração da velocidade instantânea:

$$v(t) = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Onde chegamos na seguinte expressão para a função horária:

$$x(t) = x_0 + \int_{t_0}^t v(t) dt = x_0 + v \int_{t_0}^t dt$$

Com o instante  $t_0$  igual a zero e  $x_0$  sendo a posição inicial temos:

$$x(t) = x_0 + vt$$

## 4.2 Movimento Uniformemente Variado

Na seção passada analisamos o caso onde a velocidade se mantém constante. No caso em que a velocidade de um corpo varia ao longo do tempo, aparece uma grandeza denominada aceleração média. Assim, partindo da ideia de Young & Freedman (2016),

podemos analisar que a aceleração é uma grandeza física que quantifica o grau de rapidez com que a velocidade de um corpo está variando. Podemos medir essa aceleração por:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t},$$

em que:

$\Delta v$  é a variação da velocidade do corpo ao longo do eixo Ox.

$\Delta t$  é a duração do tempo do movimento.

Quando a variação do tempo tende a zero, podemos calcular a aceleração instantânea da partícula por:

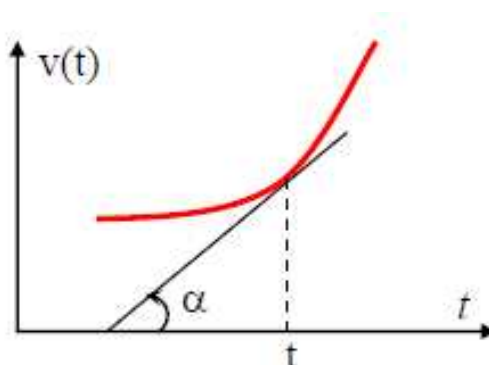
$$a(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

Podemos também calcular a aceleração instantânea como sendo a derivada segunda do espaço em função do tempo, como representado a seguir:

$$a(t) = \frac{d}{dt} \left( \frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2 x}{dt^2}$$

Podemos representar o cálculo da aceleração como sendo a tangente do ângulo que a reta que tangencia a curva no ponto  $t$  faz com o eixo horizontal do gráfico na Figura 3, a seguir:

**Figura 3. Gráfico da velocidade em função do tempo.**



**Fonte:** <http://www.fotonica.ifsc.usp.br/ebook/book3/Capitulo2.pdf>.

Acesso em: 28 nov. 2019

Podemos, a partir da definição de aceleração, encontrar as funções do movimento variado por meio do cálculo integral, então temos:



$$a(t) = \frac{dv}{dt},$$

Integrando temos:

$$\int_{v_0}^v dv = \int_0^t a dt$$

Mantendo a aceleração constante a equação da velocidade do movimento variado fica:

$$v(t) = v_0 + a \int_0^t dt = v_0 + at$$

$$v = v_0 + at$$

O deslocamento do Movimento Variado pode ser analisado por meio da seguinte integração:

$$x(t) = x_0 + \int_0^t v(t) dt = x_0 + \int_0^t (v_0 + at) dt$$

Resultando na seguinte equação:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Essa expressão é a função horária do espaço do movimento uniformemente variado. Seu gráfico é uma parábola cuja concavidade está relacionada ao sinal da aceleração do movimento. Quando aceleração for positiva a concavidade estará voltada para cima e quando a aceleração for negativa a concavidade estará voltada para baixo.

Ainda segundo Young e Freedman (2016), podemos encontrar por meio de um processo de integração simples uma expressão que representa a velocidade do corpo e o valor da aceleração, sem depender do valor temporal do fenômeno. Expressão muito útil quando analisamos o movimento e não possuímos o valor numérico do tempo.

Notemos que as equações anteriores, tanto da velocidade quanto do espaço, possuem dependência com o tempo. Faremos da seguinte forma:

$$a(t) = \frac{dv}{dt}$$

$$dv = a dt$$

Multiplicando os dois lados da expressão por  $v$ , temos:

$$v dv = v a dt$$

Lembrando que a velocidade instantânea pode ser calculada por:

$$v(t) = \frac{dx}{dt}$$

Substituindo:

$$v dv = \left(\frac{dx}{dt}\right) a dt$$

Com a aceleração constante ao longo do movimento, integrando temos:

$$\int_{v_0}^v v dv = a \int_{x_0}^x dx$$

Resultando em:

$$v^2 = v_0^2 + 2a (x - x_0)$$

### 4.3 Queda Livre e Lançamento Vertical

Uma das aplicações do movimento variado é a análise do movimento de queda livre ou do lançamento vertical. Nesse caso, o estudo do movimento se dá por meio do eixo  $Oy$ , no qual a aceleração do objeto seria igual ao provocado pelo campo gravitacional da Terra ou do campo gravitacional do local onde se encontra o objeto estudado.

É importante destacar que a análise do movimento de queda livre ou do lançamento vertical se dá por meio das equações do movimento variado descritas na seção anterior. Com isso, associamos ao valor da aceleração do movimento de queda livre ou de lançamento vertical a aceleração da gravidade local. Na abordagem desses fenômenos fazemos uso de uma nomenclatura específica. Quando o corpo está sendo lançado, seu movimento é retardado e a aceleração da gravidade assume valores negativos. Quando o objeto está em queda livre, o seu movimento é acelerado e assumimos que a aceleração da gravidade é positiva. Logo as expressões são:

$$v = v_0 + gt$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2g (x - x_0)$$

#### 4.4 Movimento em Duas Dimensões

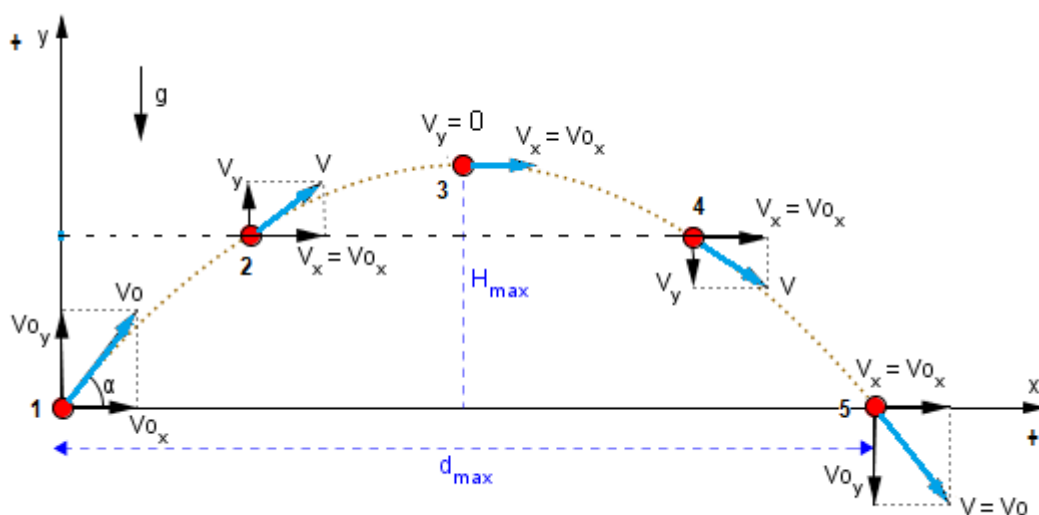
Nessa seção, precisamos de um sistema de coordenadas, onde o corpo realiza um movimento retilíneo com velocidade constante ao longo do eixo  $Ox$ , pois não há aceleração atuando nesse eixo e um movimento uniformemente variado, neste caso a aceleração é a gravidade local no eixo  $Oy$ . A velocidade instantânea será a velocidade resultante das velocidades instantâneas no eixo  $x$  e  $y$ . Sendo assim:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

A direção da velocidade instantânea é dada pela tangente do ângulo  $\alpha$ , onde  $\alpha$  é o ângulo formado entre a componente da velocidade no eixo  $x$  e a velocidade resultante, logo:

$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x}$$

**Figura 4. Os componentes da velocidade no plano xy.**



Fonte: <https://vamosestudarfisica.com/lançamento-o-que-e-lançamento-obliquo>. Acesso em: 28 out. 2019

Para haver um lançamento oblíquo é necessário que a velocidade inicial forme um ângulo com o eixo  $x$ . Essa velocidade será decomposta nos eixos do plano cartesiano. Com a decomposição teremos:

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

$$v_x = v_0 \cos \theta$$

Sabendo que a velocidade no eixo y no ponto mais alto é zero podemos saber o tempo de subida desse objeto, logo temos:

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

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

$$t_s = \frac{v_{0y}}{g}$$

Na vertical utilizando a função de espaço (y) em relação ao tempo na subida podemos saber a altura máxima que o temos:

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

$$H_{\text{máx}} = v_{0y}t_s - \frac{gt_s^2}{2}$$

No eixo y, como no lançamento vertical, o tempo de subida é igual ao tempo de descida.

$$t_s = t_d$$

Logo o tempo total é:

$$t_T = t_s + t_d$$

No eixo x temos um MRU, logo podemos saber o alcance que esse objeto poderá alcançar:

$$x = x_0 + v_x t$$

$$A = v_x t$$

## 5 METODOLOGIA

A abordagem empregada neste trabalho foi criada com inspiração no construtivismo de Jean Piaget, priorizando atividades que gerem desequilíbrios cognitivos e promovam a construção ativa do conhecimento. As atividades com o programa Modellus foram planejadas para estimular a mente dos estudantes e permitir que eles criem novas formas de pensar através do processo de assimilação e acomodação.

Cada simulação teve como foco um tema específico da cinemática: Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), Movimento Uniformemente Variado (MUV), Queda Livre e Lançamento Oblíquo. Cada tópico foi abordado seguindo um modelo que incorporava os princípios construtivistas:

### **Conceito e Contextualização.**

Antes de cada simulação, houve uma breve apresentação teórica tradicional, utilizando o quadro branco para apresentar os conceitos mais importantes. Este momento inicial serviu para ativar esquemas de conhecimento já existentes nos alunos, como descrito por Piaget (1972), e preparar o terreno para a introdução de novos estímulos que criariam desequilíbrios cognitivos.

### **Exploração Prática com o *Software* Modellus**

Durante as aulas no laboratório virtual, os alunos foram incentivados a manipular as variáveis do *software* e observar as relações entre grandezas físicas de forma interativa.

No MRU, os alunos experimentaram como a posição varia linearmente com o tempo em movimentos progressivos e retrógrados, visualizando gráficos correspondentes e construindo mentalmente a relação direta entre posição, velocidade e tempo.

No MUV, as simulações enfatizaram a variação não linear da posição e as implicações da aceleração constante. A manipulação do *software* permitiu que os alunos identificassem a diferença entre movimentos acelerados e retardados, reforçando a compreensão da parábola como representação gráfica.

Na Queda Livre, os alunos investigaram a influência da gravidade em diferentes ambientes (Terra, Lua e Marte). As simulações desafiavam os alunos a reequilibrar seus esquemas ao lidar com valores não intuitivos de aceleração, como gravidades menores que a terrestre.

No Lançamento Oblíquo, os estudantes exploraram a independência dos movimentos horizontal e vertical. Ajustando o ângulo inicial e a velocidade, observaram a

formação da trajetória parabólica e relacionaram os parâmetros com as equações cinemáticas.

#### **Produção Ativa de Conhecimento**

Após a realização de cada simulação, os alunos documentaram suas conclusões em relatórios individuais, conforme instruído previamente. A atividade de elaboração dos relatórios promoveu a acomodação cognitiva, incentivando-os a reorganizar as informações obtidas em novos esquemas mentais. Essa etapa foi essencial para a construção do conhecimento, pois os alunos precisaram interpretar os resultados das simulações e conectá-los às teorias apresentadas.

#### **Questionamento e Reflexão**

Cada simulação foi seguida por questionários, com perguntas abertas e fechadas, realizadas para avaliar a compreensão dos conceitos. Essa etapa foi baseada nos princípios de Piaget, os quais defendem que o desequilíbrio cognitivo é necessário para a aprendizagem com sentido. As questões estimularam os estudantes a refletir de forma crítica sobre as diferenças entre suas ideias anteriores e os novos conhecimentos obtidos.

Este método cíclico, utilizado em todas as simulações, estimulou um espaço de aprendizagem dinâmico e participativo, no qual os estudantes desempenharam papel central na construção do saber. A união entre tecnologia e teoria educacional provou ser eficaz ao produzir vivências significativas, pois quais tornaram os conceitos abstratos da Física acessíveis e compreensíveis aos estudantes.

#### **Aplicação do Produto Educacional.**

A aplicação do trabalho, laboratório virtual: método pedagógico no ensino de física utilizando o *software* Modellus, aconteceu no primeiro semestre letivo de 2019, em uma escola particular, situada no bairro Papicu, em Fortaleza. Foi feita a divulgação do trabalho pelo professor aos alunos do 1º ano do Ensino Médio regular no início do ano letivo. O trabalho dispõe de 2 etapas dependentes.

A primeira etapa se divide em dois momentos. O primeiro momento refere-se à realização de 4 (quatro) aulas laboratoriais, de 50 (cinquenta) minutos cada. As aulas foram ministradas na sala de informática utilizando os computadores disponíveis, o *software* Modellus e o material didático produzido durante o mestrado. O material construído aborda 4 (quatro) temas da cinemática: Movimento Retilíneo Uniforme, Movimento Uniformemente Variado, Lançamento Vertical e Lançamento Oblíquo.

O segundo momento refere-se à construção de um relatório sobre as aulas no laboratório, essa etapa é realizada pelos alunos. Os estudantes abordaram os seguintes aspectos: objetivos, fundamentação teórica, procedimento, questionário e conclusão. Todos os encontros no laboratório foram realizados após as aulas teóricas explicativas de forma tradicional, através do quadro branco.

Nesta etapa foi distribuído um questionário para os alunos com 10 perguntas: 8 (oito) fechadas e 2 (duas) abertas, já que segundo Chagas (2000, *apud* Mattar, 1994) as perguntas abertas cobrem pontos que vão além das questões fechadas, estimulando a cooperação e com menor poder de influência nos respondentes. As perguntas foram feitas baseadas nas aulas ministrada pelo professor e no material didático feito nesse trabalho para laboratório. O questionário se encontra no Apêndice deste trabalho.

Na primeira etapa houve um problema inicial que afetou a dinâmica das aulas, os computadores estavam quebrados e a sala de informática em reforma. O ideal seria que os alunos tivessem feitos em duplas ou trios com um computador para obter melhores resultados. Para haver a continuidade da aula, foi necessário realizar um improviso, porém não era o ideal. O professor precisou expor as simulações em um projetor na sala de aula.

Após as aulas laboratoriais, os alunos teriam que realizar um relatório a ser entregue 15 (quinze) dias depois. Houve um momento antes das aulas para a explicação de como seria confeccionado esse material, podendo ser digitado ou manuscrito. Esse relatório serviu como a avaliação dos alunos sobre as aulas realizadas. Houve dificuldades para a realização da tarefa, posto que era a primeira vez que realizavam esse tipo de trabalho.

## **5.1 AULA 1: MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME**

A primeira aula foi dividida em dois procedimentos, tendo como objetivos: análise do movimento da simulação, verificação do comportamento da velocidade, análise de gráficos e classificação do tipo de movimento.

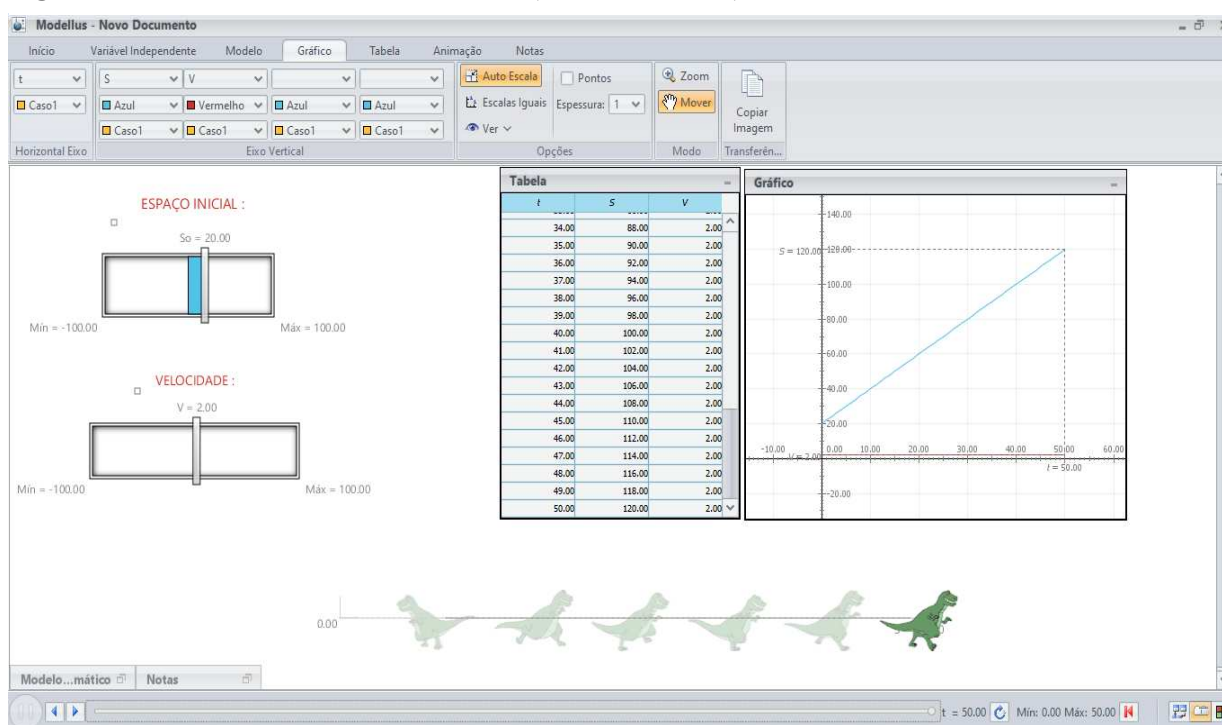
No primeiro procedimento os alunos chegam à conclusão, analisando os dados através de tabelas e gráficos *do software*, que o dinossauro (objeto de ilustração da simulação) percorre distâncias iguais em tempos iguais com a velocidade positiva configurando, assim, um movimento retilíneo e uniforme progressivo.

Figura 5. Tabela MRU (Procedimento 1)

tempo (s)	Posição inicial (m)	Posição Final (m)	Velocidade (m/s)
0	20 m	---	---
10	20 m	40 m	2 m/s
20	20 m	60 m	2 m/s
30	20 m	80 m	2 m/s
40	20 m	100 m	2 m/s
50	20 m	120 m	2 m/s

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6. Movimento Retilíneo Uniforme (Procedimento 1)



Fonte: Elaborado pelo autor.

No segundo procedimento os alunos, ajustando a posição inicial e a velocidade nos medidores de nível, chegaram à conclusão, analisando os dados através de tabelas e gráficos do *software*, que o dinossauro percorre distâncias iguais em tempos iguais com a velocidade negativa configurando, assim, um movimento retilíneo e uniforme retrógrado.

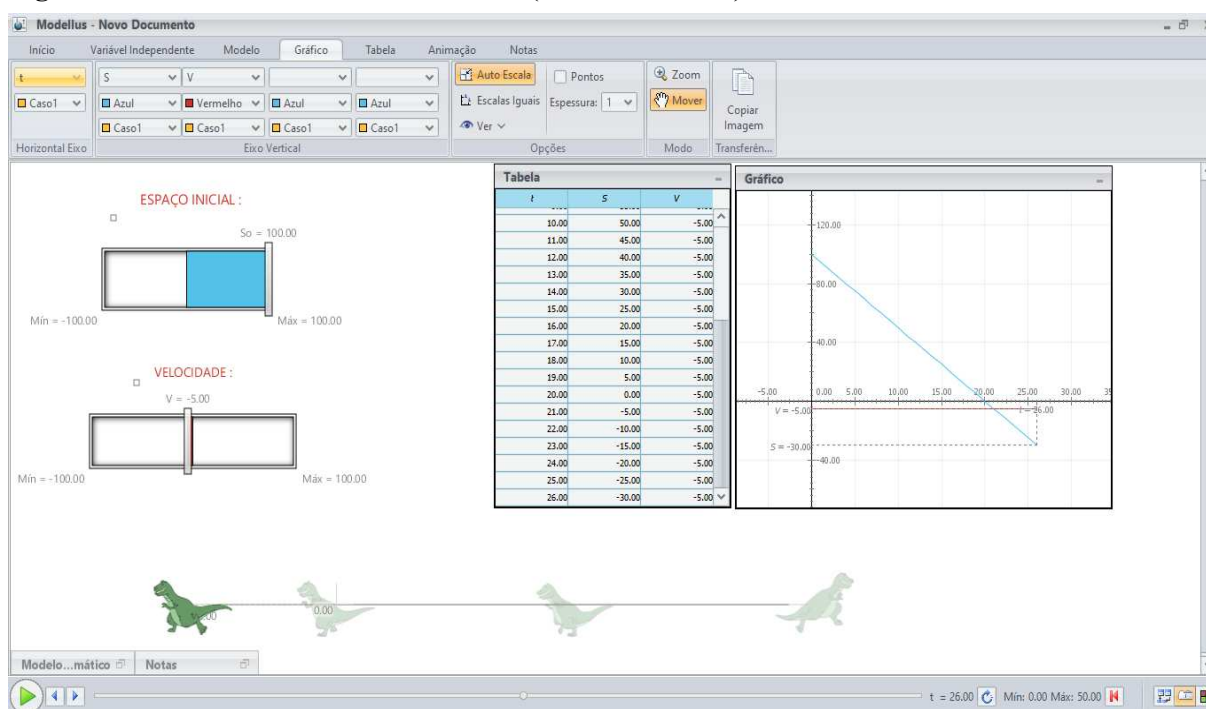


**Figura 7. Tabela de dados do MRU (Procedimento 2)**

Tempo (m)	Posição Inicial (m)	Posição Final (m)	Velocidade (m/s)
0	10 m	-----	-----
10	10 m	- 40 m	- 5 m/s
20	10 m	- 90 m	- 5 m/s
30	10 m	- 140 m	- 5 m/s
40	10 m	- 190 m	- 5 m/s
50	10 m	- 240 m	- 5 m/s

Fonte: Elaborado pelo o autor.

**Figura 8. Movimento Retilíneo Uniforme (Procedimento 2)**



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5.2 AULA 2. MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

A segunda aula, dividida em dois procedimentos, objetivou: análise do movimento da simulação, verificação do comportamento da velocidade, análise de gráficos e classificação do tipo de movimento.

No primeiro procedimento os alunos chegam à conclusão, analisando os dados através de tabelas e gráficos *do software*, que o carro (objeto de ilustração da simulação) deverá

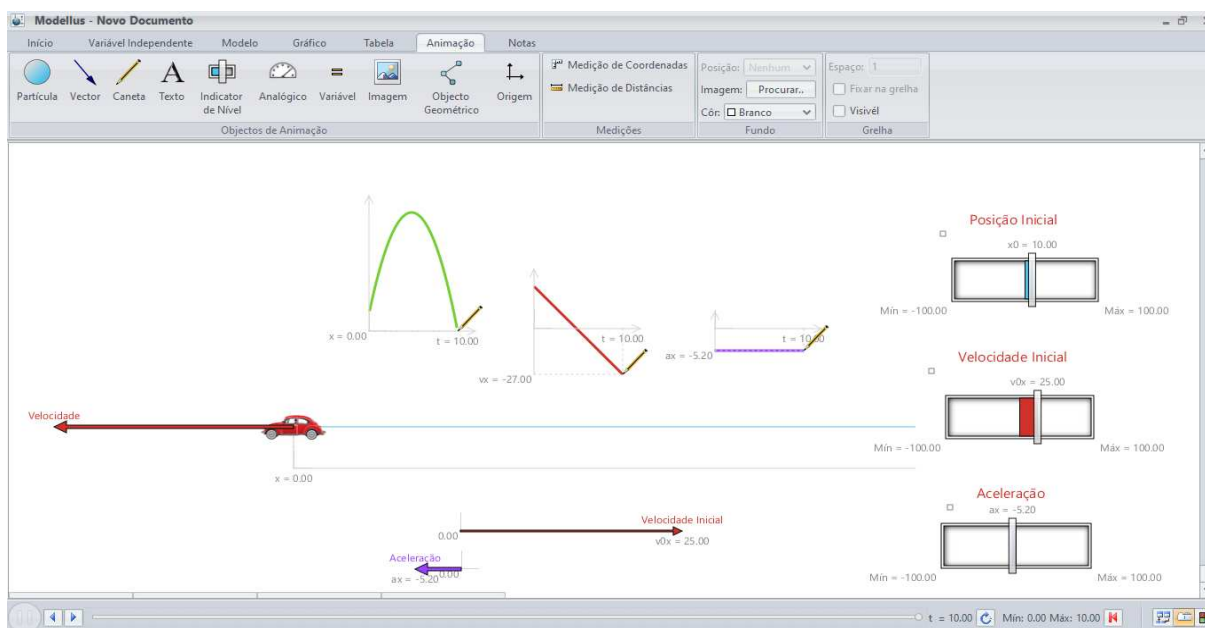
percorrer distâncias diferentes em tempos iguais com a aceleração negativa configurando um movimento uniformemente variado, podendo ser tanto um movimento progressivo retardado quanto retrógrado acelerado.

**Figura 9. Tabela de dados do MUV (Procedimento 1)**

Tempo (s)	Posição Inicial (m)	Posição Final (m)	Velocidade Inicial (m/s)	Velocidade Final (m/s)	Aceleração (m/s <sup>2</sup> )
0	10 m	---	25 m/s	---	-5 m/s <sup>2</sup>
2	10 m	49,6	25 m/s	14,6 m/s	-5 m/s <sup>2</sup>
4	10 m	68,4	25 m/s	4,2 m/s	-5 m/s <sup>2</sup>
6	10 m	66,4	25 m/s	-6,2 m/s	-5 m/s <sup>2</sup>
8	10 m	43,6	25 m/s	-16,6 m/s	-5 m/s <sup>2</sup>
10	10 m	0	25 m/s	-27 m/s	-5 m/s <sup>2</sup>

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 10. Movimento Uniformemente Variado (Procedimento 1)**



Fonte: Elaborado pelo autor.

No segundo procedimento os alunos, ajustando a posição inicial, observaram a velocidade inicial e a aceleração nos medidores de nível. Desta forma, chegaram à conclusão, analisando os dados através de tabelas e gráficos do *software*, que o carro percorre distâncias diferentes em tempos iguais com a aceleração positiva configurando, assim, um MUV podendo

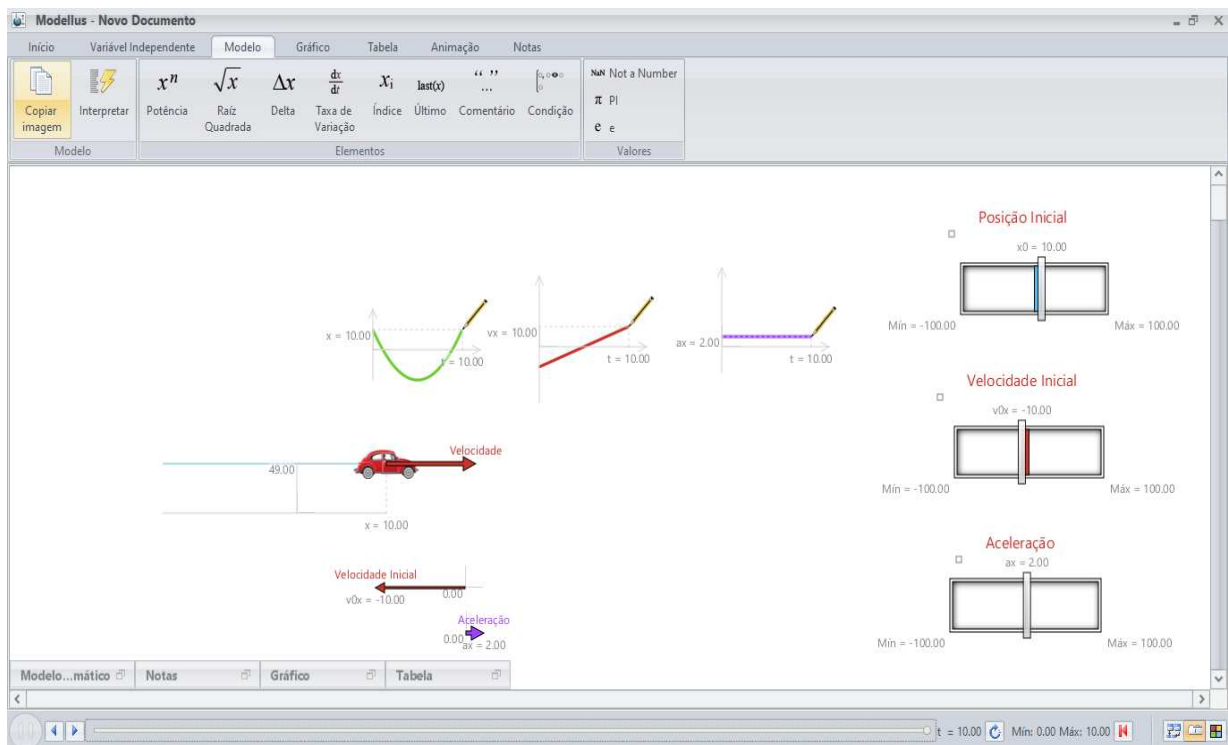
ser tanto um movimento progressivo acelerado, quanto retrógrado retardado. A tabela do procedimento 2 tem o mesmo *layout*, porém os dados obtidos diferentes.

**Figura 11. Tabela de dados do MUV (Procedimento 2)**

Tempo (s)	Posição Inicial (m)	Posição Final (m)	Velocidade Inicial (m/s)	Velocidade Final (m/s)	Aceleração (m/s <sup>2</sup> )
0	10 m	---	-10 m/s	---	2 m/s <sup>2</sup>
2	10 m	26 m	-10 m/s	-6 m/s	2 m/s <sup>2</sup>
4	10 m	34 m	-10 m/s	-2 m/s	2 m/s <sup>2</sup>
6	10 m	34 m	-10 m/s	-2 m/s	2 m/s <sup>2</sup>
8	10 m	26 m	-10 m/s	6 m/s	2 m/s <sup>2</sup>
10	10 m	10	-10 m/s	10 m/s	2 m/s <sup>2</sup>

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 12. Movimento Uniformemente Variado (Procedimento 2)**



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.3 AULA 3. QUEDA LIVRE

Na terceira aula, dividida em três momentos, os objetivos foram: analisar o movimento da simulação, verificar o comportamento da velocidade, analisar os gráficos e o movimento em diferentes locais.

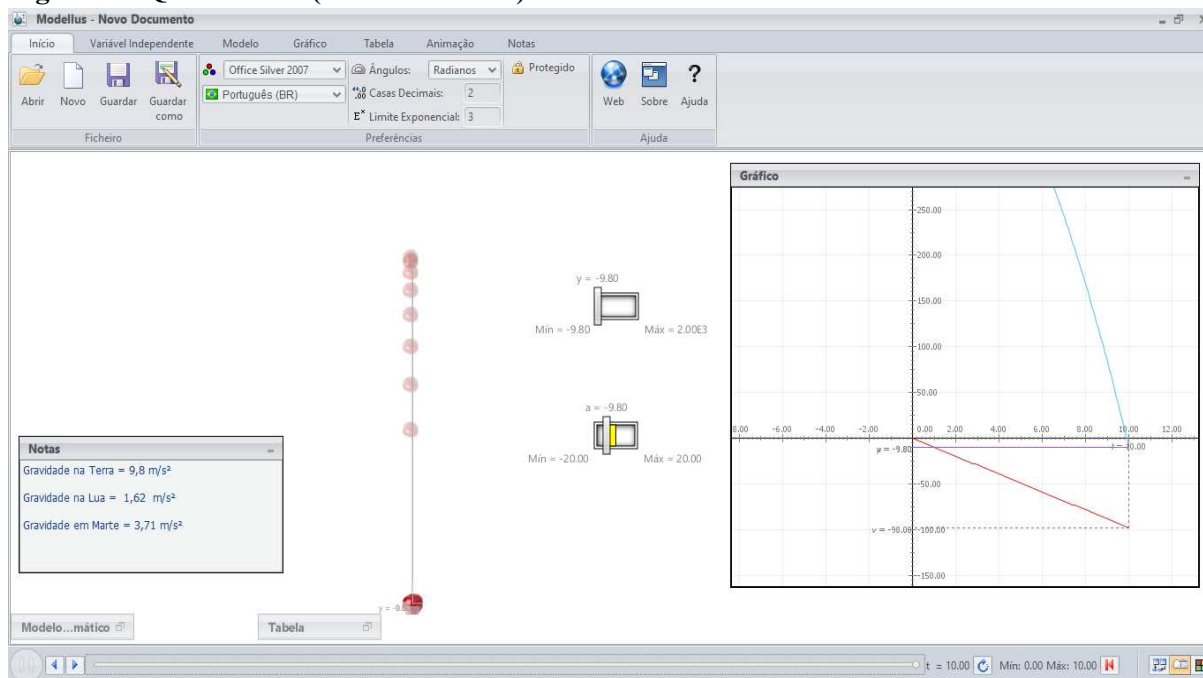
No primeiro procedimento os alunos chegam à conclusão, analisando os dados através de tabelas e gráficos *do software*, que a maçã (objeto de ilustração da simulação) deverá percorrer distâncias diferentes em tempos iguais, logo se trataria de um MUV com a aceleração sendo a aceleração da gravidade local (Terra) fazendo com que a maçã tenha um movimento acelerado.

**Figura 13. Tabela de dados da Queda Livre (Procedimento 1)**

Tempo (s)	Posição Inicial (m)	Posição Final (m)	Velocidade Inicial (m/s)	Velocidade Final (m/s)	Aceleração (m/s <sup>2</sup> )
0	490 m	---	0	---	-9,8 m/s <sup>2</sup>
2	490 m	468,44 m	0	19,6 m/s	-9,8 m/s <sup>2</sup>
4	490 m	407,78 m	0	39,2 m/s	-9,8 m/s <sup>2</sup>
6	490 m	307,72 m	0	58,8 m/s	-9,8 m/s <sup>2</sup>
8	490 m	168,66 m	0	78,4 m/s	-9,8 m/s <sup>2</sup>
10	490 m	0,05 m	0	97,102 m/s	-9,8 m/s <sup>2</sup>

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 14. Queda Livre (Procedimento 1)**



Fonte: Elaborado pelo autor.

No segundo procedimento os alunos, ajustando a posição inicial (altura) e a aceleração da gravidade (nas notas há três informações de localizações diferentes, logo gravidades diferentes) nos medidores de nível, chegaram à conclusão, analisando os dados



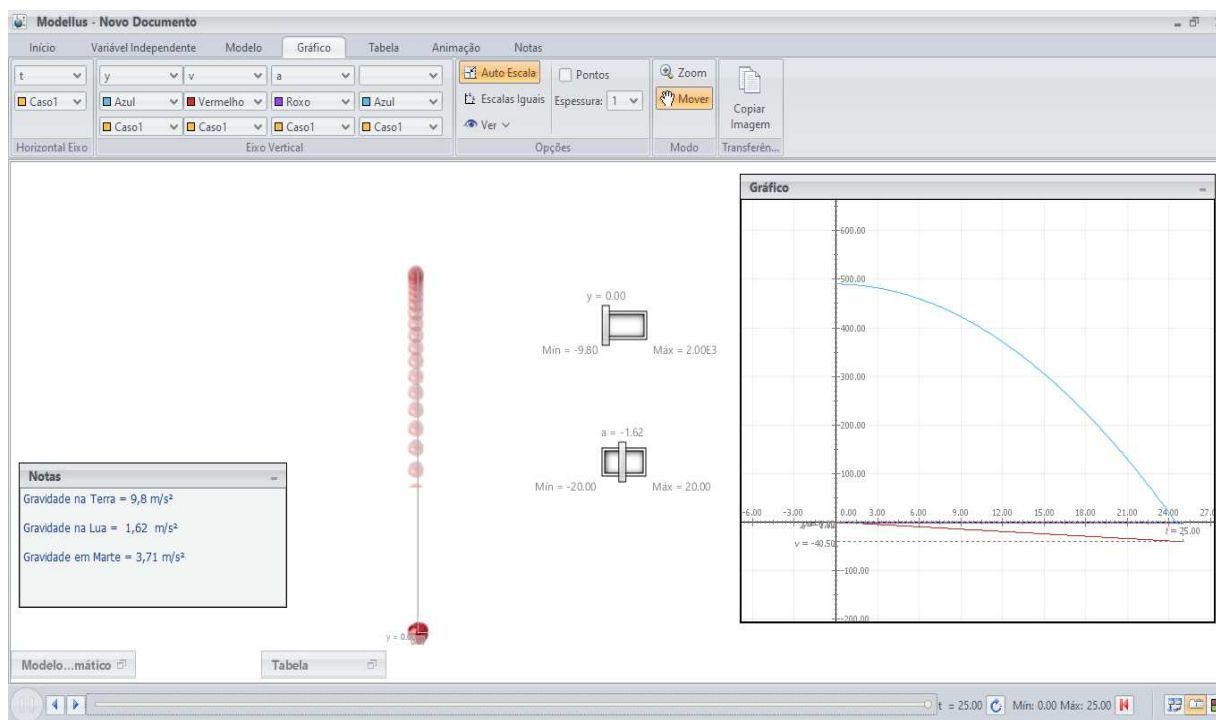
através de tabelas e gráficos do *software*, que a maçã percorre distâncias diferentes em tempos iguais com a aceleração positiva configurando, assim, um MUV. Com a aceleração sendo a aceleração da gravidade local (Lua) fazendo com que a maçã tenha um movimento acelerado.

**Figura 15. Tabela de dados da Queda Livre (Procedimento 2)**

Tempo (s)	Posição Inicial (m)	Posição Final (m)	Velocidade Inicial (m/s)	Velocidade Final (m/s)	ACELERAÇÃO ( $m/s^2$ )
0	490 m	---	0	---	1,62 $m/s^2$
2	490 m	486,44 m	0	3,24 m/s	1,62 $m/s^2$
4	490 m	476,39 m	0	3,9 m/s	1,62 $m/s^2$
6	490 m	479,87 m	0	9,72 m/s	1,62 $m/s^2$
8	490 m	486,86 m	0	12,86 m/s	1,62 $m/s^2$
10	490 m	407 m	0	16,2 m/s	1,62 $m/s^2$

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 16. Queda Livre (Procedimento 2)**



Fonte: Elaborado pelo autor.

No terceiro procedimento os alunos, ajustando a posição inicial (altura) e a aceleração da gravidade (Marte) nos medidores de nível, chegaram à conclusão, analisando os dados através de tabelas e gráficos do *software*, que a maçã percorre distâncias diferentes em tempos iguais com a aceleração positiva configurando, assim, um MUV fazendo com que a

maçã tenha um movimento acelerado.

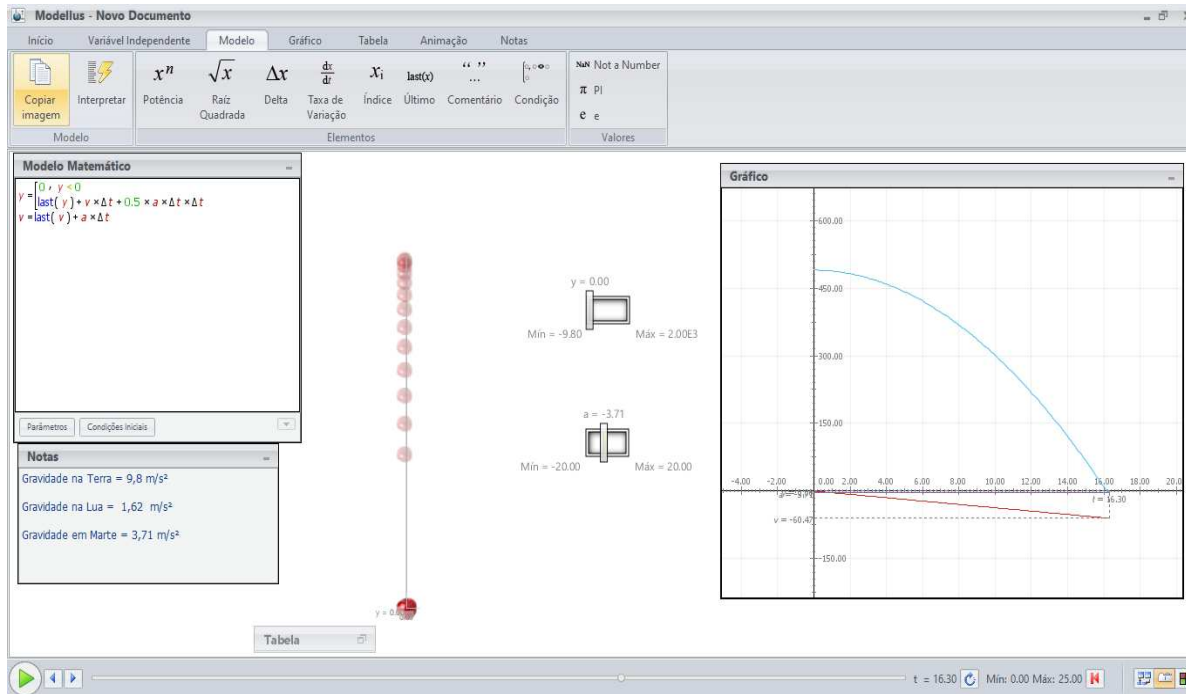
As tabelas dos procedimentos 2 (dois) e 3 (três) são do mesmo formato do procedimento 1 (um), mudando somente o valor da aceleração local e logo mudando os outros valores, portanto não precisa de imagens.

**Figura 17. Tabela de dados da Queda Livre (Procedimento 3)**

Tempo (s)	Posição Inicial (m)	Posição Final (m)	Velocidade Inicial (m/s)	Velocidade Final (m/s)	Aceleração (m/s <sup>2</sup> )
0	490 m	-----	0	-----	3,71 m/s <sup>2</sup>
2	490 m	481,84 m	0	3,42 m/s	3,71 m/s <sup>2</sup>
4	490 m	478,84 m	0	14,84 m/s	3,71 m/s <sup>2</sup>
6	490 m	420, m	0	22,26 m/s	3,71 m/s <sup>2</sup>
8	490 m	368,81 m	0	29,78 m/s	3,71 m/s <sup>2</sup>
10	490 m	300,74 m	0	37,1 m/s	3,71 m/s <sup>2</sup>

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 18. Queda Livre (Procedimento 3)**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os alunos chegaram à conclusão ao final dos três procedimentos que, quanto maior a aceleração da gravidade local maior será a velocidade ao final da queda, se eles partirem do repouso e da mesma altura.

#### 5.4. AULA 4. LANÇAMENTO OBLÍQUO

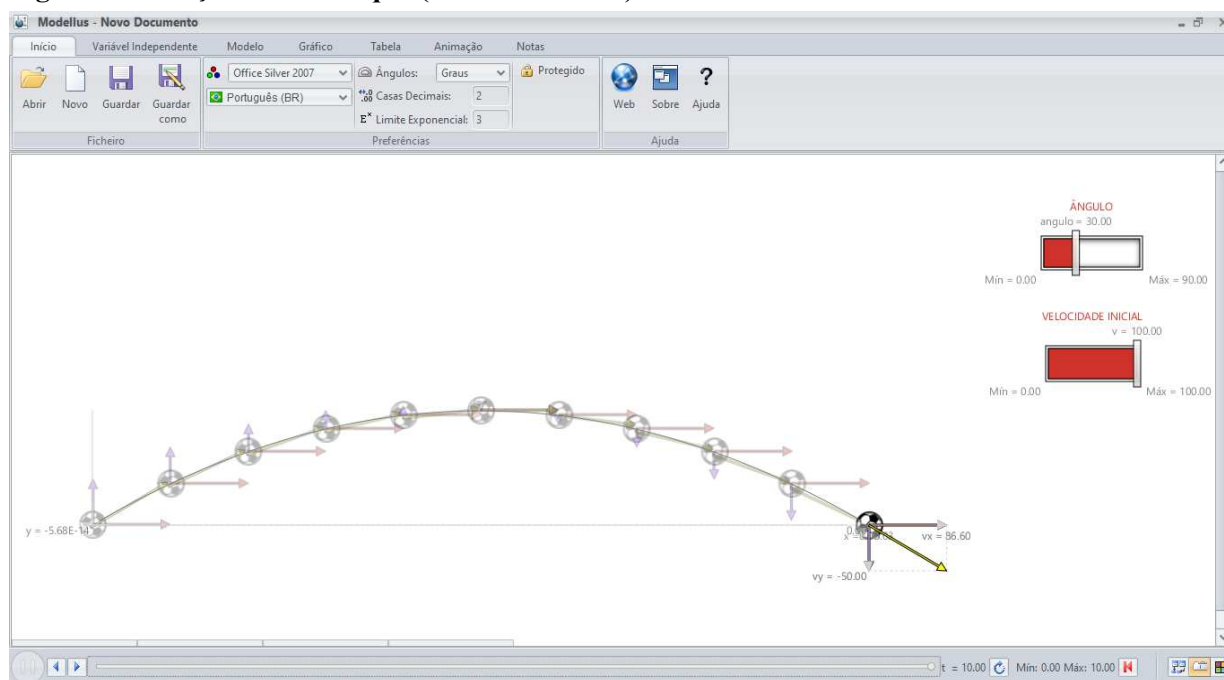
A quarta aula, mais uma vez dividida em dois procedimentos, teve como objetivo: analisar o princípio da independência dos movimentos na simulação, verificar o comportamento velocidade nos dois eixos, analisar gráficos e o movimento quanto ao ângulo.

No primeiro procedimento os alunos chegaram à conclusão, analisando os dados através de tabelas e gráficos, que a bola, objeto de ilustração da simulação, deverá percorrer distâncias diferentes em tempos iguais no eixo y (vertical) e percorrer distâncias iguais em tempos iguais no eixo x, logo se trataria de um MUV no eixo y, com a aceleração sendo a aceleração da gravidade local e um MRU no eixo x já que a velocidade permanecerá constante.

**Figura 19. Tabela Lançamento Oblíquo (Procedimento 1)**

Tempo (s)	aceleração da gravidade (m/s <sup>2</sup> )	Posição no eixo x (m)	Posição no eixo y (m)	Velocidade no eixo x (m/s)	velocidade no eixo y (m/s)
0	10	0	0	86,6	
2	10	173,21	80	30	
4	10	346,41	120	10	
6	10	519,76	80	-10	
8	10	692	80	-30	
10	10	863,03	0	-30	

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

**Figura 20. Lançamento Oblíquo (Procedimento 1)**

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

No segundo procedimento os alunos, ajustando o ângulo no medidor de nível, chegaram a conclusão, analisando os dados através de tabelas e gráficos, que a bola, objeto de ilustração da simulação, ao ser lançada, com ângulos que sejam complementares, alcançou a mesma distância no eixo x, porém em alturas diferentes.

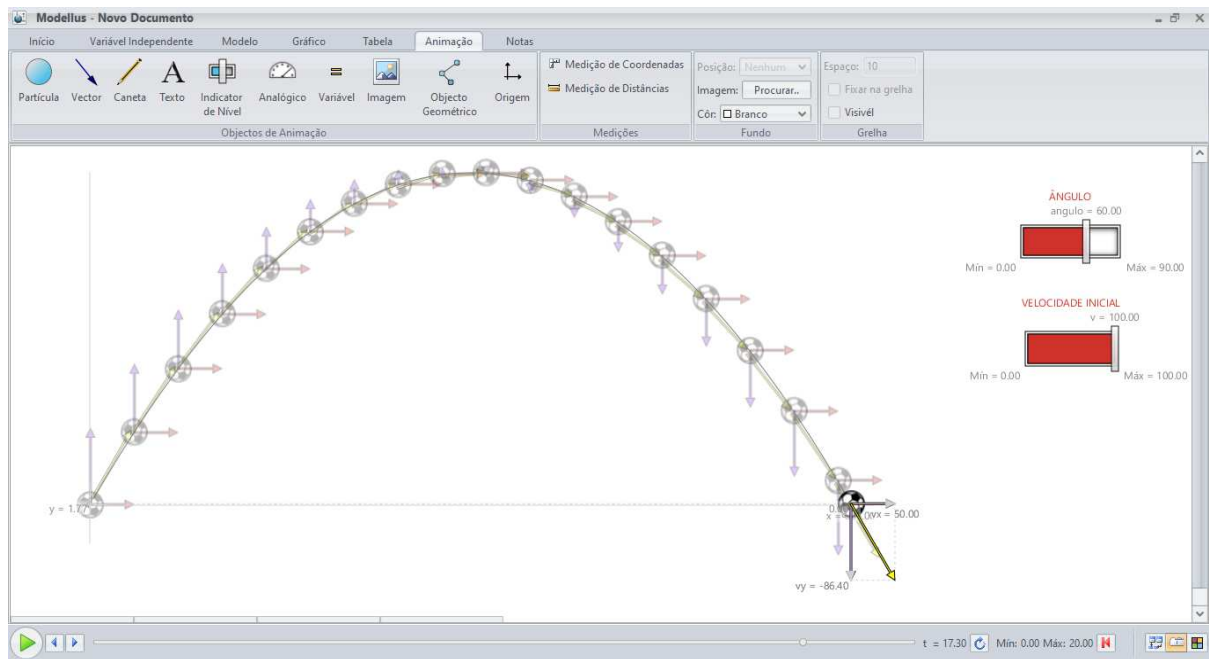
**Figura 21. Tabela Lançamento Oblíquo (Procedimento 2)**

ÂNGULO	ALCANCE (m)	ALTURA MÁXIMA (m)
30	866,03 m	1,25 m
60	866,03 m	374,98 m
20	639 m	585 m
70	635 m	441,5 m
80	325,2 m	484,95 m
10	335,2 m	15,07 m

**Fonte:** Elaborado pelo autor.



**Figura 22. Lançamento Oblíquo (Procedimento 2)**

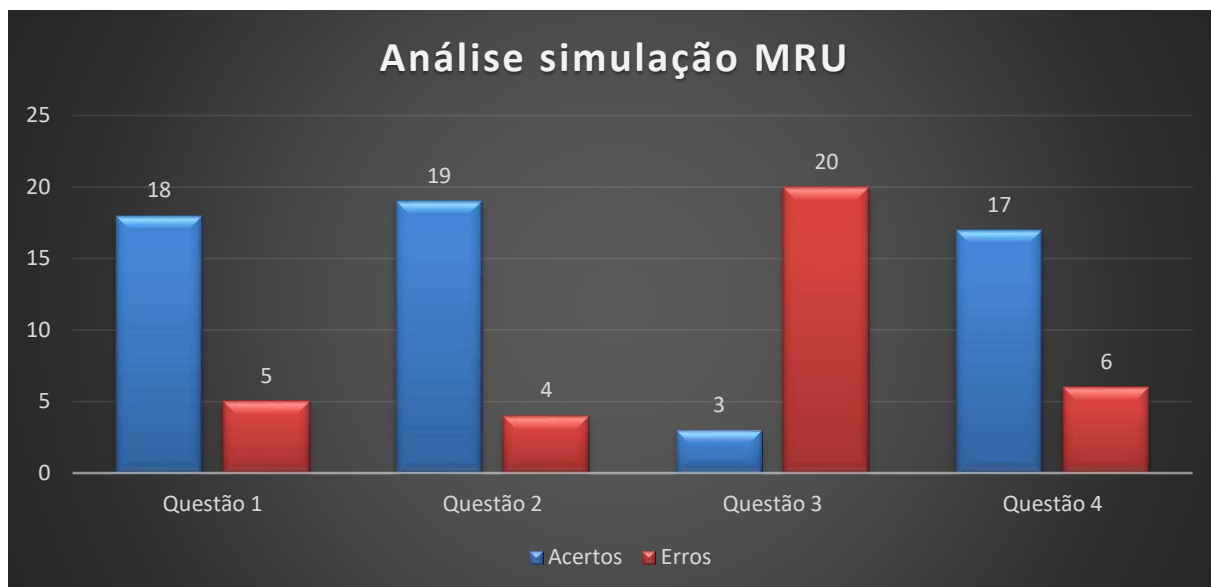


**Fonte:** Elaborado pelo autor.

## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 6.1 Análise e discussão da simulação MRU.

Figura 23. Gráfico quantitativo do questionário do MRU



Fonte: Elaborado pelo autor.

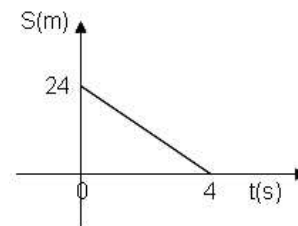
#### 6.1.1. Análise das respostas dos alunos para a primeira questão: Qual a principal característica de um movimento retilíneo uniforme? Qual a classificação do movimento do procedimento 3.1 e 3.2, respectivamente?

A maioria dos alunos compreendeu o conceito básico do movimento retilíneo uniforme, especialmente a característica de velocidade constante. A taxa de acertos de 78% indica que, embora a maioria dos alunos tenha absorvido o conteúdo, alguns ainda apresentam dificuldade em fixar a definição teórica.

#### 6.1.2. Análise das respostas dos alunos para a segunda questão: Um carro desloca-se em uma trajetória retilínea descrita pela função $S=20+5t$ (no SI). Determine: a) a posição inicial; b) a velocidade; c) a posição no instante 4s; d) o espaço percorrido após 8s; e) o instante em que o carro passa pela posição 80m;

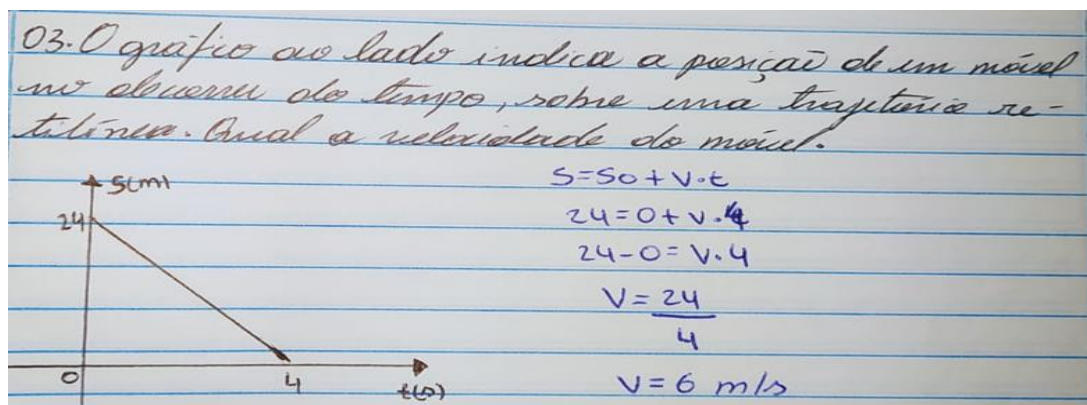
Nesta questão, que envolve o uso da equação de movimento para extrair dados como posição inicial e velocidade, os alunos apresentaram um bom desempenho (82% de acerto). Isso mostra uma boa aplicação das fórmulas, mas ainda existe um pequeno grupo que encontra dificuldades na interpretação dos dados da equação.

**6.1.3. Análise das respostas dos alunos para a terceira questão:** O gráfico ao lado indica a posição de um móvel no decorrer do tempo, sobre uma trajetória retilínea. Qual a velocidade do móvel.



Essa questão tivemos um ponto de atenção, pois apenas 13% dos alunos acertaram a mesma, sugerindo uma dificuldade significativa na interpretação gráfica. Muitos erraram o sinal da velocidade, o que mostra uma confusão quanto à direção do movimento, indicando que essa área requer reforço, principalmente na interpretação de gráficos de movimento. Na figura 24 mostra bem o que foi analisado.

**Figura 24. Análise da questão 03 de MRU.**



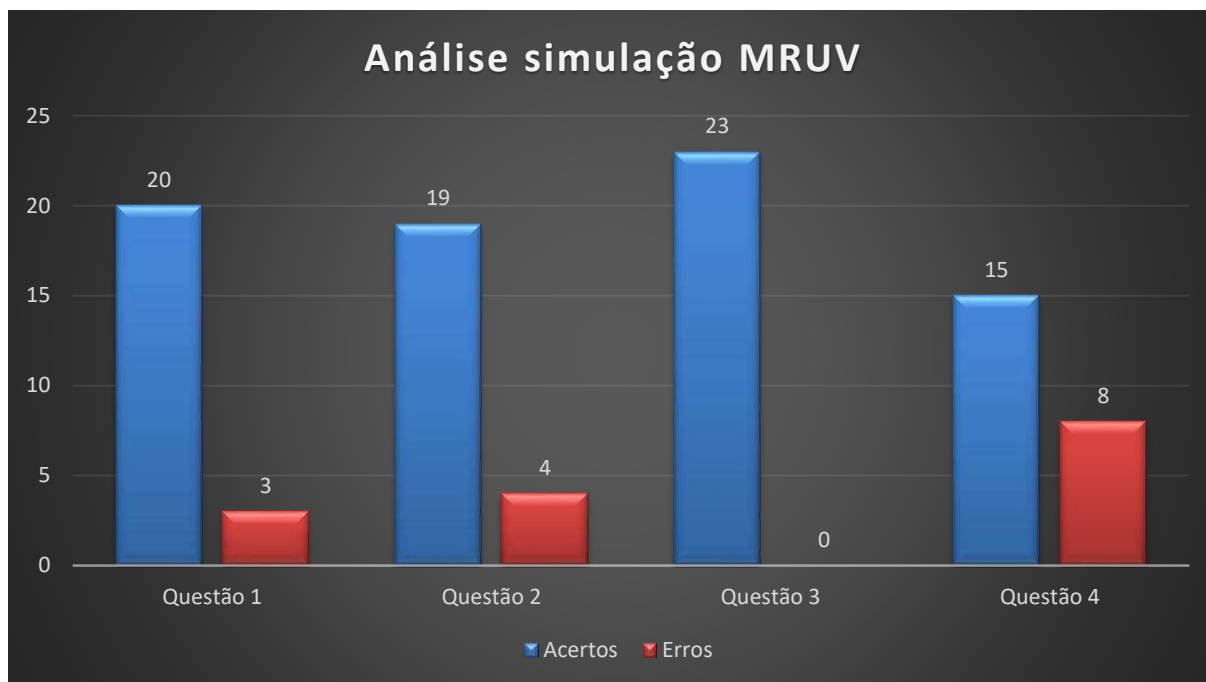
Fonte: Elaborado pelo autor.

**6.1.4. Análise das respostas dos alunos para a quarta questão:** Dada a função de um MRU  $S = 12 - 4t$  (SI), construa o gráfico  $s \times t$ .

A construção do gráfico foi corretamente feita por 74% dos alunos, sugerindo uma boa compreensão do movimento retilíneo a partir da equação. A principal dificuldade pode estar na transição entre os cálculos e a representação gráfica dos mesmos.

**6.2 Análise e discussão da simulação MRUV.**

Figura 25. Gráfico quantitativo do questionário do MRUV

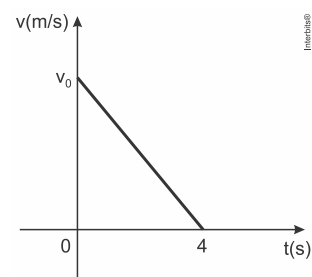


Fonte: Elaborado pelo autor.

### 6.2.1. Análise das respostas dos alunos para a primeira questão: Qual a principal característica de um movimento uniformemente variado? Qual a classificação do movimento do procedimento 3.1 e 3.2 respectivamente?

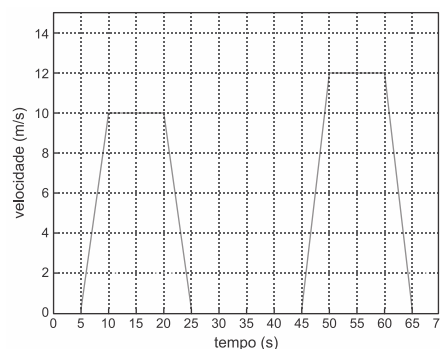
Com 87% de acertos, a maioria dos alunos conseguiu identificar a característica fundamental do MUV, que é a variação da velocidade ao longo do tempo devido à aceleração constante.

### 6.2.2. Análise das respostas dos alunos para a segunda questão: O gráfico representa a variação da velocidade de um automóvel ao frear. Se nos 4s da frenagem o automóvel deslocou 40m, então a velocidade, em km/h, em que se encontrava no instante em que começou a desacelerar era de?



A interpretação gráfica foi dominada por 82% dos alunos, demonstrando que a maioria compreendeu a relação entre a inclinação da curva de velocidade e a aceleração.

**6.2.3. Análise das respostas dos alunos para a terceira questão:** O semáforo é um dos recursos utilizados para organizar o tráfego de veículos e de pedestres nas grandes cidades. Considere que um carro trafega em um trecho de uma via retilínea, em que temos 3 semáforos. O gráfico abaixo mostra a velocidade do carro, em função do tempo, ao passar por esse trecho em que o carro teve que parar nos três semáforos. A distância entre o primeiro e o terceiro semáforo é de?



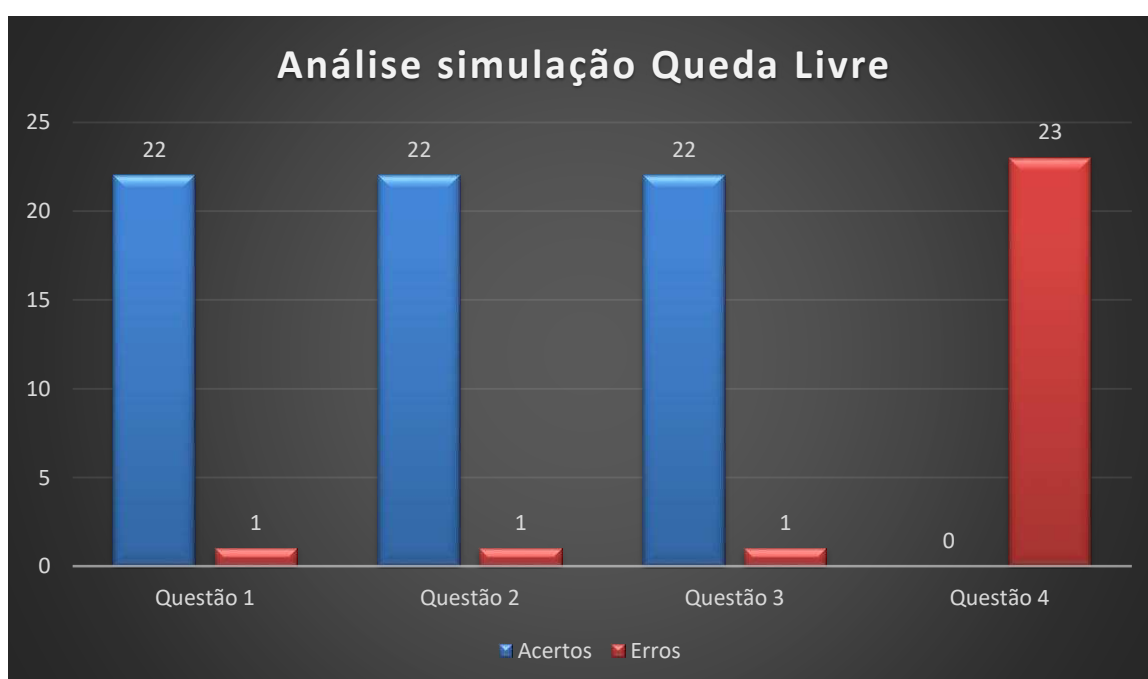
Todos os alunos acertaram essa questão (100%), o que é um forte indicativo de que a abordagem visual foi eficaz para o entendimento do cálculo do deslocamento a partir da área sob o gráfico de velocidade.

**6.2.4. Análise das respostas dos alunos para a quarta questão:** Dada a função de um MRUV  $S = 2 + 3t - t^2$  (SI), construa o gráfico  $s \times t$ .

Esta questão, que exigia a construção do gráfico a partir de uma função quadrática, teve um índice de acertos de 65%. O fato de que muitos alunos erraram sugere que o entendimento das parábolas e da relação entre aceleração negativa e o gráfico não está completamente consolidado.

### 6.3 Análise e discussão da simulação Queda Livre.

Figura 26. Gráfico quantitativo do questionário de Queda Livre



Fonte: Elaborado pelo autor.

**6.3.1. Análise das respostas dos alunos para a primeira questão: Qual a principal característica de um movimento uniformemente variado? Qual a diferença nos procedimentos 3.1, 3.2 e 3.3 respectivamente?**

Com 96% de acertos, essa questão mostrou que os alunos entenderam bem o conceito de queda livre, possivelmente devido à familiaridade com o fenômeno e a visualização clara fornecida pelas simulações.

**6.3.2. Análise das respostas dos alunos para a segunda questão: Se jogarmos 3 objetos na mesma altura, porém de massas diferentes, tal que  $m_1 > m_2 > m_3$  em um mesmo ambiente (Terra). Qual objeto chegará ao solo primeiro?**

Novamente, a compreensão do conceito de aceleração gravitacional foi excelente, com apenas um aluno errando.

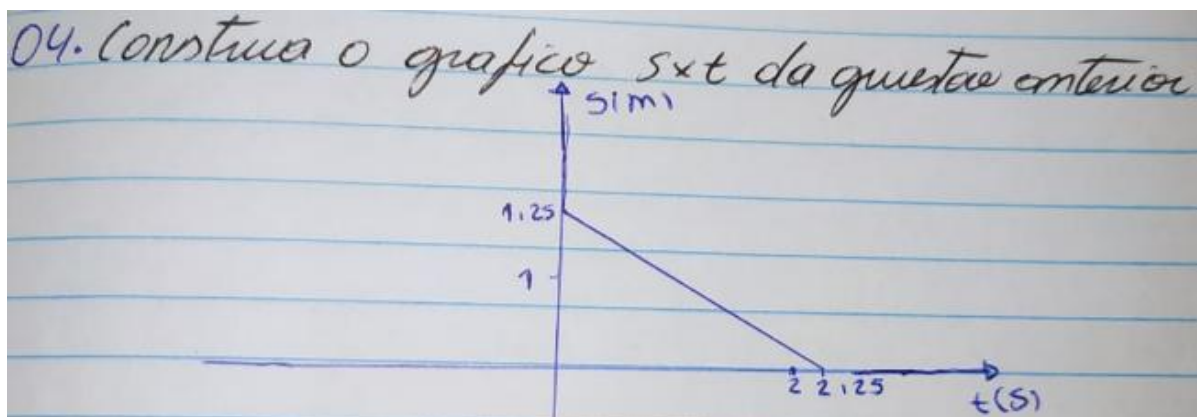
**6.3.3. Análise das respostas dos alunos para a terceira questão: Se um celular cai da mão de seu dono a uma altura de 1,25m. Em quanto tempo esse celular chegará ao solo? Com qual a velocidade chegará ao chão? (adote  $g = 10\text{m/s}^2$ )**

A interpretação do gráfico foi bem compreendida, com uma alta taxa de acertos (96%). Isso reflete a eficiência do uso de gráficos para representar o movimento.

**6.3.4. Análise das respostas dos alunos para a quarta questão: Construa o gráfico  $s \times t$  da questão anterior.**

Esta questão apresentou o pior desempenho de todos os questionários, com nenhum aluno construindo corretamente o gráfico de uma parábola. Muitos alunos desenharam uma reta, mostrando uma grande lacuna na compreensão da relação entre a equação do movimento e sua representação gráfica. Na figura 27 mostra a confusão quanto a interpretação de gráfico.

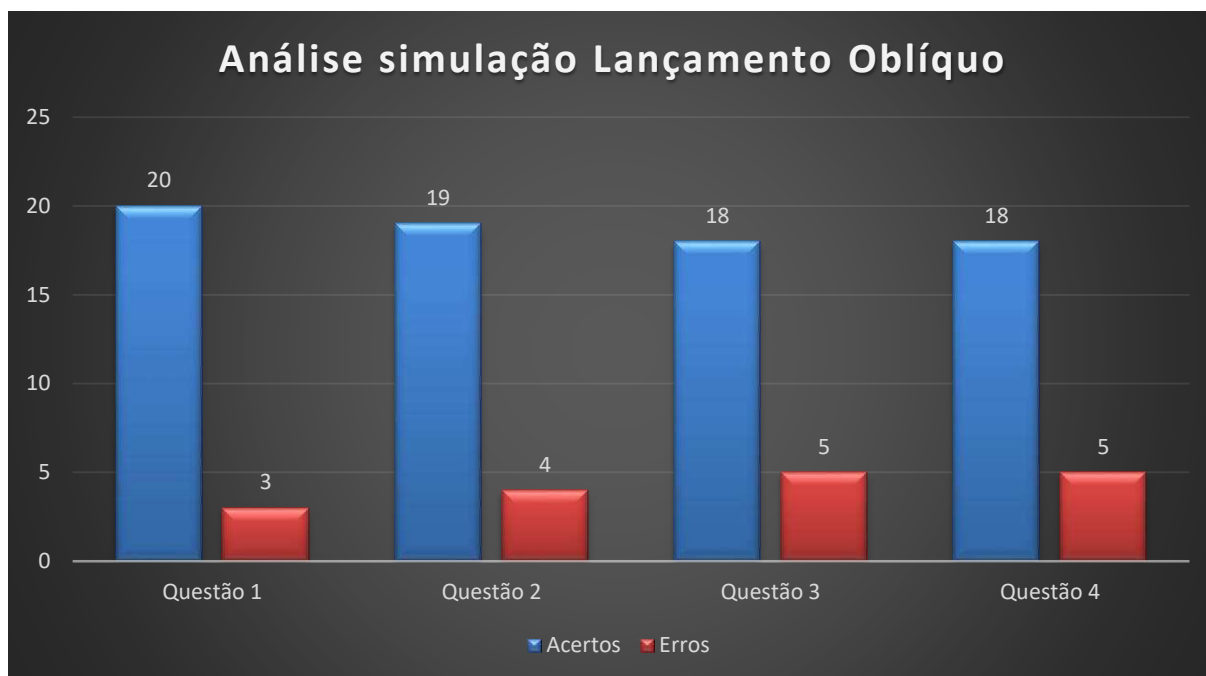
Figura 27. Análise da questão 04 de Queda Livre.



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.4 Análise e discussão da simulação Lançamento Oblíquo.

Figura 28. Gráfico quantitativo do questionário de Lançamento Oblíquo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

##### 6.4.1. Análise das respostas dos alunos para a primeira questão: No procedimento 3.1 qual a altura máxima atingida e qual o alcance máximo atingido?

A maioria dos alunos (87%) conseguiu identificar corretamente a decomposição vetorial do movimento no lançamento oblíquo.

##### 6.4.2. Análise das respostas dos alunos para a segunda questão: No procedimento 3.1 existe velocidade na altura máxima? Justifique sua resposta.

A compreensão das equações para calcular o alcance foi dominada pela maioria, com 82% de acertos. Isso demonstra uma boa aplicação dos conceitos de cinemática.

##### 6.4.3. Análise das respostas dos alunos para a terceira questão: No procedimento 3.2 o que pode ser observado quando os ângulos são correspondentes?

A questão foi bem resolvida por 78% dos alunos, o que sugere que eles compreenderam o conceito de altura máxima, embora alguns tenham encontrado dificuldades nos cálculos.

##### 6.4.4. Análise das respostas dos alunos para a quarta questão: Ao bater um tiro de meta, um goleiro imprime à bola uma velocidade de módulo $v_0 = 25 \text{ m/s}$ inclinada de um ângulo

$\theta$  com a horizontal, tal que  $\sin \theta = 0,8$  e  $\cos \theta = 0,6$ . Admita que no local a resistência do ar seja desprezível e adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Supondo que a bola retorne ao solo sem ser interceptada por qualquer jogador, determine: a) a altura máxima ( $H_{\text{máx}}$ ) atingida por ela; b) a velocidade da bola no ápice do voo; c) o seu tempo total de voo ( $t_r$ ); d) o seu alcance horizontal (A).

A maioria dos alunos conseguiu construir corretamente o gráfico da trajetória parabólica, com 78% de acertos, indicando uma boa compreensão visual e conceitual do movimento oblíquo.



## 7 PESQUISA DE SATISFAÇÃO

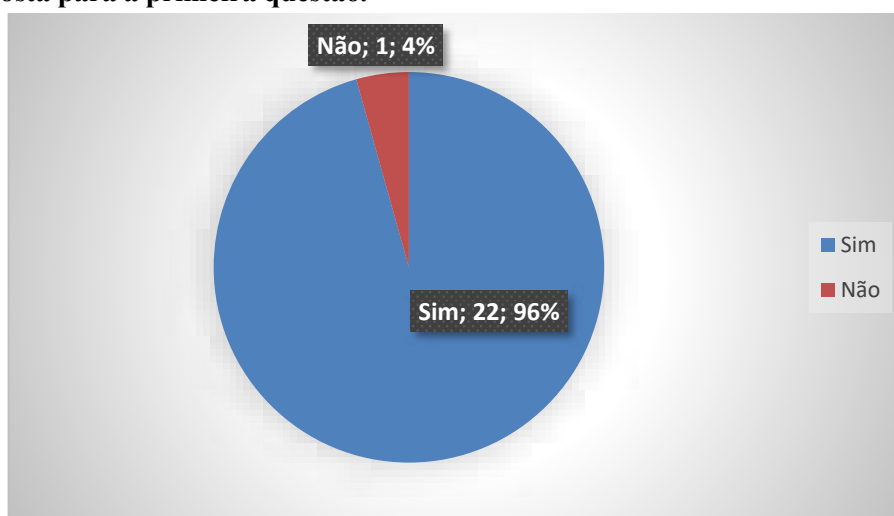
Foi distribuído um questionário para os alunos com 10 perguntas: 7(sete) fechadas e 3(três) abertas, já que segundo Chagas (2000, *apud* Mattar, 1994)), as perguntas abertas cobrem pontos que vão além das questões fechadas, estimulando a cooperação e possuindo menor poder de influência sobre os respondentes. As perguntas foram feitas baseadas nas aulas ministradas pelo professor e no material didático desenvolvido nesse trabalho. O questionário e as respostas dos alunos se encontram no apêndice deste trabalho e é uma base para os resultados e discussões desse trabalho.

As perguntas foram criadas de formas objetivas para que as respostas sejam, também, objetivas e diretas, com opções de sim ou não, para que não houvesse margem para dúvidas. Analisaremos e discutiremos todas as dez questões respondidas pelos 23 (vinte e três) alunos nessa seção.

### 7.1. Análise das respostas dos alunos para a primeira questão: A aula com simulação foi significativa para você?

Como citado nesse trabalho na página 19, na educação as TICs são vistas como potencializadoras dos processos de ensino – aprendizagem, ou seja, são ferramentas de aprendizagem que permitem o acesso e a oportunidade para todos. Com o objetivo de saber, a partir da experiência dos alunos, se houve uma aprendizagem significativa na metodologia abordada nesse trabalho, foi elaborada a primeira pergunta do questionário. As respostas dos alunos estão representadas no gráfico da Figura 29.

**Figura 29. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a primeira questão.**

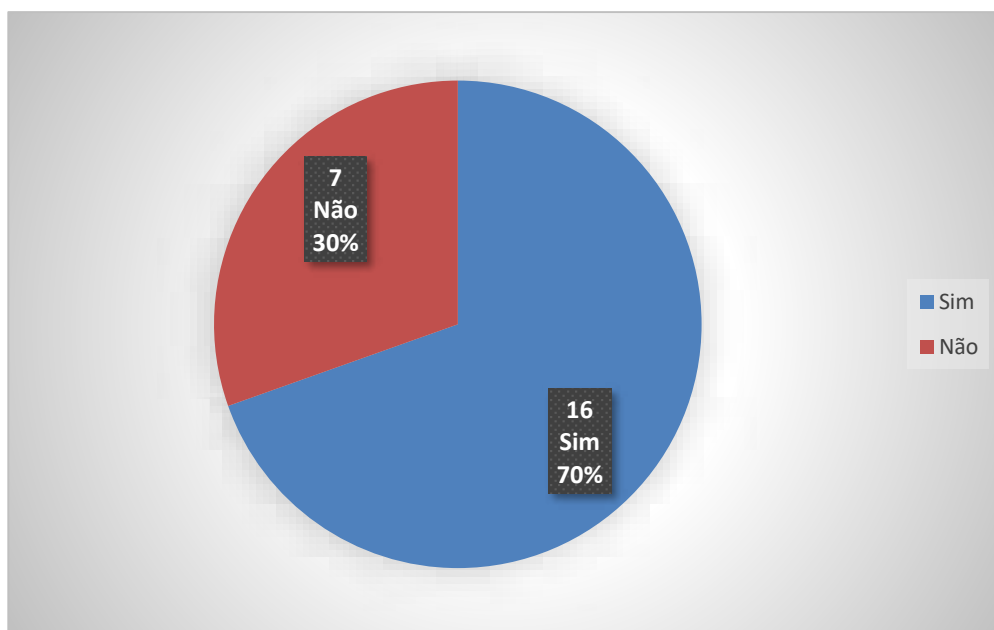


**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Com 22 (vinte duas) respostas sim e apenas uma negativa, podemos concluir que houve uma aprendizagem significativa no trabalho realizado com esses alunos.

### 7.2. Análise das respostas dos alunos para a segunda questão: A aula com simulação é mais interessante que uma aula tradicional?

Como citado nesse trabalho na página 20, a implantação de novas tecnologias para a educação, faz com que o aluno tenha mais interesse e motivação para buscar informação, transformando em entretenimento a educação e a aprendizagem, um disparate nas características do ensino e aprendizagem tradicionais. Com o objetivo de saber, dos alunos, se a aula com simulação é mais interessante que uma aula tradicional, foi elaborada a segunda pergunta do questionário. As respostas dos alunos estão representadas no gráfico da Figura 30.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com 16 (dezesesseis) respostas sim e 07 (sete) respostas não, podemos concluir que há maior interesse quando se utiliza TIC em sala de aula. Os alunos demonstraram-se motivados, pois foi uma aula diferente em relação à dinâmica das demais.

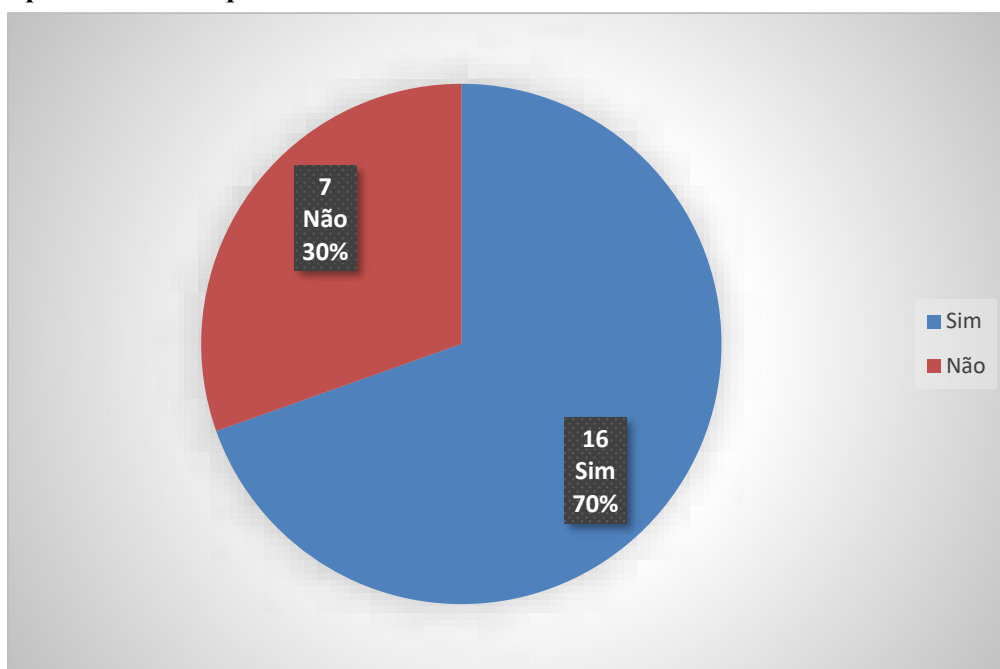
### 7.3. Análise das respostas dos alunos para a terceira questão: A aula com simulação facilitou o entendimento da matéria?

Como citado nesse trabalho na página 18, de acordo com Piaget (1972), somente poderá ocorrer a aprendizagem quando o esquema de assimilação sofre acomodação e

posteriormente a construção do conhecimento. O que fazer então para provocar o processo de acomodação? O que fazer para modificar os esquemas de assimilação? É necessário propor atividades desafiadoras que ocasionem desequilíbrios e reequilibrações sucessivas nos alunos.

Com o objetivo de saber, dos alunos, se houve um processo de acomodação e consequentemente construção do conhecimento, foi elaborada a terceira pergunta do questionário. As respostas dos alunos estão representadas no gráfico da Figura 31.

**Figura 31. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a terceira questão.**



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

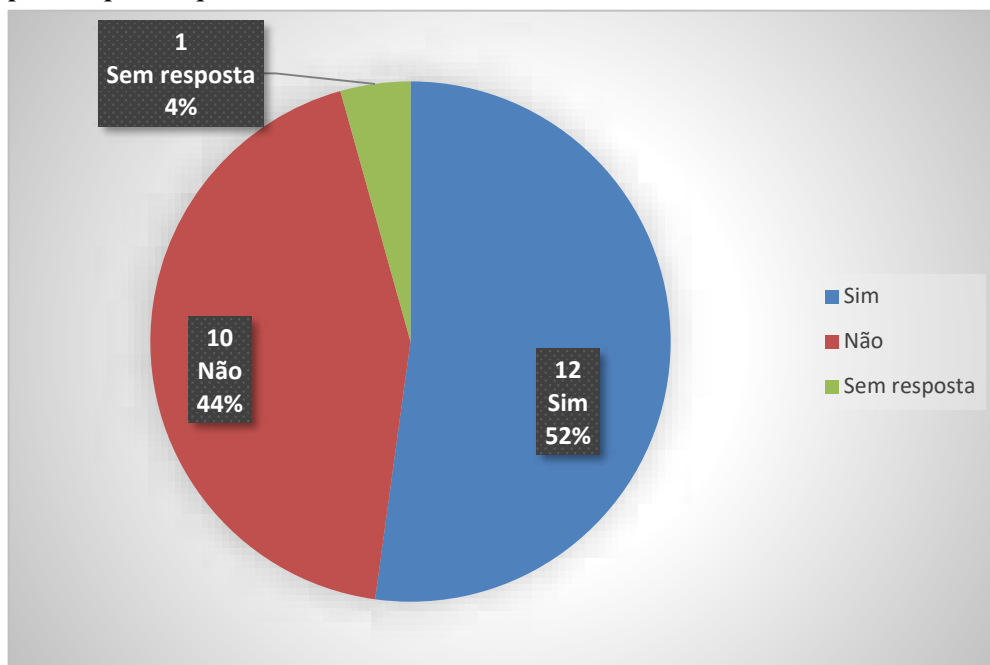
Com 16(dezesseis) respostas sim e 07(sete) respostas não, podemos concluir que houve a acomodação modificando os esquemas de assimilação e consequentemente a construção do conhecimento para maioria dos alunos.

#### **7.4. Análise das respostas dos alunos para a quarta questão: Você conseguiu entender algo na aula com a simulação que não tenha conseguido entender na aula tradicional?**

Como citado nesse trabalho na página 18, o conhecimento real e concreto é construído através de experiências. Aprender é uma interpretação pessoal do mundo, ou seja, é uma atividade individualizada, um processo ativo no qual o significado é desenvolvido com base em experiências. Com o intuito de saber, dos alunos, se houve uma construção do conhecimento através de outra experiência, a aula de simulação, é que foi elaborada a quarta

pergunta do questionário. As respostas dos alunos estão representadas no gráfico da figura 32.

**Figura 32. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a quarta questão.**



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

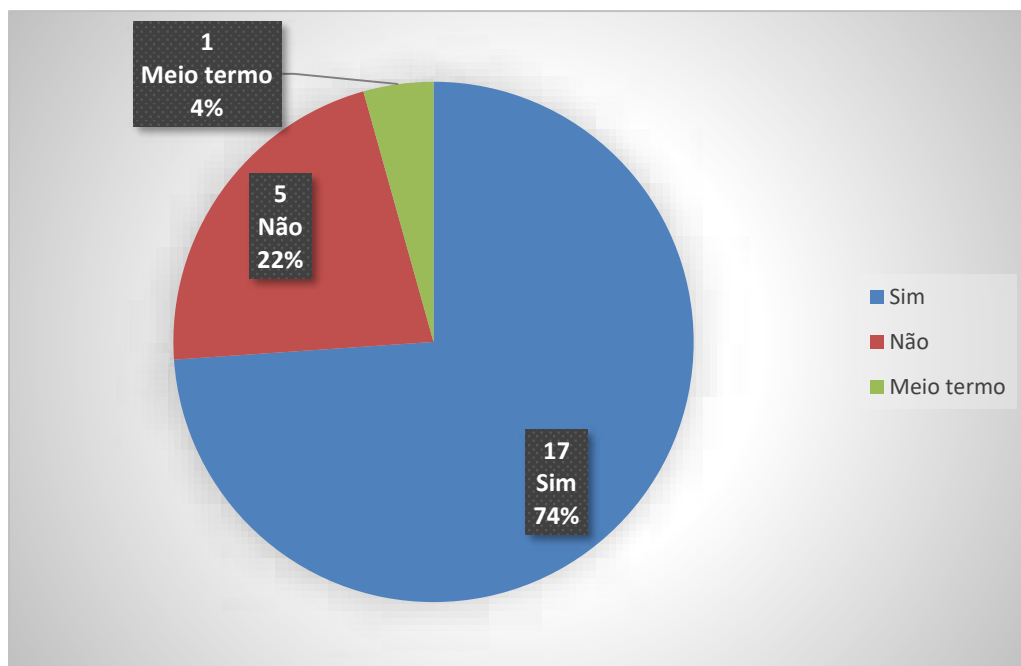
Com 12 (doze) respostas sim, 10 (dez) respostas não e 1 (uma) pergunta sem resposta, podemos concluir que houve a construção do conhecimento com outra experiência para maioria dos alunos.

### **7.5 Análise das respostas dos alunos para a quinta questão: O material foi de fácil manuseio?**

O produto desse trabalho foi um material didático produzido nesse mestrado, abordando 4 (quatro) temas da cinemática: Movimento Retilíneo Uniforme, Movimento Uniformemente Variado, Lançamento Vertical e Lançamento Oblíquo como citado na página 29 deste trabalho.

Com o objetivo de saber, dos alunos, se o material é fácil de ser utilizado, é que foi elaborada a quinta pergunta do questionário. As respostas dos alunos estão representadas no gráfico da Figura 33.

**Figura 33. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a quinta questão.**



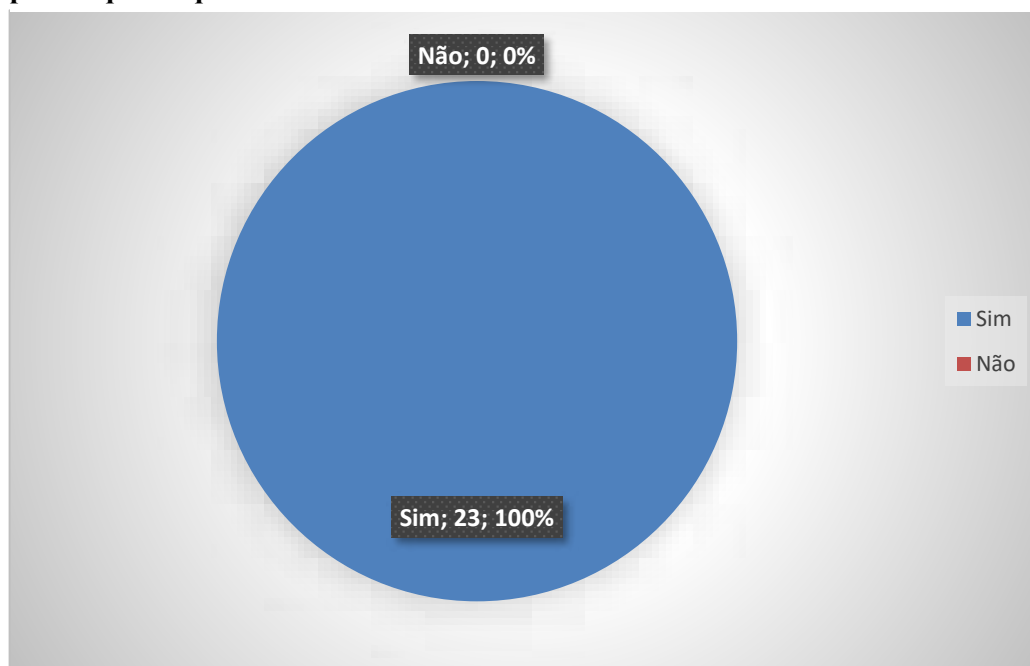
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Com 17 (dezessete) respostas sim, 05 (cinco) não e 1(uma) meio termo, podemos concluir que o material didático é de fácil manuseio e entendimento para maioria dos alunos.

#### **7.6. Análise das respostas dos alunos para a sexta questão: Você utilizaria o material como ferramenta de estudo?**

No material didático todas as 4 (quatro) seções, Movimento Retilíneo Uniforme, Movimento Uniformemente Variado, Lançamento Vertical e Lançamento Oblíquo, há fundamentos teóricos que podem ser utilizados como fonte de pesquisa como explicações do movimento e gráficos. Com o objetivo de saber, dos alunos, se o material pode ser utilizado após as aulas como um material de pesquisa, é que foi elaborada a sexta pergunta do questionário. As respostas dos alunos estão representadas no gráfico da Figura 34.

**Figura 34. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a quinta questão.**



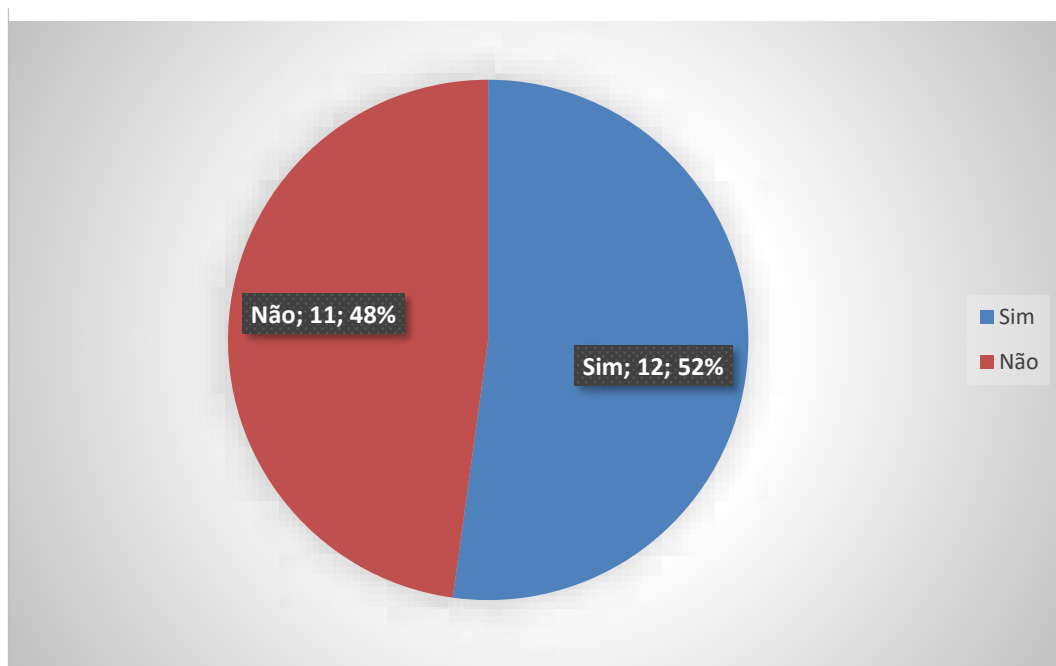
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Com 23 (vinte e três) respostas sim e nenhuma resposta não, podemos concluir que o material didático pode e deve ser utilizado para os estudos posteriores dos alunos.

#### **7.7. Análise das respostas dos alunos para a sétima questão: Houve dificuldade no manuseio do material? Se sim, quais?**

A pergunta em questão é subjetiva, objetivando obter a opinião dos alunos sem influenciar os respondentes e para cobrir pontos além das perguntas objetivas. Esperávamos receber informações dos alunos, relatos de dificuldades no manuseio do material, pontuando quais foram os aspectos que dificultaram o manuseio, opiniões e sugestões. Para este fim, foi elaborada a sétima pergunta do questionário. As respostas dos alunos estão representadas no gráfico da Figura 35.

**Figura 35. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a quinta questão.**



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

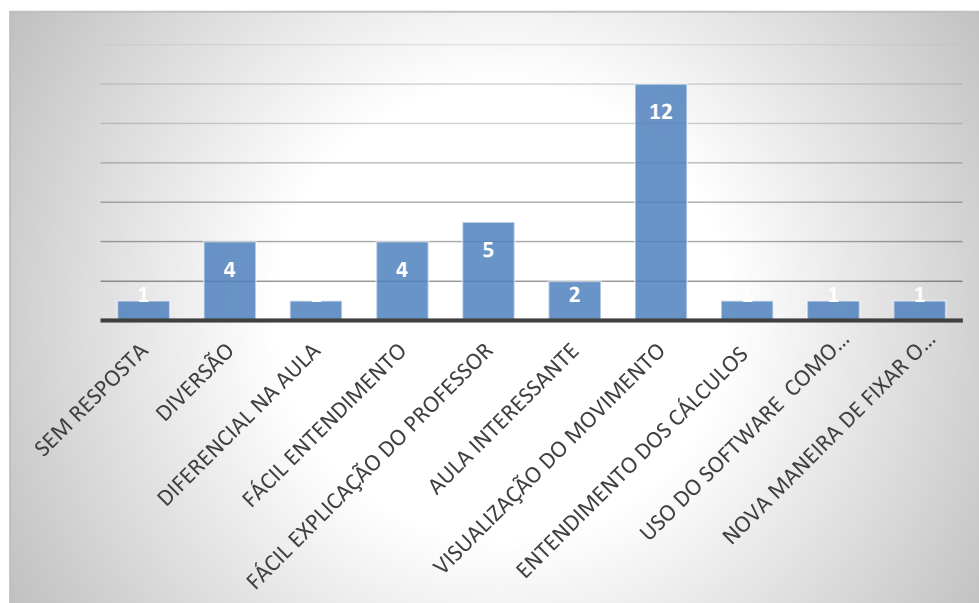
Nessa etapa, 12 (doze) dos alunos responderam que não houve dificuldades no manuseio do material. Já 11 (onze) relataram dificuldades. Foram pontuados os seguintes aspectos: dificuldades com tabelas e gráficos; dificuldades com a resolução das questões e desorganização do material.

#### **7.8. Análise das respostas dos alunos para a oitava questão: Aponte os pontos positivos da aula com simulação.**

Como citado nesse trabalho na página 19, a informática educacional pode ser considerada uma área de estudo que contribui para o desenvolvimento da educação escolar como um todo. Ela proporciona, aos alunos e professores, mais um ambiente onde a aprendizagem pode ser estimulada através da união dos recursos da informática com os objetivos particulares de cada disciplina ou, também, o desenvolvimento de projetos interdisciplinares e cooperativos.

Com o objetivo de saber, dos alunos, o ponto que estimularam e motivaram a interação entre os estudantes e o produto utilizado nas aulas laboratoriais foi elaborada a oitava pergunta do questionário. As respostas dos alunos estão representadas no gráfico da Figura 36.

**Figura 36. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a quinta questão.**



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Foi perguntado aos alunos quais foram os pontos positivos da aula com simulação, obtivemos as seguintes respostas: 1 (um) dos entrevistados não respondeu; 4 (quatro) destes apontaram a diversão como ponto positivo; 1 (um) aluno ressaltou que o ponto positivo seria um diferencial na aula; 4 (quatro) entrevistados pontuaram o fácil entendimento; 6 (seis) estudantes informaram que a explicação do professor durante a aplicação do simulador foi um ponto positivo para o aprendizado; 2 (dois) entrevistados disseram que aula tornou-se mais interessante; 3 (três) entrevistados apontaram a visualização do movimento como um ponto positivo do simulador; 1 (um) destes apontou como ponto positivo o aprendizado dos cálculos com as simulações; 1 (um) aluno citou o uso do *Software* como ferramenta de trabalho como um ponto positivo; 1 (um) entrevistado citou os exemplos demonstrativos; 4 (quatro) alunos citaram a melhor visualização dos movimentos; 1 (um) dos estudantes citou como ponto positivo uma nova maneira de fixar conteúdo; 3 (três) entrevistados citaram a melhor visualização e entendimento da física na vida real; 1 (um) aluno citou como ponto positivo a visualização de coisas que não entenderia em uma aula tradicional.

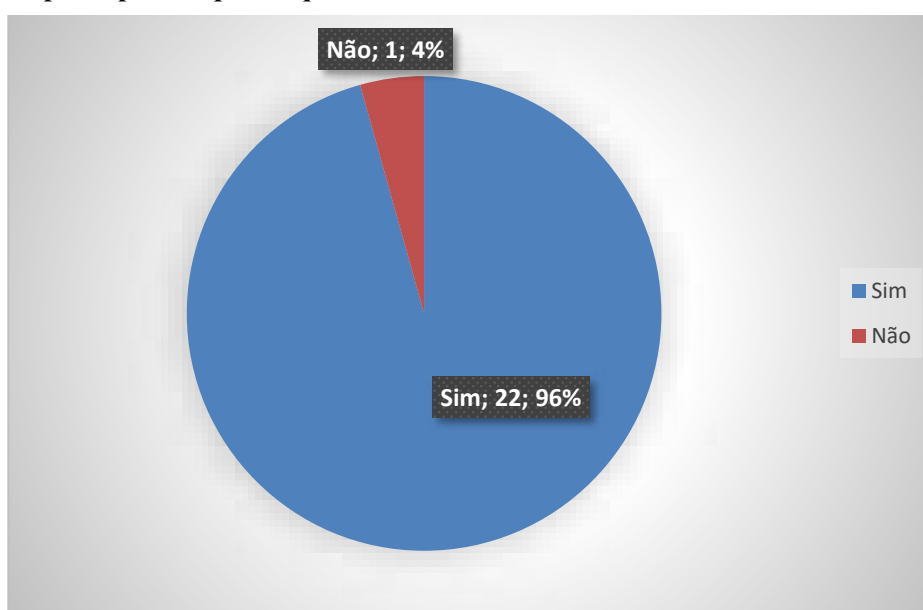
### **7.9. Análise das respostas dos alunos para a nona questão: Você gostou das simulações utilizando o *software* Modellus?**

Como citado na página 16, Modellus é um *software* gratuito que utiliza a modelação



computacional permitindo criar facilmente e intuitivamente simulações, fazendo com que alunos e professores utilizem a noção de matemática e física padrão para fazer simulações. Com o objetivo de saber o nível de satisfação dos alunos mediante a utilização do *software*, foi elaborada a nona pergunta do questionário. As respostas dos alunos estão representadas no gráfico da Figura 37.

**Figura 37. Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a quinta questão.**



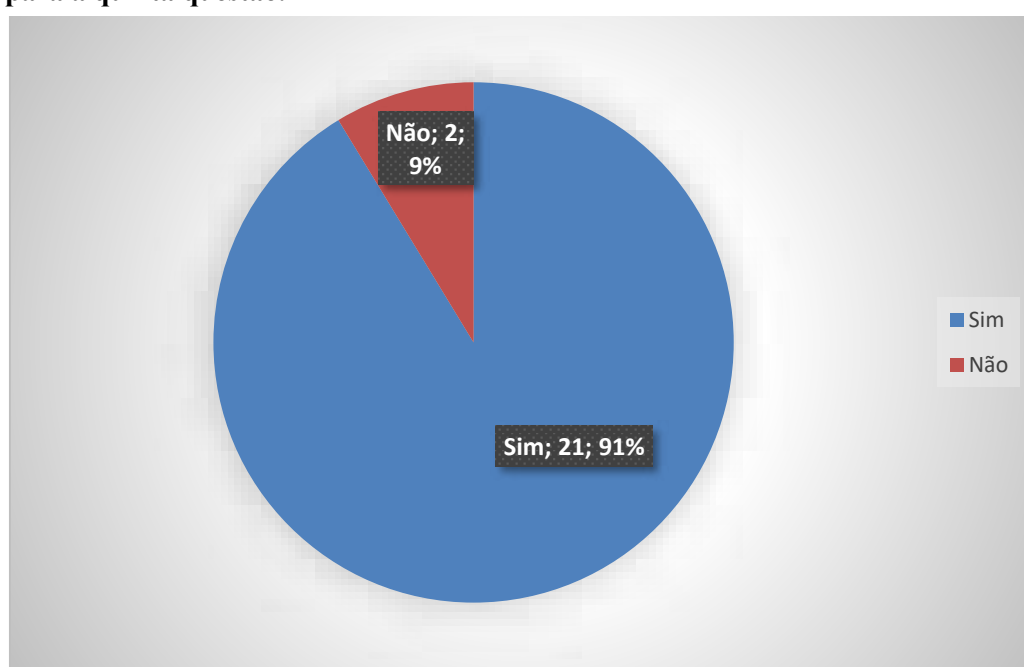
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O gráfico demonstra que 22 (vinte e dois) dos alunos, assinalaram que gostaram das simulações utilizando o *Software* Modellus. Apenas 1 (um) estudante assinalou que não gostou. Diante desse resultado, podemos concluir que o modelo obteve a satisfação da maior parte dos alunos que o utilizaram.

#### **7.10. Análise das respostas dos alunos para a décima questão: Você gostaria de aprender outros conteúdos utilizando o Modellus?**

Como citado na página 16, a utilização do Modellus é fácil, mas não tão simples. Por isso seria importante à necessidade de um material didático para que alunos e professores possam acompanhar e desenvolver a simulação desejada. Com o intuito de saber, dos alunos, se eles gostariam de aprender outros conteúdos utilizando o *software*, é que foi elaborada a décima pergunta do questionário. As respostas dos alunos estão representadas no gráfico da Figura 38.

**Figura 38.** Gráfico representando percentual de alunos conforme sua resposta para a quinta questão.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O gráfico mostra que 21 (vinte e um) dos alunos, assinalaram que gostariam de aprender outro conteúdo utilizando o *Software* Modellus, e apenas 2 (duas) assinalaram que não gostariam de aprender. Diante desse resultado, podemos concluir que o modelo obteve a satisfação de grande parte dos alunos que o utilizaram querendo mais aulas dessa forma.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho teve como principal intuito criar um material pedagógico para contribuir com o ensino da física, minimizando as dificuldades na aprendizagem dos conceitos da Física que os alunos possam ter, através da utilização do *software* Modellus oferecido como uma ferramenta de aprendizagem significativa dos conceitos físicos. Este trabalho foi feito, também, com intuito de ajudar os professores que querem ministrar aulas com um diferencial para seus alunos.

Além do questionário de cada simulação, onde foi feito uma análise quantitativa, também foi elaborado um questionário com 10 (dez) questões, utilizados após as aulas laboratoriais e respondidas pelos alunos.

Os resultados foram obtidos desses 23(vinte e três) alunos que valem 100% (cem por cento) da amostra. Vale ressaltar que é uma amostra pequena para uma pesquisa fazendo com que os gráficos e as análises fossem meramente ilustrativos, porém de grande relevância para a visualização da sistematização da proposta.

Os resultados gerados pela análise dos questionários de cada simulação revelam que os alunos demonstram uma boa compreensão dos conceitos básicos, especialmente quando tratados com o suporte visual das simulações. No entanto, áreas como a interpretação de gráficos e a construção de gráficos precisos precisam de maior atenção. O uso do *software* Modellus claramente ajudou a fortalecer o entendimento conceitual, mas atividades adicionais focadas em cálculos e construção gráfica são recomendadas para consolidar o aprendizado. As futuras atividades de ensino devem considerar um equilíbrio maior entre a simulação visual e a prática de cálculo para garantir uma compreensão completa dos conceitos físicos abordados.

Os resultados gerados pela pesquisa de satisfação estão sujeitos a erros de análise ou má interpretação das respostas dos participantes às questões. Isso, por que, para facilitar a compreensão dos resultados gerados pela pesquisa, unificamos as respostas semelhantes. Além dos dados colhidos poderem não ser compatíveis com os alunos, pois os entrevistados podem mostrar respostas favoráveis à pesquisa, fugindo de suas próprias ideias.

O resultado da pesquisa indica que o material didático foi bem aceito pela maioria dos discentes e que a ferramenta utilizada, Modellus, também, foi bem aceita. Mesmo depois das adaptações para a proposta, já que o ambiente não apresentou condições ideais para a realização do trabalho.

De acordo com a análise feita pela pesquisa de satisfação foi de grande valia saber que a maioria, gostaria de obter mais conhecimentos utilizando a ferramenta que auxiliou esse

trabalho motivando o professor a continuar o projeto nos demais conteúdos da Física e, quem sabe, a continuação do estudo em um doutorado.

## REFERÊNCIAS

CHAGAS, Anivaldo Tadeu Roston. O questionário na pesquisa científica. **Administração Online: prática - pesquisa - ensino**, São Paulo, v. 1, n. 1, jan./fev./mar. 2000.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: um novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012. p. 15-25.

LÉVY, Pierre. **As Tecnologias da Inteligência**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagens**. São Paulo: EPU, 1995.

PINTO, Maria das Graças Gonçalves. **O lugar da prática pedagógica e dos Saberes docentes na formação de professores**. *Acta Scientiarum*. Education Maringá, v. 32, n. 1, p. 111-117, 2010. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0CE0QFjAG&url=http%3A%2F%2Fperiodicos.uem.br%2Fojs%2Findex.php%2FActaSciEduc%2Farticle%2Fdownload%2F9486%2F5887&ei=aQVIVLP4BPeQsQSgoYGwDg&usg=AFQjCNGASZOnKlG2pzj2T6b4m0K1i-54FA&bvm=bv.77880786,d.cWc>. Acesso em: 22 out. 2019.

SILVA, Jorge Gregório da. **Currículo e diversidade: a outra face do disfarce**. Revista Trabalho Necessário, Rio de Janeiro, v. 7, n. 9, 2009.

YOUNG, Hugh D; FREEDMAN, Roger A. **Física I: mecânica**. 14. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2016.

**APÊNDICE A - MODELO QUESTIONÁRIO**

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**01.** A aula com simulação foi significativa para você?☐ Sim☐ Não**02.** A aula com simulação é mais interessante que uma aula tradicional?☐ Sim☐ Não**03.** A aula com simulação facilitou o entendimento da matéria?☐ Sim☐ Não**04.** Você conseguiu entender algo na aula com a simulação que não tenha conseguido entender na aula tradicional?☐ Sim☐ Não**05.** O material foi de fácil manuseio?☐ Sim☐ Não**06.** Você utilizaria o material como ferramenta de estudo?☐ Sim☐ Não**07.** Houve dificuldade no manuseio do material? Se sim, quais?

---

---

---

**08.** Aponte os pontos positivos da aula com simulação.

---

---

---

**09.** Você gostou das simulações utilizando o *software* Modellus?☐ Sim☐ Não**10.** Você gostaria de aprender outros conteúdos utilizando o Modellus?☐ Sim☐ Não

**APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS/ DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL DE ENSINO DE FÍSICA  
POLO 43**

**Thiago Guimarães Alves de Sousa**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**LABORATÓRIO VIRTUAL: MÉTODO PEDAGÓGICO NO ENSINO DE FÍSICA  
UTILIZANDO O SOFTWARE MODELLUS.**

**FORTALEZA  
2024**

Thiago Guimarães Alves de Sousa

PROPOSTA DIDÁTICA:

LABORATÓRIO VIRTUAL: MÉTODO PEDAGÓGICO NO ENSINO DE FÍSICA  
UTILIZANDO O SOFTWARE MODELLUS.

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: LABORATÓRIO VIRTUAL: MÉTODO PEDAGÓGICO NO ENSINO DE FÍSICA UTILIZANDO O SOFTWARE MODELLUS, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 43 – UFC- Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.

FORTALEZA  
2024



## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A minha família, Henrique, Priscila, Julienny, Henrique (sobrinho) e Arthur (sobrinho), pelo apoio moral que me permitiram chegar até aqui e, em especial, minha mãe, Rosário, pelo apoio moral, financeiro e educacional, onde me tornou a pessoa que sou hoje.

A minha esposa, Jéssica Andrade, pelo apoio moral e sentimental nos momentos de dificuldades e nos momentos felizes. Na motivação, pois sem ela não teria finalizado esse trabalho.

Aos meus amigos que me incentivaram e me apoiaram nas decisões tomadas.

Aos colegas de turma, pelos estudos e reflexões, críticas e sugestões recebidas.

Aos docentes e discentes do colégio Kennedy, pela contribuição dada para a realização dessa pesquisa.

Aos professores que compartilharam de seus conhecimentos e experiência que adquiriram na trajetória de sua carreira profissional com o intuito de passar o máximo de si para uma melhor capacitação de todos os alunos pertencente a turma, no qual fui um integrante.

Ao ex-coordenador da pós-graduação, Prof. Dr. Carlos Alberto Santos de Almeida, pelo apoio durante todo o curso da pós-graduação.

Ao atual coordenador da pós-graduação, Prof. Nildo Loiola Dias, pelo apoio em todo o curso da pós-graduação.

Ao orientador Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva pela excelente orientação.

A todos, muito obrigado!

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	65
2.	MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME.....	66
3.	MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO.....	70
4.	QUEDA LIVRE.....	75
5.	LANÇAMENTO OBLÍQUO .....	79
6.	SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO.....	72
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	83
8.	REFERÊNCIAS .....	84

## 1. INTRODUÇÃO

O material a seguir se constitui através do resultado do trabalho pedagógico desenvolvido ao longo de dois anos de curso e consiste na efetivação do produto educacional elaborado para o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Universidade Federal do Ceará Polo 43 (UFC). A ideia do trabalho partiu da confecção ou modificação de laboratórios físicos existentes atualmente nas escolas por um ambiente virtual de aprendizagem computacional, utilizando o *software* Modellus como ferramenta de aprendizagem significativa dos conceitos da cinemática, bem como a criação de um material didático para o acompanhamento no uso do *software* usando uma abordagem construtivista de Jean Piaget (1972).

O trabalho foi realizado com 23 (vinte e três) alunos do primeiro ano do ensino médio abordando 4(quatro) temas da cinemática: Movimento Retilíneo Uniforme, Movimento Uniformemente Variado, Lançamento Vertical e Lançamento Oblíquo.

As respostas positivas dos alunos motivaram a organização e confecção deste manual que pode ser um recurso útil para o professor que necessite de uma ferramenta incentivadora para o ensino de física. O produto educacional foi criado para que os professores de física possam utiliza-lo tanto no Ensino Fundamental II, quanto no Ensino Médio. É importante ressaltar que o produto pode ser implementado por qualquer professor de física e em qualquer colégio.

A maioria dos alunos citaram, como ponto positivo, a visualização do movimento na simulação sendo o diferencial na aula laboratorial, facilitando o entendimento do fenômeno, assim como o entendimento dos cálculos utilizados. Depois da aplicação desse produto e depois de uma análise dos resultados obtidos através das opiniões dos alunos podemos inferir que o material pode ser utilizado em uma escola fazendo com que os alunos se motivem cada vez mais minimizando as dificuldades na matéria. Foi ótimo saber que a maioria gostaria de obter mais conhecimentos utilizando a ferramenta que auxiliou nesse formato de aula.

O Manual é composto da seguinte sequência que pode ser implementado pelo professor. O capítulo I consiste na introdução desse trabalho. No Capítulo II é apresentado um guia descritivo, sobre movimento retilíneo uniforme, onde há os objetivos, o fundamento teórico; os 2 (dois) procedimentos com passo a passo para a realização da simulação do movimento progressivo e retrógrado e o questionário para fixação do conteúdo absorvido pelos alunos.

No Capítulo III, é apresentado um guia descritivo, sobre movimento uniformemente variado, onde há os objetivos e o fundamento teórico; os 2 (dois) procedimentos com o passo a passo para a realização da simulação do movimento acelerado e retardado e o questionário para fixação do conteúdo absorvido pelo aluno.

No capítulo IV é apresentado um guia descritivo, sobre movimento de queda livre, onde há os objetivos e o fundamento teórico; os 3(três) procedimentos com passo a passo para a realização da simulação do movimento de queda livre na Terra, na Lua e em Marte e o questionário para fixação do conteúdo absorvido pelo aluno.

E finalmente no Capítulo V é apresentado um guia descritivo, sobre movimento oblíquo, onde há os objetivos e o fundamento teórico; os 2 (dois) procedimentos com passo a passo para a realização da simulação do movimento e o questionário para fixação do conteúdo absorvido pelo aluno.

O manual precisa ser utilizado juntamente com as simulações computacionais utilizando o *software* Modellus. Este *software* permitiu que os alunos visualizassem os movimentos de maneira interativa, facilitando a compreensão dos conceitos abordados. As simulações incluem:

- Movimento Retilíneo Uniforme
- Movimento Uniformemente Variado
- Movimento de Queda Livre (na Terra, na Lua e em Marte)
- Movimento Oblíquo

Os arquivos das simulações e o simulador estão disponíveis para acesso e download através do seguinte link: [Simulações Modellus](#).

## **2 MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME**

### **2.1 OBJETIVO:**

- Analisar o movimento na simulação.
- Verificar o comportamento da velocidade.
- Analisar gráficos e classificar o tipo de movimento.

### **2.2 INTRODUÇÃO:**

O movimento retilíneo uniforme ocorre quando, no movimento, a velocidade

permanece inalterada, logo constante. Para que isso ocorra o objeto analisado deverá percorrer distâncias iguais em tempos iguais.

Para velocidade constante temos a função:

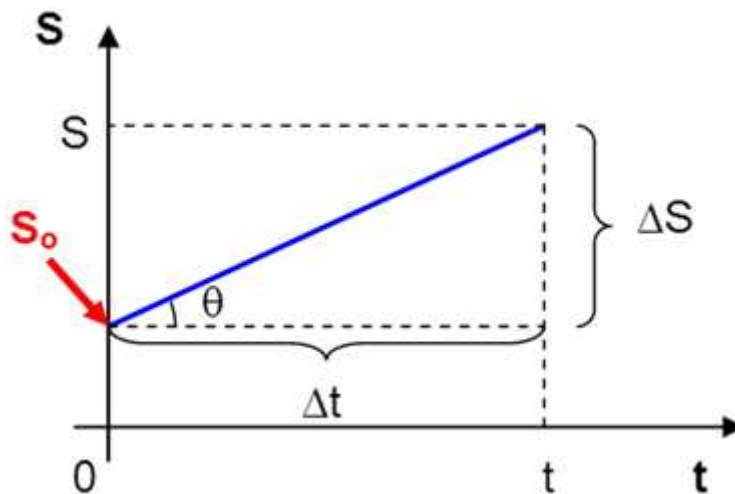
$$V = \Delta S / \Delta t$$

$$V = (S - S_0) / (t - t_0), \text{ para } t_0 = 0$$

$$V = (S - S_0) / t$$

$$S = S_0 + V \cdot T$$

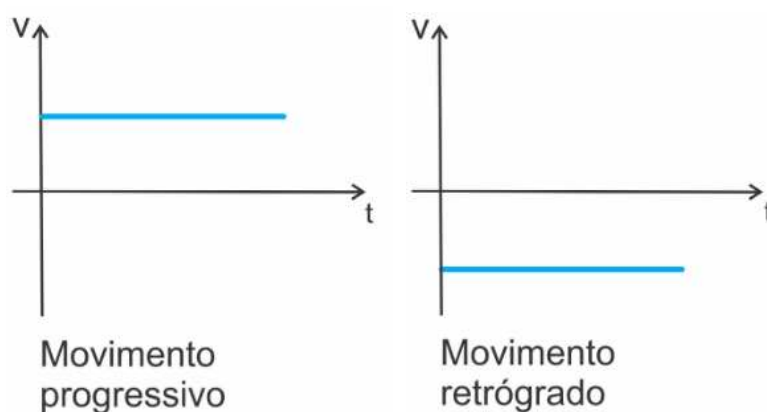
Graficamente:



Temos que,

$$\text{tg}\theta = \Delta S / \Delta t, \text{ logo:}$$

$$\text{tg}\theta = V$$



### Classificação do movimento:

Para  $v > 0$  (positivo): movimento progressivo.

Para  $V < 0$  (negativo): movimento retrógrado.

## 2.3 PROCEDIMENTO:

### 2.3.1 Velocidade positiva.

- Com o *software* ModellusX instalado, abra o arquivo MRU;


- Aperte o botão  para a simulação começar;

- Aperte no botão  e restaure a aba gráfico , comece a simulação

novamente apertando o botão .

- Analise o gráfico e anote a posição inicial.  $S_0 =$  \_\_\_\_\_

- Preencha a tabela 1.1 de acordo com os dados do gráfico exibido na simulação.

**OBS:** Caso não consiga ver os dados pelo gráfico abra a aba tabela  e veja o dado.

**Tabela 1.1**

Tempo (s)	Posição Inicial (m)	Posição Final (m)	Velocidade (m/s)
0		-----	-----
10			
20			
30			
40			
50			

### 2.3.2. Velocidade negativa.

- Modifique os parâmetros nos indicadores de nível do espaço inicial e da velocidade (velocidade negativa);

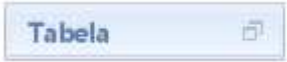


- Aperte o botão  para a simulação começar;

- Aperte no botão  e restaure a aba gráfico , comece a simulação

novamente apertando o botão .

- Preencha a tabela 1.2 de acordo com os dados do gráfico exibido na simulação.

**OBS:** Caso não consiga ver os dados pelo gráfico abra a aba tabela  e veja o dado.

**Tabela 1.2**

Tempo (s)	Posição Inicial (m)	Posição Final (m)	Velocidade (m/s)
0		-----	-----
10			
20			
30			
40			
50			

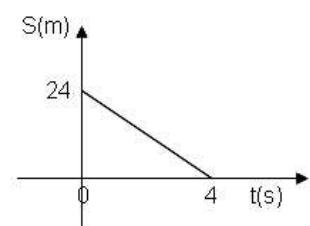
## 2.4 QUESTIONÁRIO:

**01.** Qual a principal característica de um movimento retilíneo uniforme? Qual a classificação do movimento do procedimento 3.1 e 3.2, respectivamente?

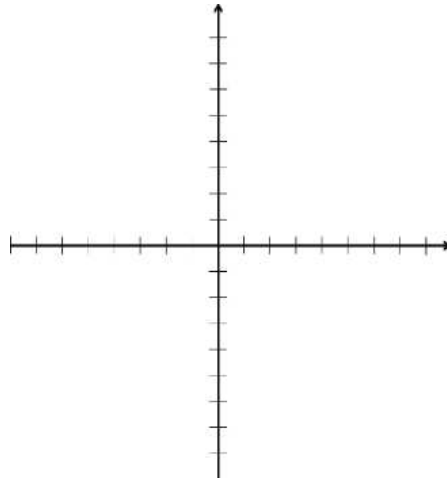
**02.** Um carro desloca-se em uma trajetória retilínea descrita pela função  $S=20+5t$  (no SI). Determine:

- a posição inicial;
- a velocidade;
- a posição no instante 4s;
- o espaço percorrido após 8s;
- o instante em que o carro passa pela posição 80 metros.

**03.** O gráfico ao lado indica a posição de um móvel no decorrer do tempo, sobre uma trajetória retilínea. Qual a velocidade do móvel.



04. Dada a função de um MRU  $S = 12 - 4t$  (SI), construa o gráfico  $s \times t$ .



### 3 MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

#### 3.1 OBJETIVO:

- Analisar o movimento na simulação.
- Verificar o comportamento velocidade.
- Analisar gráficos e classificar o tipo de movimento.

#### 3.2 INTRODUÇÃO

O movimento uniformemente variado ocorre quando, no movimento, a velocidade se altera logo não será constante. Para que isso ocorra o objeto analisado deverá percorrer distâncias diferentes em tempos iguais

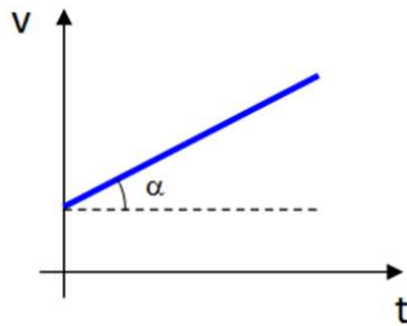
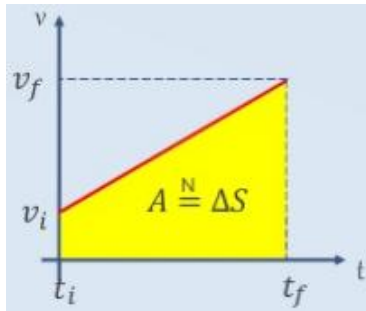
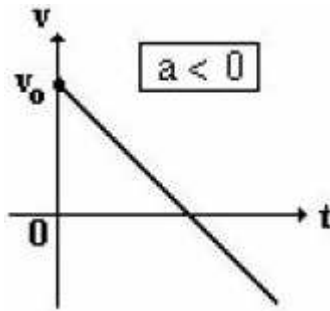
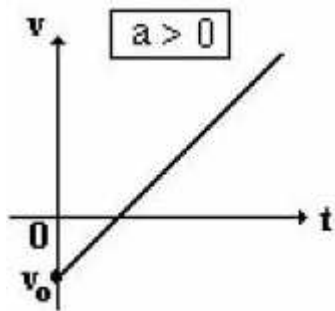
Para aceleração constante temos as funções em função do tempo:

- $S = S_0 + V_0.t + at^2/2$
- $V = V_0 + at$
- $a = \Delta V/\Delta t$

**Graficamente:**

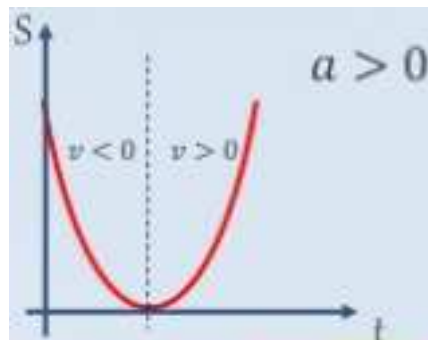
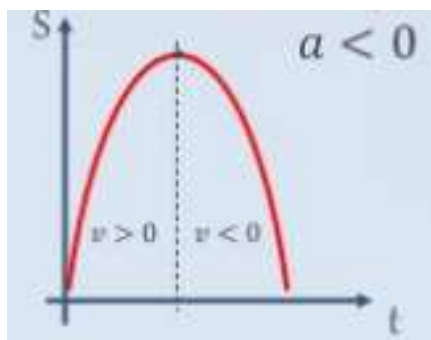
**V x t:**



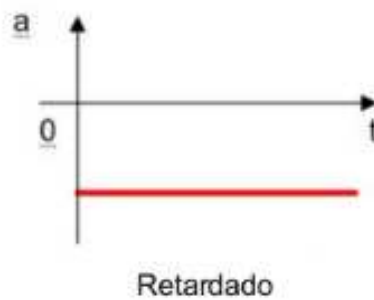
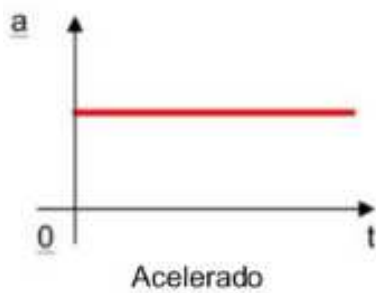


$$\operatorname{tg} \alpha = a$$

S x t:









a x t:



### 3.3 PROCEDIMENTO:

#### 3.3.1 Aceleração negativa.

- Com o *software* ModellusX instalado, abra o arquivo MRUV.

- Aperte o botão  para a simulação começar;
- Aperte no botão  e restaure a aba gráfico , comece a simulação novamente apertando o botão .
- Analise o gráfico e anote a posição inicial, aceleração e a velocidade inicial.  
 $S_0 =$  \_\_\_\_\_  $a =$  \_\_\_\_\_  $V_0 =$  \_\_\_\_\_
- Preencha a tabela 1.1 de acordo com os dados do gráfico exibido na simulação;
- \* Caso necessário aperte em  e mude o tempo para que seja ajustado o movimento  Máx: 10.0000.

**OBS:** Caso não consiga ver os dados pelo gráfico abra a aba tabela  e veja o dado.







**Tabela 1.1**

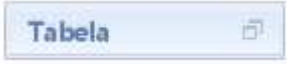
Tempo (s)	Posição Inicial (m)	Posição Final (m)	Velocidade Inicial(m/s)	Velocidade Final (m/s)	Aceleração (m/s <sup>2</sup> )
0		-----		-----	
2					
4					
6					
8					
10					

### 3.3.2. Aceleração Positiva.

- Modifique os parâmetros nos indicadores de nível do espaço inicial, da velocidade inicial e aceleração (aceleração positiva);



- Aperte o botão  para a simulação começar;
- Aperte no botão  e restaure a aba gráfico , comece a simulação novamente apertando o botão ;
- Preencha a tabela 1.2 de acordo com os dados do gráfico exibido na simulação.
- \* Caso necessário aperte em  e mude o tempo para que seja ajustado o movimento  Máx: 10.0000.

**OBS:** Caso não consiga ver os dados pelo gráfico abra a aba tabela  e veja o dado.

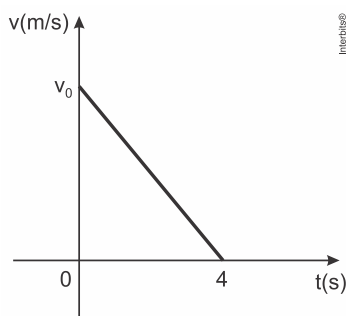
**Tabela 1.2**

Tempo (s)	Posição Inicial (m)	Posição Final (m)	Velocidade Inicial(m/s)	Velocidade Final (m/s)	Aceleração (m/s <sup>2</sup> )
0		-----		-----	
2					
4					
6					
8					
10					

### 3.4 QUESTIONÁRIO:

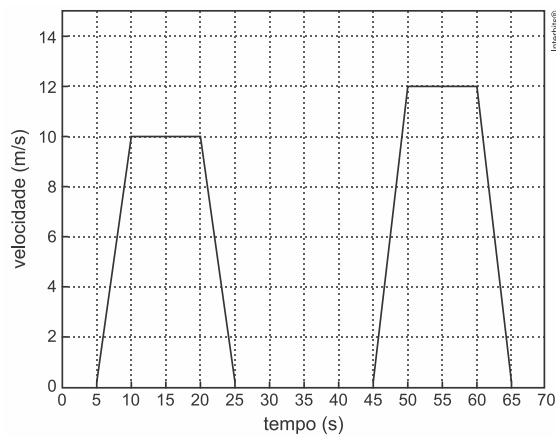
**01.** Qual a principal característica de um movimento uniformemente variado? Qual a classificação do movimento do procedimento 3.1 e 3.2 respectivamente?

**02.** O gráfico representa a variação da velocidade de um automóvel ao frear.



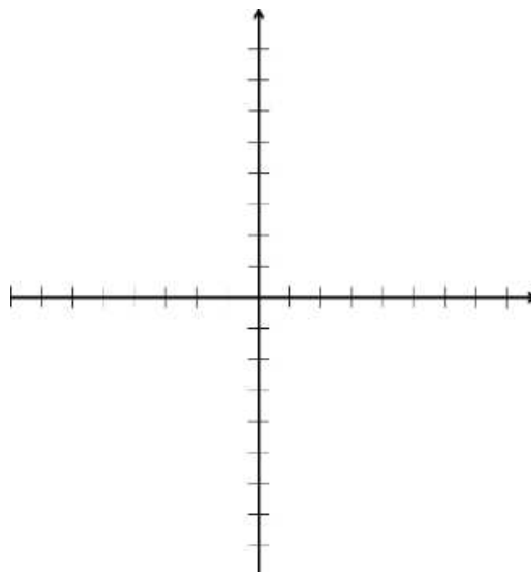
Se nos 4 s de frenagem o automóvel deslocou 40m, então a velocidade, em km/h, em que se encontrava no instante em que começou a desacelerar era de?

**03.** O semáforo é um dos recursos utilizados para organizar o tráfego de veículos e de pedestres nas grandes cidades. Considere que um carro trafega em um trecho de uma via retilínea, em que temos 3 semáforos. O gráfico abaixo mostra a velocidade do carro, em função do tempo, ao passar por esse trecho em que o carro teve que parar nos três semáforos.



A distância entre o primeiro e o terceiro semáforo é de?

**04.** Dada a função de um MRUV  $S = 2 + 3t - t^2$  (SI), construa o gráfico  $s \times t$ .



## 4. QUEDA LIVRE

### 4.1 OBJETIVO:

- Analisar o movimento na simulação.
- Verificar o comportamento velocidade.
- Analisar gráficos e o movimento em diferentes locais.

### 4.2 INTRODUÇÃO:

O movimento de queda livre é um movimento uniformemente variado e ocorre quando, no movimento, a velocidade se altera a partir do abandono de um corpo, logo não será constante. Para que isso ocorra o objeto analisado deverá percorrer distâncias diferentes em tempos iguais. Para o movimento de queda livre a aceleração será a aceleração da gravidade, a única existente no fenômeno observado.

Para aceleração constante temos as funções em função do tempo:

- $S = S_0 + V_0.t + at^2/2 \rightarrow H = gt^2/2$
- $V_y = V_{0y} + gt$

### 4.3 PROCEDIMENTO:

#### 4.3.1 Queda livre na Terra.

- Com o *software* ModellusX instalado, abra o arquivo Queda livre;



- Aperte o botão para a simulação começar;



- Aperte no botão e restaure a aba gráfico, comece a simulação



novamente apertando o botão



- Analise o gráfico e anote a posição inicial (altura), aceleração da gravidade e a velocidade inicial.  $H = \underline{\hspace{2cm}}$   $g = \underline{\hspace{2cm}}$   $V_0 = \underline{\hspace{2cm}}$

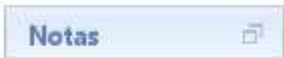
- Preencha a tabela 1.1 de acordo com os dados do gráfico exibido na simulação.

Tabela 1.1




Tempo (s)	Posição Inicial (m)	Posição Final (m)	Velocidade Inicial(m/s)	Velocidade Final (m/s)	Aceleração (m/s <sup>2</sup> )
0		-----		-----	
2					
4					
6					
8					
10					

#### 4.3.2 Queda livre na lua.


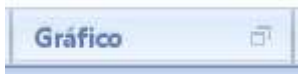

- Modifique os parâmetros nos indicadores de nível do espaço inicial e aceleração;

- Abra a aba de notas  e veja a intensidade da gravidade na Lua a ser modificado nos parâmetros.



\* Caso fique difícil colocar o número correto no indicador de nível, abra a aba modelo

matemático , aperte em  para mudar a aceleração. Aperte em  para modificar a altura.

- Aperte o botão  para a simulação começar.

- Aperte no botão  e restaure a aba gráfico , comece a simulação novamente apertando o botão .

- Preencha a tabela 1.2 de acordo com os dados do gráfico exibido na simulação.

\* Caso necessário aperte em  e mude o tempo para que seja ajustado o movimento  Máx: .

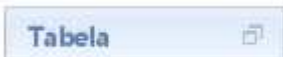
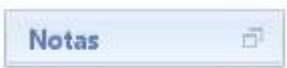
**OBS:** Caso não consiga ver os dados pelo gráfico abra a aba tabela  e veja o dado.




Tabela 1.2

Tempo (s)	Posição Inicial (m)	Posição Final (m)	Velocidade Inicial(m/s)	Velocidade Final (m/s)	Aceleração (m/s <sup>2</sup> )
0		-----		-----	
2					
4					
6					
8					
10					


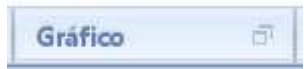

#### 4.3.3. Queda livre em Marte.

- Modifique os parâmetros nos indicadores de nível do espaço inicial e aceleração;


- Abra a aba de notas  e veja a intensidade da gravidade em Marte a ser modificado nos parâmetros.


\* Caso fique difícil colocar o número correto no indicador de nível, abra a aba modelo matemático , aperte em  para mudar a aceleração e aperte em  para modificar a altura.

- Aperte o botão  para a simulação começar;

- Aperte no botão  e restaure a aba gráfico , comece a simulação novamente apertando o botão .

- Preencha a tabela 1.3 de acordo com os dados do gráfico exibido na simulação.

\* Caso necessário aperte em  e mude o tempo para que seja ajustado o movimento .

**OBS:** Caso não consiga ver os dados pelo gráfico abra a aba tabela  e veja o dado.

**Tabela 1.3**

Tempo (s)	Posição Inicial (m)	Posição Final (m)	Velocidade Inicial(m/s)	Velocidade Final (m/s)	Aceleração (m/s <sup>2</sup> )
0		-----		-----	
2					
4					
6					
8					
10					

**4.4. QUESTIONÁRIO:**

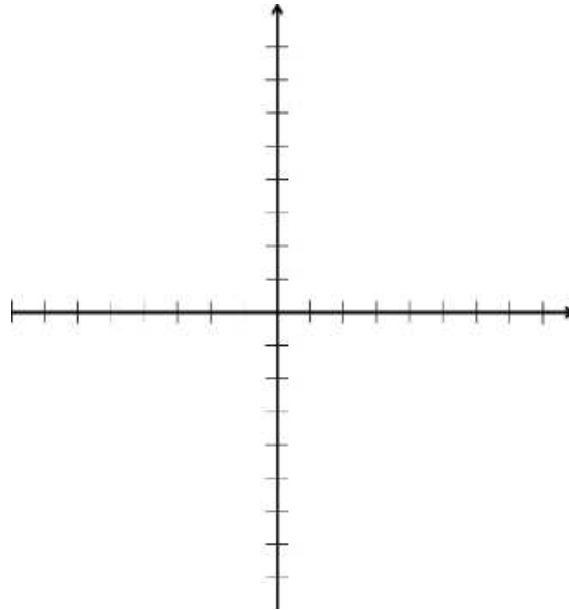
**01.** Qual a principal característica de um movimento uniformemente variado? Qual a diferença nos procedimentos 3.1, 3.2 e 3.3 respectivamente?

**02.** Se jogarmos 3 objetos na mesma altura, porém de massas diferentes, tal que  $m_1 > m_2 > m_3$  em um mesmo ambiente (Terra). Qual objeto chegará ao solo primeiro?

**03.** Se um celular cai da mão de seu dono a uma altura de 1,25m. Em quanto tempo esse celular chegará ao solo? Com qual a velocidade chegará ao chão? (adote  $g = 10\text{m/s}^2$ )



**04.** Construa o gráfico  $s \times t$  da questão anterior.



## **5 LANÇAMENTO OBLÍQUO**

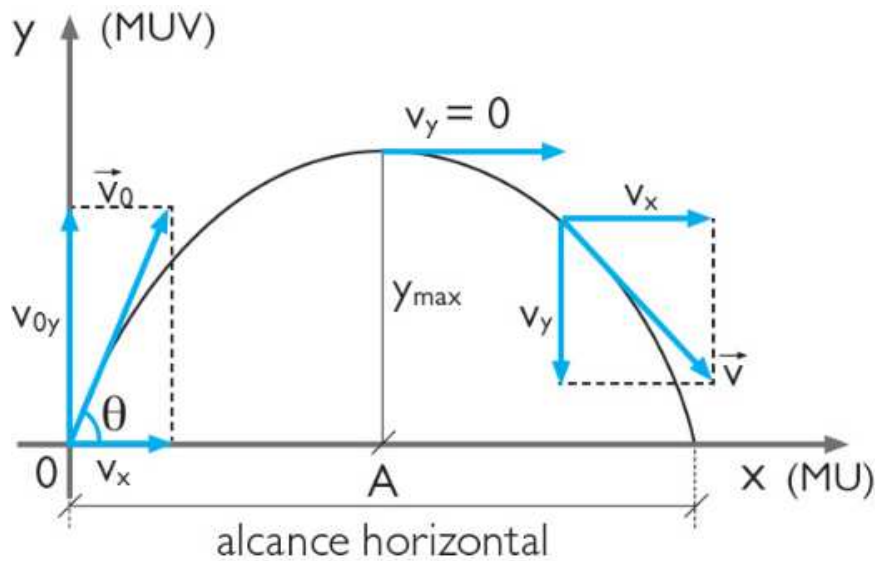
### **5.1 OBJETIVO:**

- Analisar o princípio independência dos movimentos na simulação.
- Verificar o comportamento velocidade nos dois eixos.
- Analisar gráficos e o movimento quanto o ângulo.

### **5.2. INTRODUÇÃO:**

O lançamento oblíquo é composto de dois movimentos: um movimento uniformemente variado no eixo  $y$  e de um movimento retilíneo e uniforme no eixo  $x$ . Para o movimento no eixo  $y$  temos um movimento de lançamento vertical onde a aceleração será a aceleração da gravidade, a única existente no fenômeno observado.

Para haver lançamento oblíquo precisa de uma velocidade inicial formando um ângulo com o eixo  $x$ . Essa velocidade será decomposta nos eixos do plano cartesiano.



Com a decomposição teremos:

$$V_{0y} = V_0 \cdot \sin\theta$$

$$V_{0x} = V_0 \cdot \cos\theta$$

Sabendo que a velocidade no eixo  $y$  no ponto mais alto é zero podemos saber o tempo de subida desse objeto, logo temos:

$$V_y = V_{0y} - g t \rightarrow 0 = V_{0y} - g \cdot t \rightarrow V_{0y} = g \cdot t$$

$$t_s = V_{0y}/g$$

Na vertical utilizando a função de espaço em relação ao tempo na subida podemos saber a altura máxima que o temos:

$$S = S_0 + V_{0y} \cdot t_s - g \cdot t_s^2 / 2$$

$$H_{\max} = V_{0y} \cdot t_s - g \cdot t_s^2 / 2$$

No eixo  $y$ , como no lançamento vertical, o tempo de subida é igual ao tempo de descida.

$t_s = t_d$ , logo o tempo total é:

$$t_T = t_s + t_d$$

No eixo  $x$  temos um MRU, logo podemos saber o alcance que esse objeto poderá alcançar:

$$S = S_0 + v_{0x} \cdot t_T$$


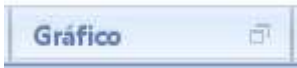

$$A = v_{0x} \cdot t_T$$

### 5.3 PROCEDIMENTO:

#### 5.3.1 Princípio da independência dos movimentos.

- Com o *software* ModellusX instalado, abra o arquivo Lançamento Oblíquo;


- Aperte o botão  para a simulação começar;

- Aperte no botão  e restaure a aba gráfico , comece a simulação novamente apertando o botão .

- Analise o gráfico e anote: a velocidade inicial, a velocidade inicial no eixo x, a velocidade inicial no eixo y e o ângulo formado pelo vetor velocidade inicial e o eixo x.

$v_0 = \underline{\hspace{2cm}}$   $V_{0x} = \underline{\hspace{2cm}}$   $V_{0y} = \underline{\hspace{2cm}}$   $\Theta = \underline{\hspace{2cm}}$


- Preencha a tabela 1.1 de acordo com os dados do gráfico exibido na simulação.



**OBS:** Caso não consiga ver os dados pelo gráfico abra a aba tabela  e veja o dado.







**Tabela 1.1**

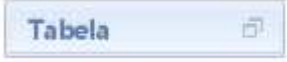
Tempo (s)	Aceleração da gravidade (m/s <sup>2</sup> )	Posição no eixo x (m)	Posição no eixo y(m)	Velocidade no eixo x(m/s)	Velocidade no eixo y(m/s)
0					
2					
4					
6					
8					
10					

#### 5.3.2 Modificando somente o ângulo.

- Modifique o parâmetro no indicador de nível do ângulo .

\* Caso fique difícil colocar o número correto no indicador de nível, abra a aba modelo matemático , aperte em  para mudar o ângulo.

- Aperte o botão  para a simulação começar;
- Aperte no botão  e restaure a aba gráfico , comece a simulação novamente apertando o botão .
- Preencha a tabela 1.2 de acordo com os dados do gráfico exibido na simulação.
- \* Caso necessário aperte em  e mude o tempo para que seja ajustado o movimento .

**OBS:** Caso não consiga ver os dados pelo gráfico abra a aba tabela  e veja o dado.

**Tabela 1.2**

Ângulo	Alcance (m)	Altura máxima (m)	Velocidade no eixo x (m/s)	Velocidade no eixo y (m/s)	Aceleração (m/s <sup>2</sup> )
30					
60					
20					
70					
80					
10					

#### 5.4 QUESTIONÁRIO:

01. No procedimento 3.1 qual a altura máxima atingida e qual o alcance máximo atingido?
02. No procedimento 3.1 existe velocidade na altura máxima? Justifique sua resposta.
03. No procedimento 3.2 o que pode ser observado quando os ângulos são correspondentes?
04. Ao bater um tiro de meta, um goleiro imprime à bola uma velocidade de módulo  $v_0 = 25$  m/s inclinada de um ângulo  $\theta$  com a horizontal, tal que  $\sin \theta = 0,8$  e  $\cos \theta = 0,6$ . Admita que no local a resistência do ar seja desprezível e adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Supondo que a bola retorne ao solo sem ser interceptada por qualquer jogador, determine:

- a) a altura máxima ( $H_{\text{máx}}$ ) atingida por ela;
- b) a velocidade da bola no ápice do voo;
- c) o seu tempo total de voo ( $t_T$ );
- d) o seu alcance horizontal ( $A$ ).

## 6 SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO

De fato, a atividade sugerida é longa e exige um planejamento e implementação de algumas semanas; pode ser interessante que o educador deixasse exposto em seu plano anual. O docente poderá dar nota como Nota de trabalho, ou até mesmo, Avaliação Parcial da terceira etapa, se não fosse possível considerar que 40% da nota de Avaliação Parcial da referida a terceira etapa e 60% da nota de Avaliação Parcial da quarta etapa da prova de Física, dependendo do tempo que cada escola distribui o seu ano letivo.

A atividade sugerida é que fosse criado um relatório contendo os tópicos de objetivo, fundamentação teórica, procedimento, questionário, considerações finais e referências.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do laboratório virtual utilizando o *software* Modellus demonstrou-se uma ferramenta eficaz para o ensino dos conceitos de cinemática no Ensino Médio. A implementação das simulações permitiu aos alunos uma visualização clara e interativa dos fenômenos estudados, facilitando a compreensão e a retenção dos conteúdos abordados.

A resposta positiva dos alunos, refletida tanto no engajamento durante as aulas quanto nos resultados das avaliações, indica que o uso de recursos tecnológicos pode ser um importante aliado no processo de ensino-aprendizagem, especialmente em disciplinas que exigem a abstração de conceitos complexos, como é o caso da Física

As simulações de Movimento Retilíneo Uniforme, Movimento Uniformemente Variado, Queda Livre e Lançamento Oblíquo permitiram aos alunos observar os efeitos das variáveis envolvidas em cada tipo de movimento, promovendo um aprendizado mais dinâmico e eficaz. Para trabalhos futuros, sugere-se a inclusão de outros tópicos de Física, como dinâmica e Termodinâmica, bem como a adaptação do material para outros níveis de ensino. Além disso,

a criação de um portal online onde os professores possam compartilhar experiências e melhorias no uso do *software* pode enriquecer ainda mais o projeto.

Agradecemos a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial aos alunos e professores envolvidos nas simulações e à CAPES pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. R. **Física Básica**. 3. ed. São Paulo: Editora Universitária, 2018.

GASPAR, A. **Física**: volume 1. 2. ed. São Paulo: Editora Scipione, 2019.

MODELLUS. **Modellus**: software para a aprendizagem de Física. Disponível em: <https://Modellus.pt>. Acesso em: 01 jul. 2024.

PIAGET, J. **Psicologia e Pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense, 1972.

SOUSA, T. G. de. **Laboratório Virtual**: método pedagógico no ensino de física utilizando o software Modellus. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal do Ceará, Polo 43, 2024. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1Zi9JWKpoQpq5HqTRZsMM9SOwfbUnb3M2?usp=sharing>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física: Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Fortaleza, 2024.