INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CAMPUS NATAL – CENTRAL / DIRETORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Valesca Taciele Oliveira da Silva

Sequência didática para o ensino da cinemática escalar, usando o software modellus:

um estudo sobre o MRU, MRUV, queda livre e lançamento vertical para cima

Natal
2023

Valesca Taciele Oliveira da Silva

Sequência didática para o ensino da cinemática escalar, usando o software modellus:

um estudo sobre o MRU, MRUV, queda livre e lançamento vertical para cima

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

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

Natal
2023

Sequência didática para cinemática escalar, usando o software modellus: um estudo sobre o MRU, MRUV, queda livre e lançamento vertical para cima

Valesca Taciele Oliveira da Silva

Orientador: Prof. Dr. Antônio Marques dos Santos

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

Aprovada por:

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

Profª Maria das Graças Dias da Silva, D. Sc. - Examinador Externo
UERN Campus Mossoró

Prof. Edemerson Solano Batista de Morais, D. Sc. - Examinador Interno
IFRN Campus Natal Central

Silva, Valesca Taciele Oliveira da.
S586s Sequência didática para o ensino da cinemática escalar, usando o software modellus : um estudo sobre o MRU, MRUV, queda livre e lançamento vertical para cima / Valesca Taciele Oliveira da Silva. – 2023.
139 f. : il. color.

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

1. Cinemática escalar. 2. Ensino de Física. 3. Software modellus. 4. Aprendizagem significativa. I. Título.

CDU: 531.1:37

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

Ao meu pai, Manuel Clementino, a minha mãe, Altanira Neves, e ao meu irmão, Leandro Oliveira (*in memorian*), com muito amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por toda proteção, e, principalmente, por me presentear todos os dias com a dadiva da presença dos meus Pais em minha vida.

Aos meus Pais, Manuel Clementino e Altanira Neves, por todo amor, sacrifício, apoio, incentivo e compreensão nos momentos de minha ausência. Sem vocês, nada disso seria possível, minha eterna força diária!

Aos meus irmãos, Vanessa, Willemberg, Vandeberg e Leandro (*in memorian*) que sempre me apoiaram, incentivaram e estiveram do meu lado principalmente nos momentos mais difíceis.

Ao meu sobrinho, Victor Hugo, que mesmo tão pequeno - por muitas vezes - me alegrou e me deu forças em dias difíceis, com seu amor, brincadeiras e companhia, que quando não podia lhe dar tanta atenção, compreendia e insistia em ficar no quarto comigo me observando e brincando em silêncio.

A minha cunhada, Jaine Morais, pelo incentivo nos dias certo e nas horas certa.

A Dilson Fernandes (*in memorian*) e Maria Oneide por terem me acolhido tão bem em sua residência na capital, no início do curso.

As minhas colegas de curso, Maria Heloísa e Lidiane Matos, por todos os momentos de união, incentivo e descontração.

Ao meu orientador, Antônio Marques, pela dedicação e paciência.

Ao professor, Raimundo Nonato, por ter me incentivado a participar da seleção e principalmente por sempre acreditar em meu potencial.

Aos alunos do Colégio Objetivo, que participaram de forma ativa na aplicação do produto educacional e contribuíram para a conclusão do trabalho.

Aos professores do MNPEF, por todo conhecimento compartilhado.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF), pela fundação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). E à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – código de financiamento 001, pelo fomento ao (MNPEF) durante todo o período de formação.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram e me apoiaram nessa jornada, deixo aqui minha eterna gratidão!

RESUMO

Trazemos, nesta dissertação, o desenvolvimento e aplicação de um produto educacional direcionado para o ensino de cinemática escalar. Assim, considerando a demanda pela busca de alternativas metodológicas, compatíveis com as novas formas de ensinar e aprender, o presente trabalho tem como finalidade propor uma sequência didática, que foi desenvolvida sob a perspectiva da metodologia de sala de aula invertida e a aprendizagem significativa de David Ausubel, com objetivo de potencializar o processo de ensino e aprendizagem, de alguns conteúdos da cinemática escalar, sendo eles: Movimento Retilíneo Uniforme – MRU, Movimento Retilíneo Uniformemente Variável – MRUV, Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima, utilizando o software Modellus. Foram desenvolvidos quatro simuladores, e em consonância a eles três questionários de diagnósticos iniciais, e três roteiros de aplicação, um para o simulador 1 – MRU, outro para o simulador 2 – MRUV e outro para os simuladores 3 e 4 – Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima, além de um questionário de satisfação. Os questionários de diagnósticos iniciais, satisfação e roteiros de aplicação, foram ferramentas essenciais, na testagem da eficácia do produto educacional. Os resultados apontaram que a proposta gerou ganhos significativos, pois além de motivados através do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação - TIC's, a utilização da sala de aula invertida permitiu que os protagonistas em questão fossem os próprios estudantes, ou seja, os alunos tornaram-se sujeitos ativos ao longo de todo processo.

Palavras-chave: Cinemática Escalar, Software Modellus, Simulação Computacional, Sala de aula invertida, Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

ABSTRACT

In this dissertation we present the development and application of an educational product aimed at teaching scalar kinematics. Thus, considering the demand for the search for methodological alternatives, compatible with the new ways of teaching and learning, the present work aims to propose a didactic sequence, which was developed from the perspective of the flipped classroom methodology and the significant learning of David Ausubel, in order to enhance the teaching and learning process of some content of scalar kinematics, namely: Uniform Rectilinear Motion - MRU, Uniformly Variable Rectilinear Motion - MRUV, Free Fall, and Vertical Upward Throw, using the Modellus software. Four simulators were developed, and in line with them, three initial diagnostic questionnaires, and three application scripts, one for simulator 1 - MRU, another for simulator 2 - MRUV, and another for simulators 3 and 4 - Free Fall and Vertical Upward Throw, as well as a satisfaction questionnaire. The initial diagnostic and satisfaction questionnaires, as well as the application scripts, were essential tools in testing the effectiveness of the educational product. The results indicated that the proposal generated significant gains, because besides being motivated through the use of ICT's, the use of the flipped classroom allowed the protagonists in question to be the students themselves, that is, the students became active subjects throughout the process.

Keywords: Scalar kinematics, modellus software, computer simulation, flipped classroom, David Ausubel's meaningful learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Relação entre Atividade Prática, Atividade Laboratorial, Atividade de Campo e Atividade Experimental - Atividade prático-experimental 20

Figura 02: Etapas do modelo de sala invertida 25

Figura 03: Marco quilométrico de um ônibus em uma rodovia 27

Figura 04: Representação de um sistema de referência 27

Figura 05: Trajetória de uma bola de futebol em um chute 28

Figura 06: Deslocamento de um corpo ao longo de uma trajetória retilínea 28

Figura 07: Em a, temos a representação gráfica dos movimentos progressivo e retrógrado. E em b, temos respectivamente a representação do MU para velocidade negativa e positiva 32

Figura 08: Em a, temos a representação gráfica para o MRUV. E em b, temos sua interpretação 34

Figura 09: Em a, temos a representação gráfica do MRUV. E em b, temos sua interpretação 35

Figura 10: Em a, temos a representação gráfica do MRUV. E em b, temos sua interpretação 36

Figura 11: Em a, temos a representação do movimento de queda livre. E em b, temos a representação do movimento de lançamento vertical para cima 37

Figura 12: Instantâneo da inicialização da versão X 0.5.04 do modellus 40

Figura 13: Interface gráfica do software Modellus X 0.5.04 40

Figura 14: Interface gráfica do Simulador 1 “Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)” 43

Figura 15a: Instantâneo da janela de Modelo Matemático do simulador 1 (1ªpossibilidade) 44

Figura 15b: Instantâneo da janela de Modelo Matemático do simulador 1 (2ª possibilidade) 44

Figura 16: Janela principal onde ocorre a simulação 1 45

Figura 17: Interface gráfica do Simulador 2 “Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)” 45

Figura 18: Instantâneo da janela de Modelo Matemático do simulador 2 46

Figura 19: Janela principal onde ocorre a simulação 2 47

Figura 20: Interface gráfica do Simulador 3 “Queda Livre” 47

Figura 21: Instantâneo da janela de Modelo Matemático do simulador 3 48

Figura 22: Janela principal onde ocorre a simulação 3 49

Figura 23: Interface gráfica do Simulador 4 “Lançamento Vertical” 50
Figura 24: Instantâneo da janela de Modelo Matemático do simulador 4 50
Figura 25: Janela principal onde ocorre a simulação 4 51
Figura 26: Momento de aplicação do diagnóstico inicial referente ao MRU 55
Figura 27: Momento de aplicação do Simulador 1 - MRU 56
Figura 28: Momento de aplicação do Simulador 12 - MRUV 57
Figura 29a: Professor mediando a aula-prático experimental 58
Figura 29b: Estudantes fazendo análise de dados do simulador 2 58
Figura 30a: Estudantes fazendo análise de dados do simulador 3 59
Figura 30b: Estudantes fazendo análise de dados do simulador 4 59
Figura 31: Aplicação do Questionário de Satisfação 60

LISTA DE TABELAS , GRÁFICOS E QUADROS

TABELA 1 - Breve resumo de funcionalidade das principais ferramentas que compõem a Interface gráfica do software Modellus X 0.5.04. 41

GRÁFICO 1 - Número de erros e acertos por questão referente ao diagnostico inicial do MRU 62
GRÁFICO 2 – Questão 1 referente ao roteiro de aplicação do MRU 63
GRÁFICO 3 – Questão 2 referente ao roteiro de aplicação do MRU 63
GRÁFICO 4 – Questão 3 referente ao roteiro de aplicação do MRU 64
GRÁFICO 5 – Questão 4 referente ao roteiro de aplicação do MRU 64
GRÁFICO 6 - Número de erros e acertos por questão referente ao diagnostico inicial do MRUV 65
GRÁFICO 7 – Questão 1 referente ao roteiro de aplicação do MRUV 66
GRÁFICO 8 – Questão 2 referente ao roteiro de aplicação do MRUV 66
GRÁFICO 9 - Número de erros e acertos por questão referente ao diagnóstico inicial do QL e LV 67
GRÁFICO 10 – Questão 1 referente ao roteiro de aplicação da QL e LV 67
GRÁFICO 11 – Questão 1 referente ao roteiro de aplicação da QL e LV 68
GRÁFICO 12 – Pesquisa de satisfação (questões fechadas) 69

QUADRO 1 – Estrutura da sequência didática 54
QUADRO 2 – Pesquisa de satisfação (questão 5) 69

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	**14**
2	**FUNDAMENTOS TEÓRICOS E REVISÃO DA LITERATURA**	**16**
2.1	AS TIC'S APLICADAS AO ENSINO DE FÍSICA	16
2.2	ATIVIDADES PRÁTICO-EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA	18
2.3	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E METODOLOGIAS ATIVAS	21
2.4	METODOLOGIAS ATIVAS: SALA DE AULA INVERTIDA	24
2.5	CONCEITOS BÁSICOS SOBRE CINEMÁTICA ESCALAR	26
3	**PRODUTO EDUCACIONAL**	**38**
3.1	APRESENTAÇÃO	38
3.2	O SOFTWARE MODELLUS	39
3.3	OS SIMULADORES COMPUTACIONAIS	42
3.3.1	**Simulador 1: Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)**	**42**
3.3.2	**Simulador 2: Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)**	**45**
3.3.3	**Simulador 3: Queda Livre**	**47**
3.3.4	**Simulador 4: Lançamento Vertical para Cima**	**49**
3.4	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	51
4	**APLICAÇÃO DO PRODUTO**	**54**
4.1	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	55
5	**RESULTADOS E DISCUSSÕES**	**60**
5.1	ANÁLISE DOS RESULTADOS	61
6	**CONSIDERAÇÕES FINAIS**	**72**
	REFERÊNCIAS	**73**
	APÊNDICE A – DIAGNÓSTICOS INICIAIS	**77**
	APÊNDICE B – ROTEIROS DE APLICAÇÃO DO PRODUTO	**86**
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO	**95**
	APÊNDICE D - PRODUTO EDUCACIONAL	**100**

1 INTRODUÇÃO

O cenário pandêmico vivenciado, nos últimos anos, decorrente da COVID-19, foi desafiador, parou o mundo e ao mesmo tempo ampliou em nível mundial a importância da tecnologia em nosso cotidiano, principalmente, no âmbito educacional. Sem os avanços tecnológicos não teria sido possível o ensino remoto e o ensino híbrido.

Assim como a tecnologia, a educação é um campo do conhecimento em contínua construção, sendo necessário uma constante atualização do fazer docente. Nesse sentido, pode-se perceber que o progresso tecnológico é capaz de impactar, positivamente, o processo de ensino e aprendizagem, favorecendo assim o trabalho docente. Mas, como bem destaca Viscone et al (2015), para que isso aconteça, faz-se necessário a elaboração e utilização de estratégias de ensino, que levem em conta os avanços tecnológicos e as novas formas de ensinar e aprender, ou seja, propõe-se que o docente não seja um mero utilizador das tecnologias disponíveis, mas que tenha um papel ativo em construir e experimentar juntamente com seus alunos, garantindo, dessa forma, uma maior interação entre professores e aluno.

O espaço escolar tem deixado de ser atrativo para nossos estudantes, o que acaba causando desinteresse (ROCHA et al, 2014). Dentre as causas para essa falta de atratividade, encontram-se, principalmente, o despreparo e desmotivação dos professores e alunos, a carência de recursos, infraestrutura para as escolas e a escassez de materiais educacionais compatíveis com novas formas de aprender e ensinar, especialmente, no que se refere às tecnologias digitais (BRASIL, 2000).

No Ensino de Física, por exemplo, as metodologias adotadas ainda recaem diretamente ao ensino tradicional, um ensino pautado em decorar fórmulas e resolver extensas listas de exercícios, no qual excluí à ação ativa do estudante e o limita a desenvolver a capacidade de descobrir e explorar (VISCONIVI et al, 2015).

Ao longo dos anos, pesquisadores vêm buscando alternativas metodológicas que possam auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. Mas, segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006), essa busca por mudanças - nas práticas educacionais - acaba se esbarrando na falta de materiais didáticos.

Se essa realidade não mudar, é provável que o Brasil seja conduzido aos mesmos resultados insatisfatórios que se observam, por exemplo, nas avaliações como o PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos). A avaliação de 2018 revelou que o desempenho dos nossos estudantes, em

Ciências, tem permanecido, praticamente, no mesmo patamar desde 2006, ficando atrás de vários países da América Latina, como Argentina, Peru, Colômbia e Costa Rica (PISA, 2019).

Nesse sentido, é importante considerar, por exemplo, a necessidade do corpo docente incorporar em suas práticas pedagógicas, atividades que possam estimular o aluno a construir e associar conhecimentos, de forma que ele tenha interesse naquilo que lhe é apresentado. Isto é, não basta apenas que as escolas incluam tais práticas em seus currículos. É necessário colocá-las em práxis.

A fim de minimizar as dificuldades existentes no processo de ensinar e aprender, Pereira e Moreira (2017), consideram as atividades prático-experimentais como sendo atividades essenciais no Ensino de Física.

Diante disso, o docente pode dar sua contribuição ao utilizar a tecnologia aliada à prática experimental. Visto que os próprios Parâmetros Curriculares Nacional (PCNs) orientam, como proposta curricular, o desenvolvimento de habilidades por meio da aplicação da teoria na prática, com foco na busca em enriquecer a vivência da ciência na tecnologia. Pois para tal documento, a prática experimental no ensino de ciências precisa ser contextualizada. Segundo este documento:

> Para o aprendizado científico, matemático e tecnológico, a experimentação, seja ela de demonstração, seja de observação e manipulação de situações e equipamentos do cotidiano do aluno e até mesmo a laboratorial, propriamente dita, é distinta daquela conduzida para a descoberta científica e é particularmente importante quando permite ao estudante diferentes e concomitantes formas de percepção qualitativa e quantitativa, de manuseio, observação, confronto, dúvida e de construção conceitual. A experimentação permite ainda ao aluno a tomada de dados significativos, com as quais possa verificar ou propor hipóteses explicativas e, preferencialmente, fazer previsões sobre outras experiências não realizadas (PCN Ensino Médio, 1999, p.52-53).

Dessa forma, considerando a demanda pela busca de alternativas metodológicas, compatíveis com as novas formas de ensinar e aprender, procuramos desenvolver ao longo do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, dentro do programa de Pós-graduação do Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, *Campus* Natal Central, um conjunto de simuladores e uma sequência didática na qual propõe que o aluno tenha um papel ativo, e a curiosidade aguçada, por meio de um recurso didático tecnológico desenvolvido para auxiliá-lo no processo de ensino e aprendizagem do MRU, MRUV, queda livre e lançamento vertical para cima.

Para elaboração dos simuladores computacionais utilizamos o Software Modellus. A fundamentação pedagógica e sequência didática, teve como embasamento teórico a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e a metodologia ativa da sala de aula invertida.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS E REVISÃO DA LITERATURA

2.1 AS TIC'S APLICADAS AO ENSINO DE FÍSICA

Segundo Oliveira *et al* (2018), a tecnologia surgiu com intuito de favorecer e facilitar processos da vida humana, em diversas áreas, dentre elas o campo educacional. Assim sendo, o uso da tecnologia está, cada vez mais, presente no cotidiano dos alunos e professores. Visconi *et al* (2015, p. 857-858) destaca que:

> Essas novas tecnologias surgem para auxiliar o tradicional quadro negro. No entanto, faz-se necessário a elaboração e utilização de estratégias de ensino, garantindo uma maior interação entre professor e alunos. Neste sentido, propõe-se que o professor não seja um mero utilizador das tecnologias disponíveis, mas que tenha um papel ativo em construir e experimentar juntamente com seus alunos.

Ao inserir a tecnologia, em sala de aula, por meio de uma aula prática, por exemplo, o professor terá mais chances de despertar curiosidade nos alunos, bem como, a interação entre eles. Uma vez que, uma aula atrativa, com explicações mais acessíveis e eficazes, potencializa uma melhora no aprendizado, podendo trazer muitos benefícios para o processo formativo.

Assim, a incessante evolução tecnológica passa a exigir do professor, habilidades que necessitam de constância em seu processo de qualificação profissional. Além disso, é importante destacar que para o aprendizado se tornar sinônimo de prazer, é necessário que a sala de aula seja um ambiente dinâmico, interessante, motivador e de construção do conhecimento.

Diante disso, o docente pode dar sua contribuição ao utilizar a tecnologia aliada à prática experimental. Visto que os próprios Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) orientam como proposta curricular, o desenvolvimento de habilidades, por meio da aplicação da teoria na prática, com foco na busca em enriquecer a vivência da ciência na tecnologia.

De acordo com Moreira et al (2018), o avanço das tecnologias tem influenciado no espaço escolar e ao mesmo tempo tem possibilitado novas abordagens de conceitos da Física de forma interativa (MOREIRA et al, 2018). Durante uma busca realizada em periódicos nacionais e internacionais de interesse da pesquisa (Caderno brasileiro de Ensino de Física, Revista brasileira de Ensino de Física, Ciência e Educação, Pesquisa em Educação em Ciências, Investigação em Ensino de Ciências, Revista brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Revista do Instituto Geogebra de São Paulo e Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias) verificou-se que, nos últimos 10

anos, diversos autores vêm trabalhando de forma diversificada com as tecnologias educacionais no Ensino de Física.

Grande parte desses autores fazem uso de Tecnologias da Informação e Comunicações (TIC'S) como, aplicativos e jogos para smartphones, vídeos, imagens animadas (GIF's) e softwares educacionais (PHET, GeoGebra ,TRACKER, Web, Ansys-CFX12.1) como ferramentas para desenvolver ambientes virtuais que permitem o desenvolvimento de atividades prático-experimentais, por meio da exploração de fenômenos físicos de forma interativa (COSTA et al, 2021; FERREIRA et al, 2020; PAULA, 2017; SANTOS et al, 2016; MONTEIRO, 2016; SOARES et al, 2015; FONSECA et al, 2013; PAULA & TALIM, 2012; SOUZA et al, 2012; CARDOSO & DICKMAN, 2012; MACEDO et al, 2012; ROCHA & SILVEIRA, 2012; COSTA et al, 2012; FIGUEIRA, 2011).

Um outro software educacional que vem sendo bastante explorado, no Ensino de Matemática, e pode ser adaptado ao Ensino Física, é o software Modellus. Um software computacional gratuito, dinâmico, intuitivo e estruturado para ser utilizado em atividades *online* ou *off-line*. O software de modelagem Modellus, exige que os usuários (alunos e professores) descrevam modelos físicos, analisados pelo uso de modelos matemáticos diversos, definidos a partir de funções do 1° e 2° graus, ou, a partir de equações diferenciais, todas escritas de forma direta (com exceção das equações diferenciais), ou seja, como se escreve no caderno, dispensando uma codificação de linguagem de programação (JUNIOR, 2011).

Apesar do software Modellus ainda ser pouco difundido no ensino de Física, é possível perceber que alguns autores já vêm tomando a iniciativa e desenvolvendo excelentes trabalhos com essa ferramenta tecnológica. Araújo (2015), por exemplo, buscando integrar o uso de simulador computacional ao ensino da Cinemática, elaborou uma unidade didática "Modelando com Modellus" que busca orientar professores na produção de aulas com interatividade digital para os conteúdos da Cinemática unidimensional e bidimensional.

Já Gonçalves (2018), desenvolveu um manual para criação de simulações computacionais, usando o software educacional Modellus como ferramenta didática para o ensino de oscilações harmônicas. Na mesma perspectiva, Amorim e Santos (2019), com intuito de inovar a maneira de como os assuntos são apresentados aos alunos, diferenciando-se do método tradicional quadro/giz, desenvolveram algumas simulações, através do Modellus, a respeito de alguns tópicos de Cinemática aplicados no ensino de Física para o Ensino Médio.

E enquanto Sobrinho (2020), desenvolveu simulações computacionais, utilizando o Modellus para auxiliar no ensino do Movimento Retilíneo Uniforme nas aulas de Física na Educação de Jovens

e Adultos. Wagner (2020), elaborou uma proposta de sequência didática para trabalhar conceitos relacionados à Cinemática e Dinâmica, em especial, as Leis de Newton, através da modelização no primeiro ano do Ensino Médio.

Dessa forma, como pode ser observado é fácil perceber que essa tecnologia também pode ser utilizada como ferramenta no desenvolvimento de materiais didáticos para atividades práticas experimentais.

2.2 ATIVIDADES PRÁTICO-EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA

Atividade é um termo que embora pareça simples acaba, muitas vezes, sendo alvo de confusões conceituais, principalmente, quando se trata de distinguir suas modalidades e categorias. Segundo Leontiev (1978), atividade é uma unidade molar, isto é, uma unidade de vida mediada pelo reflexo psicológico. Um sistema estruturado, no qual, tem a função de orientar o sujeito no mundo objetivo, ou seja, em poucas palavras, temos que atividade nada mais é do que a forma como o homem se orienta no mundo dos objetos, possuindo como característica básica a objetividade.

Para isso, temos as atividades prática e a teórica. A atividade prática é aquela que lida diretamente com os objetos, isto é, quando ocorre a participação ativa diretamente com a essência. Já atividade teórica é quando ocorre o oposto, ou seja, quando não se tem a participação ativa e contato direto, lida com as propriedades dos objetos, uma espécie de contato mental. Dessa forma, temos que atividade teórica acaba sendo generalizações da atividade prática. Para tanto, uma confusão conceitual geralmente é evidenciada no que diz respeito aos conceitos das modalidades de atividades, seja ela Atividade Prática (AP), Atividade Laboratorial (AL), Atividade de Campo (AC) ou Atividade Experimental (AE), isso ocorre principalmente na hora de distinguir Atividade Prática (AP) das demais modalidades, uma vez que, muitas vezes o termo (AP) acaba sendo interpretado como sendo sinônimo de (AL), (AC) e (AE).

Assim, para entendermos melhor temos a contribuição de Dourado (2001), que ao tratar o conceito de Atividade Prática (AP) como um conceito mais geral, enfatiza que se enquanto recurso didático a Atividade Prática engloba todas as atividades em que o estudante esteja diretamente envolvido como sujeito ativo, sendo esse envolvimento do tipo psicomotor, cognitivo ou afetivo, significa dizer que este termo é mais abrangente e pode incluir outros tipos de atividades, que dentre elas podemos citar como exemplo, as modalidades Atividade Laboratorial (AL) e a Atividade de Campo (AC). Que geralmente são as mais utilizadas no meio acadêmico para categorizar a Atividade Prática.

A primeira categoria “Atividade Laboratorial (AL)”, inclui atividades que requerem a utilização de materiais de laboratórios, mais ou menos convencionais, e que podem ser realizadas num laboratório ou mesmo numa sala de aula normal, desde que não sejam necessárias condições especiais, nomeadamente de segurança, para a realização das atividades (DOURADO, 2001, p. 14).

Já a segunda categoria, isto é, “Atividade de Campo (AC)” é definida por Leite (2001), como sendo aquela cujo desenvolvimento se dá ao ar livre, naturalmente, onde os fenômenos acontecem ou existem. Para tanto, é fácil perceber que para diferenciar uma categoria da outra, basta utilizar como critério de diferenciação o local onde estas atividades são realizadas.

É importante ressaltar, que Atividade Prática (AP) não se limita apenas às Atividades Laboratoriais (AL) e Atividades de Campo (AC), pois são vastas as atividades em que ocorre a participação ativa do estudante. De acordo com Leite (2001), também são consideradas Atividades Práticas (AP): a pesquisa de informação em diferentes fontes, o desenho de uma estratégia de resolução de problemas, atividades de resolução de problemas de papel e lápis, de pesquisa de informação na biblioteca ou na internet, de utilização de simulações informáticas, etc. Uma outra modalidade que também acaba sendo alvo de confusões conceituais é à Atividade Experimental (AE), em que os termos “experimental” e “experiência” muitas vezes são confundidos e considerados inadequadamente como sendo Atividade Experimental (AE), gerando interpretações errôneas que se não classificadas corretamente e conduzem ao fato de que qualquer experiência possa ser considera como sendo Atividade Experimental (AE) (DOURADO, 2001).

Para esclarecer melhor, Leite (2001) destaca que é considerada Atividade Experimental (AE) somente as atividades em que envolvam controle e manipulação de variáveis. Logo, é importante alertar-se ao fato de que nem sempre as experiências realizadas nas escolas, podem ser classificadas como Atividades Experimentais (AE). Assim, diante do exposto podemos perceber que uma Atividade Prática (AP) também pode ser considerada uma Atividade Experimental (AE), desde que haja o controle e a manipulação de dados por parte dos estudantes.

Ou seja, embora cada categoria de (AP) tenha seu valor didático particular, conceituar ou categorizar a mesma em (AL), (AC) ou (AE) não significa dizer que ambos atuem de forma independente. Dessa forma, de acordo com Dourado (2001), se (AP) corresponde a um território mais amplo que inclui todos os outros tipos de atividade, verifica-se que embora existam territórios específicos para (AL), (AC) e (AE), eles não são exclusivos.

Logo, temos que as (AL), assim como as (AC), podem ou não ser consideradas experimentais. Isso ocorre por que o critério utilizado na distinção dos diferentes conceitos não é da mesma natureza,

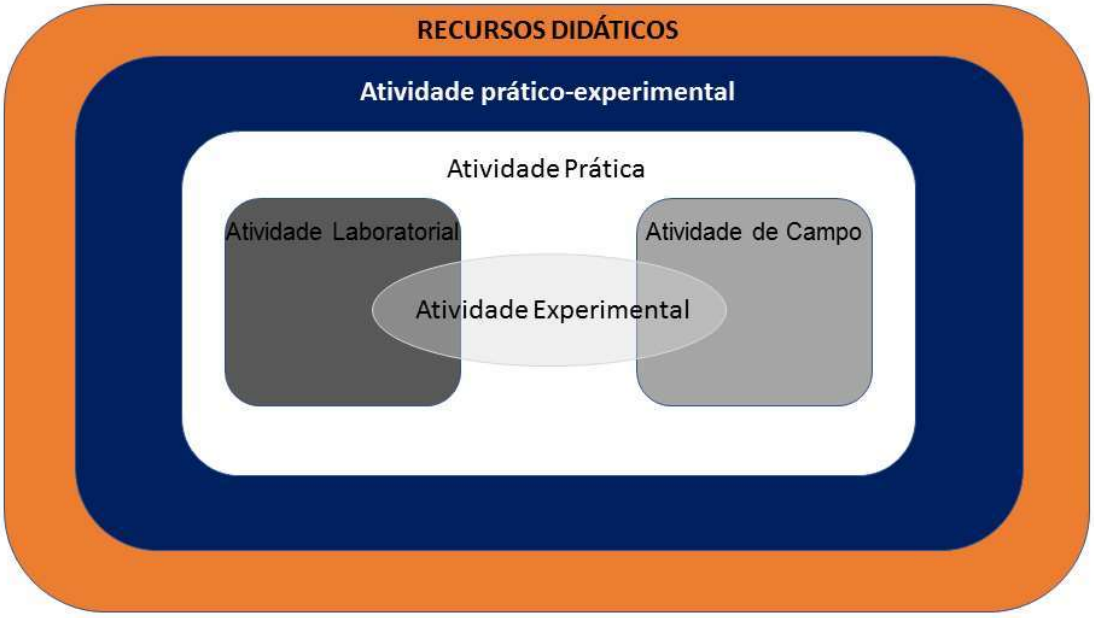
o que conduz a que, entre eles, não ocorram situações de absoluta exclusão" (DOURADO, 2001, p.15).

Em uma pesquisa recente Pereira e Moreira (2017), também se dedica a esclarecer e conceituar os termos (AP), (AL), (AC) e (AE). Consideram esses termos como polissêmicos e seguem a mesma linha de conceituação apresentada aqui, porém defendem a utilização de um termo mais adequado para caracterização dessas modalidades de atividade.

> Consideramos, em termos pedagógicos, mais adequada a utilização da expressão atividade prático-experimental para caracterizar as atividades realizadas no contexto de ensino de ciências, uma vez que nesse contexto nem o professor e nem o estudante desempenham o papel de um cientista, tampouco detém de todo o background necessário ao desenvolvimento de um experimento tal como um cientista em seu laboratório (PEREIRA; MOREIRA, 2017, p.268).

Sendo assim, a expressão "atividade prático-experimental" é um termo mais atual utilizado para caracterizar, enquanto recurso didático, as atividades realizadas no contexto de ensino de ciências, isto é, (AP), (AL), (AC) e (AE). Assim, no esquema abaixo podemos verificar a relação existente entre as modalidades de atividades apresentadas até aqui.

Figura 01: Relação entre Atividade Prática, Atividade Laboratorial, Atividade de Campo e Atividade Experimental - Atividade prático-experimental



Fonte: Adaptada pelo autor (2022).

Além disso, dentre as atividades prático-experimentais temos as atividades prático-experimentais reais e as atividades prático-experimentais virtuais. A atividade prático-experimental real é aquela em que ocorre a participação ativa do estudante diretamente com a essência, envolvendo o controle e a manipulação de variáveis.

Já a atividade prático-experimental virtual, é aquela que permite a análise de fenômenos físicos semelhante a anterior, isto é, permite a participação ativa do estudante no controle e manipulação de variáveis, a diferença é que ele não tem o contato diretamente com a essência, ou seja, o controle e a manipulação de variáveis ocorrem através de um computador, aplicativo de celular, tablet ou algo semelhante.

Os softwares de simulação computacional, como o Modellus, são exemplos de ferramentas tecnológicas que podem ser utilizados no desenvolvimento de atividades práticas experimentais virtuais.

Lima e Takahashi (2013), defendem em seu trabalho que as atividades prático-experimentais virtuais aparecem como um recurso promissor, visto que, além de reduzir os custos com implantação e manutenção de laboratórios reais, desperta a atenção do aluno e potencializa a aprendizagem por descoberta orientada.

Assim, levando em consideração o fato de que o desenvolvimento de Atividades Práticas, no cotidiano escolar, tem sido um ponto crucial na busca por melhorias no ensino de ciências, é de extrema importância que o docente conheça bem sua categorização enquanto recurso didático, assim como, saiba diferenciar as diferentes modalidades de atividade. Uma vez, que a metodologia adotada pelo professor pode fazer a diferença e se tornar um marco significativo na motivação e consequentemente no processo de ensino-aprendizagem do estudante.

2.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E METODOLOGIAS ATIVAS

A busca por alternativas metodologias compatíveis, com as novas formas de ensinar e aprender, faz com que surjam estudos e pesquisas que procurem atrelar a ação pedagógica a alguma teoria da aprendizagem. Essas teorias, por sua vez, possuem em sua essência princípios que podem contribuir para construção do conhecimento, podendo tornar o ensino mais sólido e significativo para o aluno. Assim, para saber qual teoria melhor se encaixa em um trabalho, torna-se essencial, primeiramente, conhecê-las.

Em nosso trabalho, optamos pela utilização da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, com foco nas Metodologias Ativas, especificamente, a Metodologia de Sala de Aula

Invertida. Pois com essa ação pedagógica, conseguimos vislumbrar direcionamentos que servem para sustentar e embasar o nosso propósito, que é tornar o aluno protagonista - ao longo de todo processo - através de atividades prático-experimentais virtuais.

A base que fundamenta a aprendizagem significativa foi desenvolvida por David Ausubel a partir das contribuições de pesquisadores como, Piaget, Vygotsky, George Kelly e Novak. Como autor da teoria, ele define e objetiva os mecanismos e a importância do seu uso em sala de aula.

Para Ausubel, a aprendizagem significativa é,

> O processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não literal) à estrutura cognitiva do aprendiz. É no curso da aprendizagem significativa que o significado do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito (CABALLERO E RODRÍGUEZ, 1997, p.1).

Em outras palavras, a aprendizagem significativa é um mecanismo por meio do qual o ser humano faz a interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, de maneira não literal e não arbitrária. Os conhecimentos novos, isto é, o conteúdo a ser aprendido, este ganha significado graças ao conhecimento que o estudante já possui. Esse conhecimento, chamado também de subsunçor ou ideia-âncora é fundamental para idealizar e organizar os conceitos, que posteriormente será fixado na estrutura cognitiva dos alunos (AUSUBEL, 1963).

Segundo Ausubel (2000), o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Além disso, para que haja aprendizagem significativa são necessárias duas condições: primeiro, que o material de aprendizagem seja potencialmente significativo; segundo, que o estudante demonstre interesse em aprender, ou seja, manifeste disposição em relacionar o novo material de modo substantivo (não literal) e não arbitrário a sua estrutura de conhecimento.

No entanto, é importante destacar que o fato do material ser potencialmente significativo, os alunos possuírem conhecimentos prévios e apresentarem disposição em aprender não é suficiente para se obter eficácia no aprendizado. Pois, de acordo com Silva (2019), o material é apenas potencialmente significativo e não totalmente significativo, além disso, existe a possibilidade do material ser interpretado de forma diferente, podendo de certa forma fugir do objetivo específico do uso deste para a construção do conhecimento em sala de aula. Por essa razão, o professor passa a ter um papel fundamental dentro dessa teoria, que é justamente ser um mediador do conhecimento entre o material e o indivíduo, e não um mero transmissor de conhecimento.

Nesse sentido, pensando no papel do professor como mediador do conhecimento, e no fato de poder adotar novas metodologias de ensino em que o aluno possa aprender de forma dinâmica através

da dúvida, do questionamento, deixando de lado o papel de receptor e torná-lo construtor do próprio conhecimento, encontramos na junção da teoria da aprendizagem significativa com as metodologias ativas, um alicerce para tal.

Em estudos realizados no contexto nacional, Paiva et al. (2016) afirmam que as metodologias ativas surgem para romper com o modelo tradicional de ensino e baseiam-se em uma pedagogia problematizadora, em que os estudantes são estimulados a assumirem uma postura ativa em seu processo de aprender, procurando além da autonomia do educando a aprendizagem significativa.

Dentre as diversas formas de metodologias ativas de aprendizagem, Fiasca et al. (2021), destacam as três principais: a Instrução por Colegas (IpC), o Ensino sob Medida (EsM) e a Sala de Aula Invertida (SAI).

Peer Instruction - Instrução por Colegas (IpC)

Proposto originalmente na década de 1990, pelo Prof. Eric Mazur, da universidade de Harvard (EUA), a Instrução por Colegas (IpC) trata-se de um método caracterizado pelo estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os estudantes debaterem entre si. Tem como objetivo principal promover a aprendizagem dos conceitos através da interação entre os alunos.

Nesse método, as aulas são divididas em pequenas apresentações por parte do docente. Primeiramente, o professor introduz os conceitos da aula durante alguns minutos. Em seguida, os alunos são convidados a discutir entre si uma questão conceitual ou aplicação prática. Após alguns minutos, o professor verifica a aprendizagem através de um sistema de votação. De acordo com as respostas dadas, pode-se considerar o assunto compreendido ou retomar a discussão com outra questão, caso seja necessário (FIASCA *et al*., 2021).

Just-in-Time Teaching - Ensino sob Medida (EsM):

O método de Ensino sob medida (EsM), foi desenvolvido em 1996 por Gregory M. Novak, nele propõe-se ajustar às aulas as necessidades dos alunos. Além disso, tem como objetivo utilizar tecnologias para melhorar a aprendizagem de ciências em sala de aula.

Nesse método, por sua vez, o próprio aluno precisa assumir a responsabilidade de se preparar para a aula, realizando tarefas anteriores às aulas. Assim, suas necessidades são diagnosticadas por

meio da análise das respostas dadas pelos indivíduos nessas atividades de leituras prévias. Ou seja, antes da aula o professor faz o mapeamento das necessidades dos estudantes para que assim possa planejar o desenvolvimento da aula, focando nas principais dificuldades manifestadas pelos alunos (NOVAK et al., 1999; FIASCA *et al*., 2021).

Flipped Classroom **- Sala de Aula Invertida (SAI)**

Proposta inicialmente por Lage, Platt e Treglia (2000), a metodologia ativa *"Flipped Classroom",* mas conhecida como "Sala de Aula Invertida" foi utilizada pela primeira vez em 1996 na Miami University, em uma disciplina de Microeconomia. Trata-se de uma metodologia na qual o conteúdo passa a ser estudado em casa antes da aula, para que no momento em que o aluno estiver em sala de aula, possa realizar outras atividades relacionadas aos conteúdos já estudados como resolução de problemas e projetos, discussão em grupo, laboratórios, simulações etc.

Com isso, o professor ganha tempo para trabalhar as dificuldades dos alunos ao invés de simplesmente realizar a apresentação do conteúdo. Ou seja, aqui ocorre exatamente o oposto do modelo tradicional, isto é, o aluno é colocado no centro do processo de ensino-aprendizagem, passando a ser protagonista da sua própria formação enquanto o professor atua como um orientador e mediador desse processo (FIASCA *et al*., 2021; OLIVEIRA *et al*., 2016).

2.4 METODOLOGIAS ATIVAS: SALA DE AULA INVERTIDA

Como nossa proposta baseia-se no fato de tornar o professor um mediador do conhecimento e estimular os estudantes a assumirem uma postura ativa em seu processo de ensino e aprendizagem, temos que das três principais metodologias ativas, a que mais se encaixa é a ***Flipped Classroom*****,** isto é, a metodologia de **Sala de Aula Invertida (SAI)**.

Como acabamos de ver na seção anterior, a metodologia ativa de sala de aula invertida (***Flipped Classroom)*** é uma maneira nova de pensar o ensino tradicional. Isso porque um dos princípios da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é a promoção do aluno como protagonista do seu processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, metodologias ativas como a sala de aula invertida chegam para proporcionar aos alunos um meio para que eles consigam guiar seu próprio desenvolvimento, diferente do modelo tradicional em que o professor é o detentor do conhecimento dentro da sala de aula. Ou seja, o principal objetivo desse tipo de metodologia é estimular o estudante a participar do processo de ensino e aprendizado de forma direta.

Segundo Bergmann & Sams (2016), o processo de ensino e aprendizagem da sala de aula invertida ocorre da seguinte forma: a aula é agora feita em casa e o que é tradicionalmente feito como tarefa de casa (*homework)* é agora completado na aula. Esse processo de desenvolvimento ocorre em três etapas: Antes, durante e após a aula. A Figura 02 ilustra essas etapas.

Figura 02: Etapas do modelo de sala invertida.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Conforme Figura 02 ilustrada por Elieser Schmitz (2017), na primeira etapa (antes da aula) o aluno irá: obter informações (vídeos, leituras, busca na internet), levantar dúvidas, fazer tarefas simples e começar a se envolver. Já na segunda etapa (durante a aula) o estudante irá discutir com o professor e colegas, tirar dúvidas e realizar atividades, preferencialmente colaborativas, como por exemplo, resolução de problemas, experimentos, simulações, games, etc. Por fim, na terceira etapa ele irá: refletir sobre sua aprendizagem, fazer relatórios, escrever textos, dar feedback e ampliar sua aprendizagem.

O aluno é colocado no centro do processo de ensino e aprendizagem, passando a ser protagonista da sua própria formação. Além do protagonismo, a metodologia ativa de sala de aula invertida pode trazer diversos benefícios ao aluno, como por exemplo: autonomia, capacidade de resolver problemas, autoconfiança, saber trabalhar em equipe, senso crítico, aprendizado significativo, etc.

2.5 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE CINEMÁTICA ESCALAR

A Cinemática é a parte da Mecânica que estuda e descreve os movimentos dos corpos, sem se preocupar com análise de suas causas. Sendo assim, para que possamos ter uma base sólida no estudo da Cinemática Escalar, tomaremos como ponto de partida o conceito de movimento.

O movimento está presente em toda a natureza e pode ser observado na maioria das atividades humanas. Quando estamos sentados na carteira de uma sala de aula, por exemplo, tudo à nossa volta parece estar em repouso. De fato, tudo está em repouso em relação ao nosso corpo. Porém, está em movimento em relação à lua e sol, e ao invés, de estarmos sentados em uma carteira de sala de uma sala de aula estivéssemos sentados em uma cadeira dentro de um vagão de um trem, ainda assim os objetos presentes dentro do vagão nos pareceriam parados, independente desse conjunto se mover em relação aos trilhos.

Embora o movimento seja um termo bastante recorrente em nosso dia a dia, podemos constantemente identificar distorções conceituais a respeito de sua definição. Essa distorção conceitual, geralmente ocorre, quando diferente do apresentado no parágrafo anterior, tentamos associar o movimento a algo que esteja em constante movimento sem levar em consideração um dado referencial, como por exemplo, ao dizermos que uma criança se encontra em movimento por estar andando de bicicleta em uma praça de diversão. No entanto, sabemos que na Física, o conceito de movimento apresenta um significado distinto, isto é, dizemos que o movimento existe quando há uma mudança de posição entre um corpo e um referencial no decorrer do tempo. Logo, o conceito de movimento é relativo e depende do referencial adotado.

Assim, para que possamos, do ponto de vista da Física, entender melhor essa definição e conhecer os tipos de movimento existentes na Cinemática, faz-se necessário entendermos também as definições de: ponto material, posição, referencial, trajetória, deslocamento, distância percorrida, tempo, velocidade e aceleração.

Ponto material, posição e sistema de referência

Quando as dimensões de um corpo não afetam o estudo de um determinado fenômeno, costuma-se representar esse corpo como sendo um ponto geométrico denominado de ponto material. Ou seja, trata-se de um corpo dotado de massa cujas dimensões são desprezíveis em relação ao fenômeno estudado. Já a posição, nada mais é do que o lugar onde um corpo ou algo se encontra localizado, como por exemplo, o marco quilométrico de um carro em uma determinada rodovia, que

conforme mostra Figura 03, localiza o ônibus no km 90 e fornece sua posição na estrada (RAMALHO et al, 2009).

Figura 03: Marco quilométrico de um ônibus em uma rodovia.



Fonte: Ramalho et al (2009).

Figura 04: Representação de um sistema de referência.



Fonte: Ramalho et al (2009).

Assim, dizemos que um ponto material se encontra em movimento, quando sua posição muda no decurso do tempo. Logo, podemos considerar o sistema de referência como sendo um ponto fixo na terra. Esse ponto, por sua vez, representa um sistema de coordenadas no qual é possível especificar as coordenadas da posição de um determinado ponto material.

Na Figura 04, por exemplo, o passageiro sentado dentro do ônibus está em movimento em relação à pessoa situada na parada do ônibus e em repouso em relação ao motorista. Portanto, o corpo em relação ao qual identificamos se um móvel está em movimento ou em repouso é chamado de referencial ou sistema de referência (RAMALHO et at, 2009).

Trajetória, Deslocamento e distância percorrida

A trajetória de um corpo pode ser definida como sendo um caminho formado por todos os pontos que representam as posições do ponto material em relação ao referencial adotado. Para compreendermos melhor, na Figura 05, temos um conjunto de posições formado por uma bola ao longo do movimento de um chute, quando unimos todos esses pontos que representam a posição dessa bola em relação a quem a chutou, obtemos a trajetória formada por ela. Desta forma, quando o ponto material se encontra parado em relação ao referencial, sua trajetória pode ser representada por um ponto. O que significa dizer que assim como o movimento, a trajetória também depende do referencial adotado.

Figura 05: Trajetória de uma bola de futebol em um chute



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

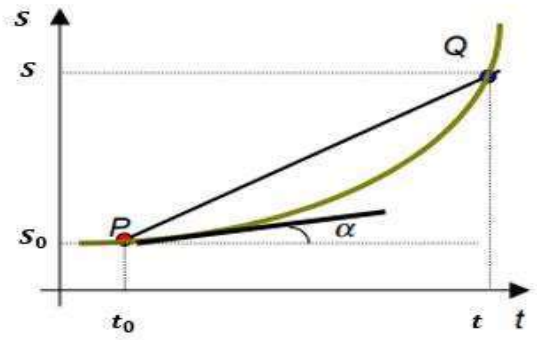
Como vimos anteriormente, a localização de um corpo é fundamental para a análise do seu movimento. Desse modo, o seu movimento é completamente conhecido se a sua posição no espaço é conhecida em todos os instantes da trajetória. Assim, se considerarmos, por exemplo, um movimento que apresenta uma trajetória retilínea, conforme Figura 06, tendo como posição inicial o ponto P com coordenada S_0 no instante t_0 e posição final o ponto Q com coordenada S no instante t. Vamos ter que o deslocamento (Δs) de um corpo ao longo dessa trajetória retilínea é dada pela diferença entre as posições inicial S_0 que o corpo ocupou e a sua posição final S, conforme Equação 2.1.

$$\Delta s = (s) - (s_0) \qquad \text{(Eq.2.1)}$$

Já o intervalo de tempo Δt é dado por:

$$\Delta t = (t) - (t_0) \qquad \text{(Eq.2.2)}$$

Figura 06: Deslocamento de um corpo ao longo de uma trajetória retilínea



Fonte: Adaptada pelo autor (2022).

Assim, conforme mostra o gráfico da Figura 06, à medida que o intervalo de tempo Δt diminui o ponto Q se aproxima do ponto P. De forma, que no limite $\Delta t \rightarrow 0$, o ponto Q tende ao ponto P, ou seja, a reta que os une os pontos passa a coincidir com a própria tangente à curva no ponto Q, portanto, $v = tang\alpha$. Logo, a velocidade instantânea em um dado ponto do gráfico espaço versus tempo é a tangente à curva neste ponto específico.

Já a distância (d) Percorrida por um corpo, em um determinado intervalo de tempo, nada mais é do que o espaço percorrido por ele entre duas posições. Porém, é importante destacar que essa distância somente coincidirá com o módulo de seu deslocamento, quando o móvel caminhar sempre no mesmo sentido, ou seja, quando não houver inversão no sentido de seu movimento.

Velocidade escalar média e velocidade escalar instantânea

A velocidade escalar média (v_m) é definida como sendo a rapidez com que um corpo se desloca no decorrer do tempo. Ou seja, a velocidade escalar média de um corpo é dado pela razão entre o deslocamento (Δs) desenvolvido por ele e o intervalo de tempo (Δt) em que esse deslocamento ocorre, equação 2.3.

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s - s_0}{t - t_0} \qquad \text{(Eq.2.3)}$$

Às vezes, a velocidade escalar média que acabamos de definir é tudo que precisamos para conhecer e descrever o movimento de um corpo. Mas, como bem destaca Young & Freedman (2016), a velocidade escalar média de um corpo durante um intervalo de tempo não pode nos informar nem o módulo, nem o sentido do movimento em cada instante do intervalo.

Assim, para suprir essa necessidade, é necessário conhecer uma outra velocidade, a velocidade instantânea. Essa velocidade, por sua vez, pode ser entendida como sendo uma velocidade escalar média em que o intervalo de tempo Δt é extremamente pequeno, ou seja, trata-se do valor limite a que tende a velocidade escalar média, quando Δt tende a zero, expresso na Equação 2.4.

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} \qquad \text{(Eq.2.4)}$$

Logo, temos que a velocidade instantânea é a derivada do espaço em relação ao tempo, conforme Equação 2.5.

$$v = \frac{ds}{dt} \qquad \text{(Eq.2.5)}$$

Além disso, é importante saber que no caso em que a velocidade escalar instantânea for a mesma em todos os instantes, ela por sua vez, coincidirá com a velocidade escalar média em qualquer intervalo de tempo.

Aceleração média e aceleração instantânea

Assim como a velocidade indica uma taxa de variação da posição com o tempo, a aceleração descreve uma taxa de variação da velocidade com o tempo. Desse modo, a aceleração escalar média (a_m) no intervalo de tempo Δt, é dada por:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} \qquad \text{(Eq.2.6)}$$

Como podemos ver a aceleração escalar média, é a grandeza que indica quanto varia a velocidade escalar num dado intervalo de tempo. Mas, de forma análoga à velocidade escalar média, para que possamos em um intervalo de tempo determinar o módulo da aceleração em cada instante do intervalo, é necessário definirmos um outro tipo de aceleração, isto é, a aceleração escalar instantânea. Essa aceleração, por sua vez, pode ser entendida como sendo uma aceleração escalar média em que o intervalo de tempo Δt é extremamente pequeno, ou seja, trata-se do valor limite a que tende a aceleração escalar média, quando Δt tende a zero, expresso na Equação 2.7.

$$a = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} \qquad \text{(Eq.2.7)}$$

Logo, temos que a aceleração instantânea é a derivada da velocidade em relação ao tempo, ou a derivada segunda do espaço em relação ao tempo, conforme Equação 2.8.

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{ds}{dt}\right) = \frac{d^2 s}{dt^2} \qquad \text{(Eq.2.8)}$$

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

Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

Dos tipos de movimentos descritos pela Cinemática, o Movimento Retilíneo Uniforme é o movimento mais simples. Trata-se de um movimento no qual a velocidade escalar média, calculada em qualquer intervalo de tempo, é sempre a mesma, isto é, constante e igual a velocidade escalar em qualquer instante. Assim, nesse movimento o móvel percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais. Além disso, a aceleração escalar nesse tipo de movimento é nula (RAMALHO et al, 2009).

Assim, se partirmos da Equação 2.2, e considerarmos o tempo inicial igual a zero e isolar s, chegaremos na seguinte função:

$$s = s_0 + vt \qquad \text{(Eq.2.9)}$$

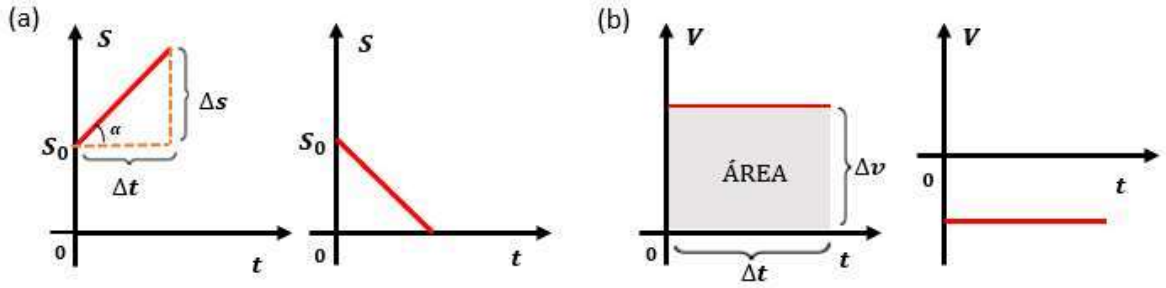
Essa função que acabamos de chegar, Equação 2.9, trata-se da equação horária do Movimento Retilíneo Uniforme.

Representação gráfica do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

Gráficos do $s \times t$ e $v \times t$

Com a Equação 2.9 é possível determinar a posição de um móvel em um instante qualquer da trajetória, desde que o movimento seja uniforme, ou seja, a velocidade seja constante e diferente de zero. Como podemos perceber essa equação trata-se de uma função do 1º grau. Na Figura 07 a, temos um móvel se deslocamento para o sentido positivo da trajetória, portanto temos um movimento progressivo e o gráfico $(s \times t)$ será representado por uma reta crescente. De forma análoga, se o móvel se deslocar no sentido contrário ao da orientação positiva da trajetória, o movimento será retrógrado e o gráfico $(s \times t)$ será representado por uma reta decrescente. Além disso, temos que no gráfico $(s \times t)$, a inclinação da reta $s = f(t)$ é aproximadamente igual a velocidade escalar, ou seja, $tg\alpha \overset{N}{=} \frac{\Delta s}{\Delta t} = v$.

Figura 07: Em a, temos a representação gráfica dos movimentos progressivo e retrógrado. E em b, temos respectivamente a representação do MU para velocidade negativa e positiva.



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Na Figura 07 b, temos a representação gráfica da velocidade escalar em função do tempo $(v \times t)$. Como no MU a velocidade é constante, temos que o gráfico é uma reta paralela ao eixo do tempo. Conforme Figura 06 b, se a velocidade for positiva, essa reta estará acima do eixo do tempo, caso contrário, isto é, se a velocidade for negativa, a reta estará abaixo do eixo do tempo. Além disso, a área do gráfico $(v \times t)$ é igual a variação do espaço. Isso porque a $Área \overset{N}{=} \Delta v . \Delta t = v$.

Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

Diferentemente do movimento retilíneo uniforme, esse movimento acontece com variação de velocidade com a mudança do tempo. Aqui os movimentos possuem aceleração escalar instantânea constante, isto é, não nula. Dessa forma, temos que a variação da velocidade (Δv) é diretamente proporcional ao intervalo de tempo (Δt). Essa proporcionalidade nos diz que, a velocidade escalar apresenta variações iguais em intervalos de tempo iguais (RAMALHO et al, 2009).

De forma semelhante ao desenvolvido para o MRU, se partirmos da equação 2.6, e considerarmos o tempo inicial igual a zero e isolar v, chegaremos na equação horária da velocidade para o MRUV, conforme mostra Equação 2.10.

$$v = v_0 + at \qquad \text{(Eq.2.10)}$$

Além disso, se partirmos da equação 2.8 (eq. da aceleração escalar instantânea), $a = \frac{dv}{dt}$, temos que:

$$dv = a\, dt$$

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

$$v = at + C \qquad \text{(Eq.2.11)}$$

Dessa forma, quando o valor de t for nulo podemos dizer que $v = C$, logo teremos que C representa a velocidade inicial. Com isso obtemos a mesma equação já obtida anteriormente.

Agora, partindo da Equação 2.5 (eq. Da velocidade escalar instantânea), $v = \frac{ds}{dt}$, com o intuito de encontrar a função horária do espaço, temos que:

$$ds = v\, dt$$

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

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

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

Logo,

$$S = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 + C' \qquad \text{(Eq.2.12)}$$

Quando o valor de t for nulo, temos que $s = C'$. Logo teremos que C representa a posição inicial. E assim, conforme mostra Equação 2.13, chegamos na equação horária da posição para o MRUV:

$$S = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \qquad \text{(Eq.2.13)}$$

É fácil perceber, que as equações horárias obtidas até aqui dependem do tempo. No entanto, se combinarmos as Equações 2.13 e 2.10, é possível chegar a uma nova equação que não depende da variável tempo. Para obtê-la, basta eliminarmos a variável tempo (t) das Equações 2.13 e 2.10. Logo, isolando t na Equação 2.10, vem:

$$t = \frac{v - v_0}{a} \qquad \text{(Eq.2.14)}$$

Substituindo a Equação 2.14 na Equação 2.13, temos:

$$\Delta s = v_0\left[\frac{v - v_0}{a}\right] + \frac{a}{2}\left[\frac{v - v_0}{a}\right]^2$$

$$\Delta s = \left[\frac{v_0 v - {v_0}^2}{a}\right] + \frac{a}{2}\left[\frac{v^2 - 2vv_0 + v_0^2}{a^2}\right]$$

$$\Delta s = \frac{2v_0 v - 2{v_0}^2 + {v_0}^2 - 2vv_0 + {v_0}^2}{2a}$$

$$2a\Delta s = v^2 - {v_0}^2$$

Logo,

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s \qquad \text{(Eq.2.15)}$$

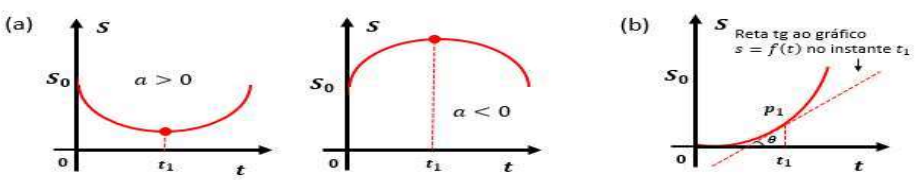
A Equação 2.15 é conhecida como **Equação de Torricelli.** Essa equação relaciona a velocidade escalar v com a variação de espaço Δs, e geralmente é usada quando não há envolvimento da variável tempo.

Representação gráfica do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

Gráfico $s \times t$

Como a função $s = f(t)$ referente a Equação 2.13 é do 2° grau em t, o gráfico $(s \times t)$ será uma parábola. Conforme mostra os gráficos da Figura 08 a, a concavidade da parábola depende de o sinal da aceleração escalar, ou seja, se $a > 0$ a parábola terá concavidade voltada para cima, e se $a < 0$ ela terá concavidade voltada para baixo. Ainda nos gráficos da Figura 08 a, como pode ser observado, no instante t_1, correspondente ao vértice da parábola, a velocidade escalar se anula e o móvel inverte o sentido de seu movimento.

Figura 08: Em a, temos a representação gráfica para o MRUV. E em b, temos sua interpretação.



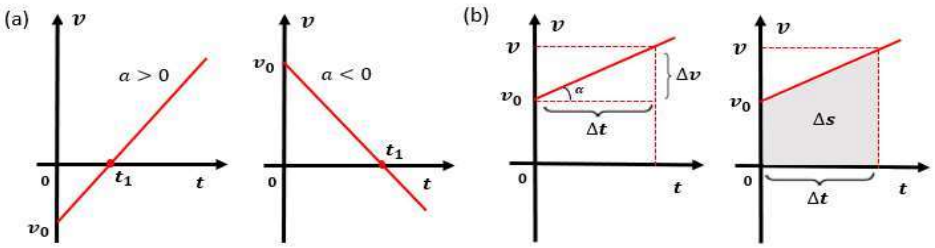
Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Além disso, fazendo a análise desse gráfico, temos de acordo com o gráfico da Figura 08 b, que é possível obter o valor da velocidade escalar em um instante t_1. Para isso, conforme mostra o gráfico da Figura 08 b, basta traçar uma reta tangente ao gráfico no instante t_1. Fazendo isso, obtemos que a declividade $(tg\theta)$ dessa reta mede a própria velocidade escalar no instante considerado, ou seja, $tg\theta \overset{N}{=} v$..

Gráfico $v \times t$

Aqui, como a função $v = f(t)$ referente a Equação 2.10 é do 1° grau em t, o gráfico $(v \times t)$ será uma reta inclinada. Assim, conforme mostra os gráficos da Figura 09 a, essa reta será crescente, quando a aceleração escalar apresentar sinal positivo e decrescente quando for negativa. Além disso, como pode ser observado, o móvel para e inverte o sentido do movimento no ponto correspondente ao instante onde a reta intercepta o eixo dos tempos.

Figura 09: Em a, temos a representação gráfica do MRUV. E em b, temos sua interpretação.



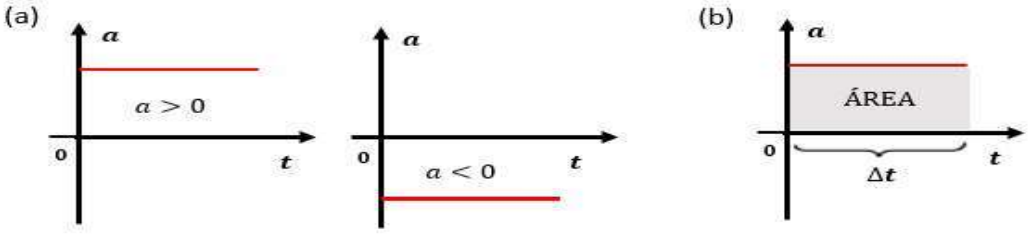
Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Já na Figura 09 b, é possível fazer duas interpretações gráficas importantes. No primeiro gráfico temos que a declividade da reta $v = f(t)$ mede a aceleração escalar, isto é, $tg\alpha \overset{N}{=} \frac{\Delta v}{\Delta t} = a$. Enquanto no segundo gráfico, a área sob $v = f(t)$ mede a variação do espaço, ou seja, $área(v \times t) \overset{N}{=} \Delta s$.

Gráfico $a \times t$

Como no MRUV a aceleração escalar é constante e diferente de zero, temos que o gráfico $(a \times t)$ será uma reta paralela ao eixo do tempo. Assim, conforme representação gráfica da Figura 10 a, essa reta se encontra acima do eixo para acelerações positivas $a > 0$ e abaixo do eixo para acelerações negativas $a < 0$.

Figura 10: Em a, temos a representação gráfica do MRUV. E em b, temos sua interpretação.



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Analisando o gráfico $(a \times t)$ é fácil perceber que, através da área sob o gráfico da função $a = f(t)$, Figura 10 b, é possível calcular a variação da velocidade escalar. Isso porque a $área(a \times t) \overset{N}{=} \Delta v$.

Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima

O movimento vertical de um corpo próximo a superfície terrestre, é chamado de queda livre quando está livre da ação de forças. Levando em consideração que um corpo pode ser lançado para cima ou para baixo, temos que o lançamento vertical de um corpo difere da queda livre somente pelo fato de a velocidade inicial vertical ser diferente de zero.

Além disso, em ambos os casos a aceleração do movimento é constante e igual a aceleração da gravidade. Dessa forma, a queda livre e o lançamento vertical para cima são movimentos retilíneos uniformemente variados (MRUV). Portanto, são descritos pelas mesmas funções horárias que descrevem o MRUV (RAMALHO et al, 2009).

Geralmente, para facilitar o estudo desse tipo de movimento, é feito apenas uma substituição na variável "S" (posição) pela variável "H" (altura), já que ela está associada ao eixo vertical. Como módulo da aceleração do corpo em queda livre é igual ao módulo da aceleração da gravidade (g), também é feito a substituição de "a" (aceleração) pelo módulo da aceleração da gravidade "g". Logo, temos que as equações horárias da posição e da velocidade para esse movimento são expressas, respectivamente da seguinte forma:

$$H = H_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \qquad \text{(Eq.2.16)}$$

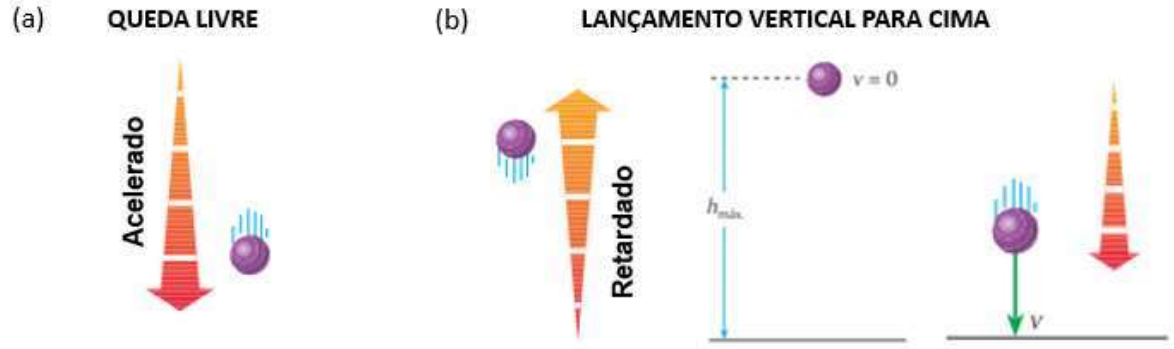
$$v = v_0 + gt \qquad \text{(Eq.2.17)}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2g\Delta s \qquad \text{(Eq.2.18)}$$

Desprezando a resistência do ar e fazendo uma breve análise desse movimento, temos de acordo com a Figura 11a, que no movimento de queda livre o módulo da velocidade escalar da bola aumenta, logo concluímos que ele é um movimento acelerado.

Já na Figura 11b, onde temos um lançamento vertical para cima, é possível observar que o módulo da velocidade escalar da bola diminui durante a subida, ou seja, devido a isso temos um movimento retardado. Além disso, é possível observar que a bola sobe até o módulo de sua velocidade escalar se anular. Nesse ponto a bola inverte o sentido e passa a executar um movimento acelerado.

Figura 11: Em a, temos a representação do movimento de queda livre. E em b, temos a representação do movimento de lançamento vertical para cima.



Fonte: Ramalho et al (2009).

Assim como, bem destaca Ramalho, Nicolau e Toledo (2009, p.80) “num lançamento vertical e numa queda livre, o sinal da aceleração escalar é determinado somente pela orientação da trajetória e não depende do fato de o corpo estar subindo ou descendo. Subir ou descer está associado apenas ao sinal da velocidade escalar”. Ou seja, independente do corpo subir ou descer a aceleração da gravidade presente nas Equações 2.16, 2.17 e 2.18 será positiva quando a orientação da trajetória for para baixo, e negativa quando a orientação da trajetória for para cima.

3 PRODUTO EDUCACIONAL

3.1 APRESENTAÇÃO

As novas tecnologias têm se tornado, cada vez mais, crescentes, e o uso destas tem sido quase inevitável. É notório que as ferramentas tecnológicas vieram para ficar, e exigem que as escolas e os docentes se adaptem às mesmas. Esse progresso, pode impactar positivamente o processo de ensino e aprendizagem, favorecendo o trabalho docente.

Para que isso aconteça, faz-se necessário a elaboração e utilização de estratégias de ensino, que levem em conta os avanços tecnológicos e as novas formas de ensinar e aprender, ou seja, propõe-se que o docente não seja um mero utilizador das tecnologias disponíveis, mas que tenha um papel ativo em construir e experimentar juntamente com seus alunos, garantindo, dessa forma, uma maior interação entre professores e alunos (VISCOVINI *et al*., 2015).

Em meio às possibilidades tecnológicas, advindas das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's), encontram-se os softwares de simulação, ferramentas poderosas que, graças à evolução tecnológica, conseguem sem a necessidade de um alto investimento criar, testar e aperfeiçoar situações reais de um dado fenômeno da natureza, em diversas áreas do conhecimento, como por exemplo a Física e a Matemática. Com essas características, tornam-se muito úteis no desenvolvimento de aulas práticas experimentais para o Ensino de Física, uma vez que, visa contribuir para as mudanças na educação tradicional, criando ambientes que enfatizam a construção do conhecimento de forma lúdica e acessível aos estudantes (SOARES, 2011).

Pensando nisso, este material, desenvolvido para os professores de Física, apresenta uma proposta de produto educacional desenvolvido ao longo do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, dentro do Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Rio Grande do Norte – IFRN, *Campus* Natal Central, intitulado "SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA CINEMÁTICA ESCALAR, USANDO O SOFTWARE MODELLUS: UM ESTUDO SOBRE O MRU, MRUV, QUEDA LIVRE E LANÇAMENTO VERTICAL PARA CIMA", sob orientação do Prof. Dr. Antônio Marques dos Santos e coorientação do Prof. Dr. Calistrato Soares da Câmara Neto.

Nele propõe-se que o aluno tenha um papel ativo, e a curiosidade aguçada, por meio de um recurso didático tecnológico, desenvolvido para auxiliá-lo no processo de ensino e aprendizagem de alguns conteúdos da cinemática. trata-se de uma sequência didática, direcionada aos estudantes da 1ª série do Ensino Médio, com objetivo de introduzir, de modo dinâmico, intuitivo e sequencial os

conteúdos de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), Queda Livre e Lançamento Vertical, utilizando um simulador computacional oque foi desenvolvido no Software Modellus.

A sequência didática tem o intuito de apresentar o Software Modellus, como uma ferramenta tecnológica facilitadora no processo de ensino e aprendizagem, e com isso unir o conhecimento tecnológico com a aprendizagem da Física para tentar cativar o interesse e a atenção do estudante pela disciplina, bem como torná-lo um sujeito ativo ao longo do processo. Para isso, utilizou-se como embasamento teórico a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e a metodologia ativa da sala de aula invertida.

3.2 O SOFTWARE MODELLUS

O software Modellus é um programa computacional de distribuição gratuita por meio da internet, sua criação é obra da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa (ANDRADE, 2010). Para operá-lo, não se faz necessário ter conhecimentos de programação para poder executá-lo.

O software Modellus é estruturado na linguagem de programação C++, e pode ser utilizado em atividades off-line. Ele permite que os usuários (alunos e professores) descrevam e analisem fenômenos físicos através de modelos matemáticos diversos, definidos a partir de funções do 1° e 2° graus ou a partir de derivadas, taxas de variação e equações diferenciais, todas escritas de forma direta (com exceção das equações diferenciais), ou seja, como se escreve no caderno, dispensando uma codificação de linguagem de programação (JUNIOR, 2011).

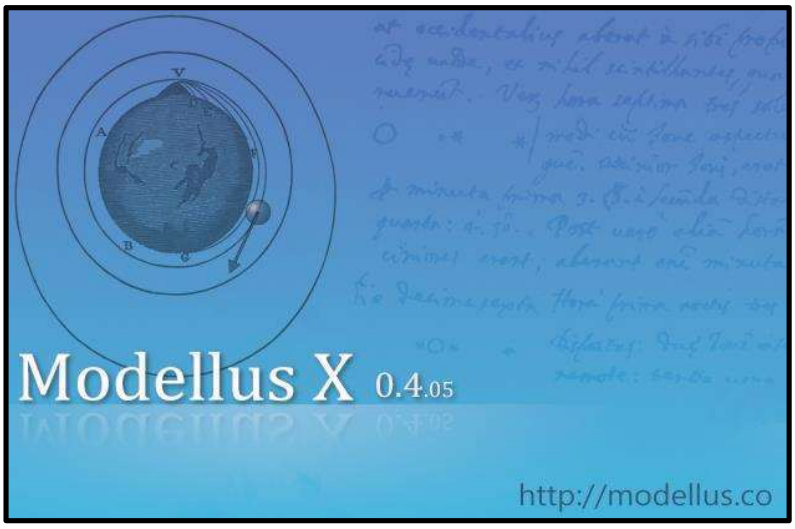
O Modellus pode ser integrado em qualquer curso elementar de matemática, ciências físicas ou em qualquer curso avançado que faça uso de funções, equações diferenciais, e interações, (JUNIOR, 2011).

Para Veit e Teodoro (2002), o Modellus é uma ferramenta cognitiva capaz de auxiliar a internalização de conhecimento simbólico, preferencialmente, em contexto de atividades de grupo e de classe, em que a discussão, a conjetura e o teste de ideias sejam atividades dominantes, em oposição ao ensino direto por parte do professor.

Além disso, o software é livre e pode ser adquirido de forma gratuita, em diversas versões disponíveis para os sistemas operacionais Windows, Linux e MAC OS (ANDRADE, 2016).

A versão do Modellus utilizada neste trabalho foi a versão mais recente, isto é, a versão X 0.5.04, ilustrada na Figura 12.

Figura 12: Instantâneo da inicialização da versão X 0.5.04 do Modellus.

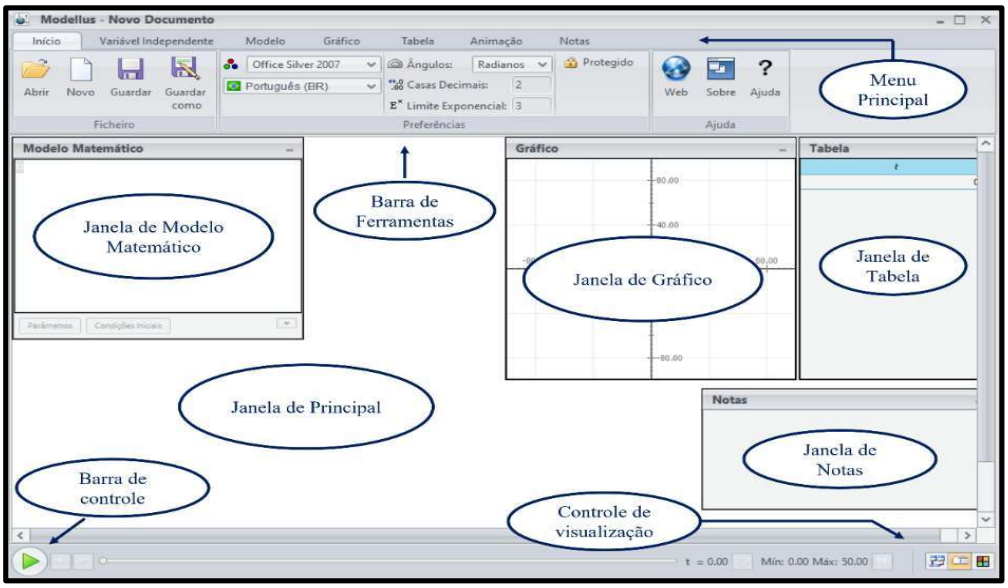


Fonte: Adaptada pelo autor (2022).

Interface gráfica

A tela inicial do software Modellus apresenta, por padrão, um menu principal, uma barra de ferramentas, uma barra de controle, três botões para controle de visualização e cinco janelas, sendo uma principal, uma de modelo matemático, de gráfico, de tabela e de notas, conforme mostra Figura 13 e Tabela 1 com um breve resumo de suas respectivas funcionalidades.

Figura 13: Interface gráfica do software Modellus X 0.5.04.



Fonte: Adaptada pelo autor (2022).

Tabela 1 - Breve resumo de funcionalidade das principais ferramentas que compõem a Interface gráfica do software Modellus X 0.5.04.

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

Fonte: Autor (2022).

Como pode ser visto na Figura 12, as ferramentas que compõem a tela inicial do software são localizadas e distribuídas de forma dinâmica e intuitiva. As janelas de modelo matemático, gráfico, tabela e notas, por exemplo, localizam-se lado a lado e dentro da janela principal, de forma que podem estar sempre visíveis ou serem minimizadas conforme a necessidade do usuário.

O programa também possui saídas gráficas, que permitem a análise das relações entre as diversas variáveis de um dado modelo, ou seja, à medida que o usuário for desenvolvendo qualquer animação através de modelos matemáticos, ele terá uma resposta imediata e visível na janela principal, bem

como a exibição de dados que são plotados em tempo real nas janelas de gráfico e tabela disponíveis ao usuário. Assim, com essas características e funcionalidades, o software torna-se uma excelente ferramenta que pode ser utilizada no desenvolvimento de recursos didáticos como as simulações computacionais.

A escolha por se utilizar esse software no desenvolvimento das simulações, se deu pelo fato de ser um software livre, dinâmico, intuitivo e de fácil utilização. Além disso, não exige do usuário nenhuma linguagem de codificação. De acordo com o site oficial, o software foi desenvolvido buscando uma solução para problemas de ensino-aprendizagem das ciências exatas, e resultados mostraram que quando o aluno se envolve na produção do seu conhecimento, da mesma forma que os cientistas se envolvem numa produção científica obtém melhores performances no aprendizado.

3.3 OS SIMULADORES COMPUTACIONAIS

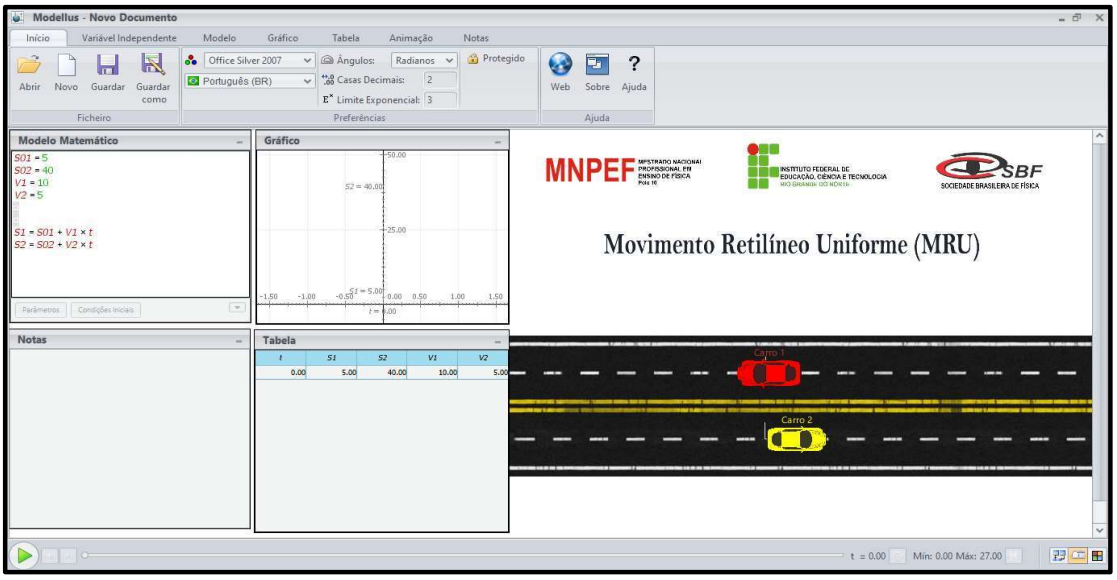
O conjunto dos simuladores computacionais, desenvolvidos ao longo desse produto educacional, foram planejados e elaborados para serem integrados à sequência didática, e auxiliar os professores de Física no ensino e aprendizagem de alguns conteúdos da cinemática. De acordo com os conteúdos que serão estudados, os simuladores foram denominados de: Simulador 1 - Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), Simulador 2 - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), Simulador 3 - Queda livre e Simulador 4 - Lançamento vertical. Os quatro simuladores aqui desenvolvidos e o instalador do software Modellus, estão disponíveis para download no endereço:https://drive.google.com/drive/folders/1vrXoNdy5xl7vdxExgsDGSLcnzlollwBM?usp=sharing.

3.3.1 Simulador 1: Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

Interface

O simulador 1 foi planejado e desenvolvido para possibilitar aos estudantes da 1ª série do Ensino Médio explorarem, de forma dinâmica e intuitiva, o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). Na figura 14, interface do simulador, podemos observar que ela é composta por cinco janelas sendo elas: uma principal na qual foi desenvolvida a simulação, outra com o modelo matemático que rege o fenômeno estudado, duas que permitem a visualização de dados - em tempo real - através de gráficos e tabela, e por fim uma última janela destinada a anotações.

Figura 14: Interface gráfica do Simulador 1 “Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)”.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

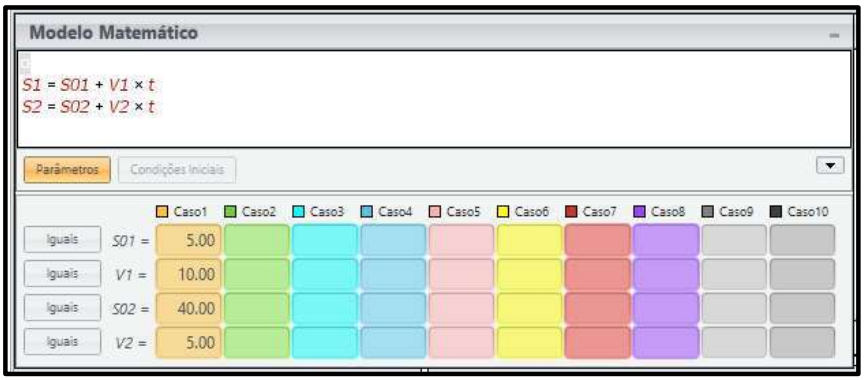
O modelo

O modelo matemático, que se encontra nos instantâneos das figuras 14a e 14b considerado a parte principal do simulador, pois é ele que permite a execução, animação e visualização das principais variáveis que compõem a simulação como um todo. Além disso, é através dessa janela que ocorre a interação com o usuário, isto é, aqui ele pode alterar os parâmetros desejados, e até mesmo desenvolver um novo modelo conforme sua necessidade.

O software nos dá duas possibilidades para inserir, alterar ou acrescentar valores aos parâmetros do modelo matemático. Na primeira possibilidade, conforme mostra o instantâneo da figura 4a, a equação que rege o modelo é inserida no espaço em branco, e os valores referentes a cada parâmetro são colocados logo abaixo na opção parâmetro, sendo possível acrescentar até 10 casos distintos para cada variável.

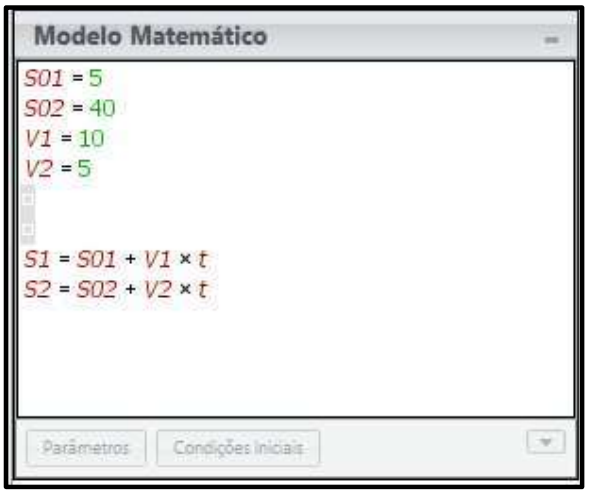
Já na segunda possibilidade, conforme apresenta o instantâneo da figura 4b, é possível definir os parâmetros de forma mais prática, isto é, inserindo os valores de cada parâmetro no próprio espaço em branco, antes da equação que rege o modelo. Como pode ser visto nas figuras 15 a e 15 b, o modelo matemático utilizado nessa simulação foi a função horária da posição em função do tempo.

Figura 15 a: Instantâneo da janela de Modelo Matemático do simulador 1 (1ªpossibilidade).



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Figura 15 b: Instantâneo da janela de Modelo Matemático do simulador 1 (2ª possibilidade).



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A simulação

Na janela principal, conforme ilustrado na figura 16, é onde ocorre a simulação. Com a finalidade de simular o Movimento Retilíneo Uniforme, utilizaram-se dois carrinhos, o carrinho 1, na cor vermelha, e o carrinho 2, na cor amarela. Para cada carrinho, foi utilizada uma função horária da posição, em função do tempo, conforme visto anteriormente nos instantâneos das figuras 15 a e 15 b. Esses carros, por sua vez, realizam o movimento de acordo com os valores predeterminados para cada parâmetro de suas respectivas funções horárias.

Figura 16: Janela principal onde ocorre a simulação 1.



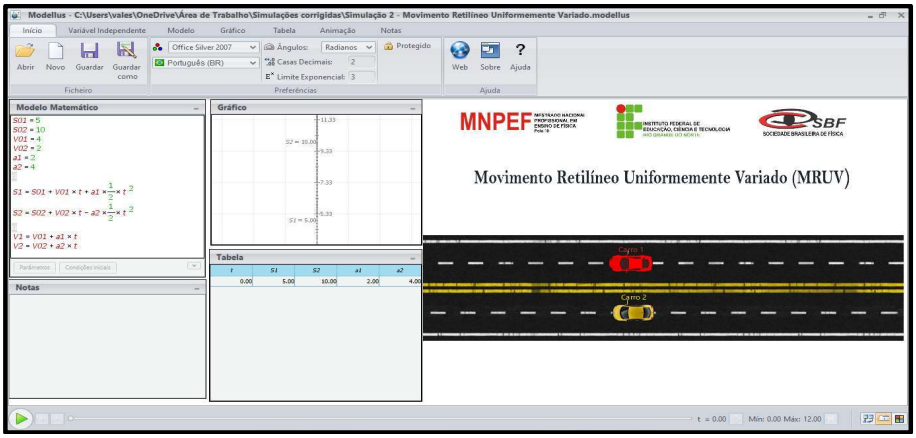
Fonte: elaborado pelo autor (2022).

3.3.2 Simulador 2: Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

Interface

O simulador 2 foi planejado e desenvolvido, para possibilitar aos estudantes explorarem, de forma dinâmica e intuitiva, o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Como o simulador 2 é semelhante ao 1, uma vez que se trata de movimento retilíneo, optou-se por utilizar o mesmo cenário. Dessa forma, conforme mostra a figura 17, o simulador 2 também é composto pelas cinco janelas, que foram apresentadas na interface gráfica do MRU.

Figura 17: Interface gráfica do Simulador 2 “Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)”.

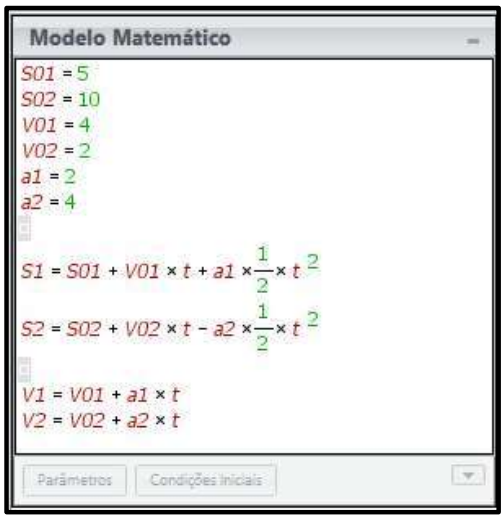


Fonte: elaborado pelo autor (2022).

O modelo

O modelo matemático utilizado para esse simulador, é composto pelas funções horárias que regem o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), isto é, a função horária da posição e a função horária da velocidade. Na figura 18, janela de Modelo Matemático do simulador 2, temos quatro equações: duas funções horárias da posição e duas funções horárias da velocidade, sendo que para cada carrinho teremos, respectivamente, uma função horária da posição e uma função horária da velocidade.

Figura 18: Instantâneo da janela de Modelo Matemático do simulador 2.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A simulação

Como pode ser visto no instantâneo da figura 19, a janela principal, na qual ocorre a simulação 2, foi configurada utilizando o mesmo layout da simulação 1. Aqui, ao invés de simular um MRU, os carrinhos 1 e 2 foram programados para simularem um MRUV. Sendo possível acompanhar, através da janela de gráficos e da janela de tabela os dados provenientes do movimento dos respectivos carrinhos.

Figura 19: Janela principal onde ocorre a simulação 2.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

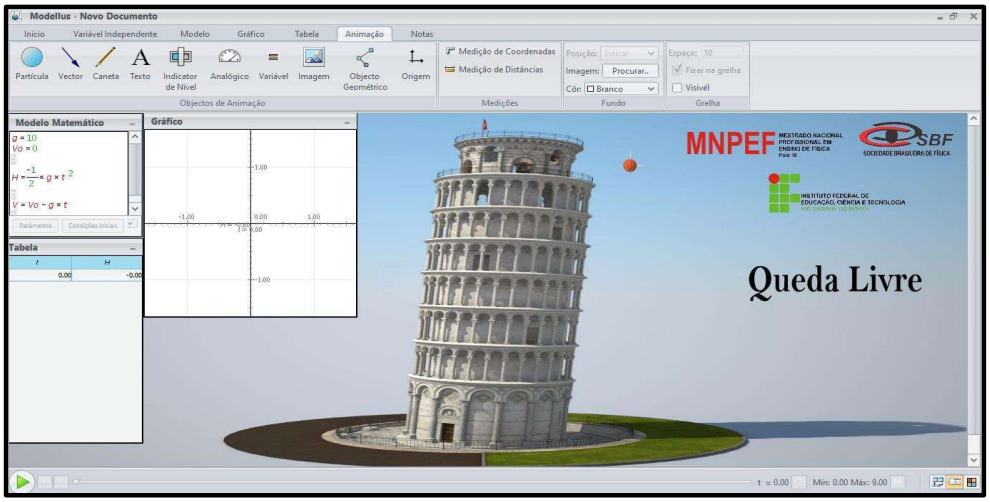
3.3.3 Simulador 3: Queda Livre

Interface

O simulador 3 foi planejado e desenvolvido, para possibilitar aos estudantes da 1ª série do Ensino Médio explorarem, de forma dinâmica e intuitiva, o Movimento de Queda Livre. Na figura 20, que mostra a interface do simulador.

E assim como os outros simuladores já apresentados, também é composta de cinco janelas, uma principal na qual foi desenvolvida a simulação, outra com o modelo matemático que rege o fenômeno estudado, duas que permitem a visualização de dados em tempo real através de gráficos e tabela, e uma última janela que permite ao estudante fazer suas anotações.

Figura 20: Interface gráfica do Simulador 3 “Queda Livre”.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

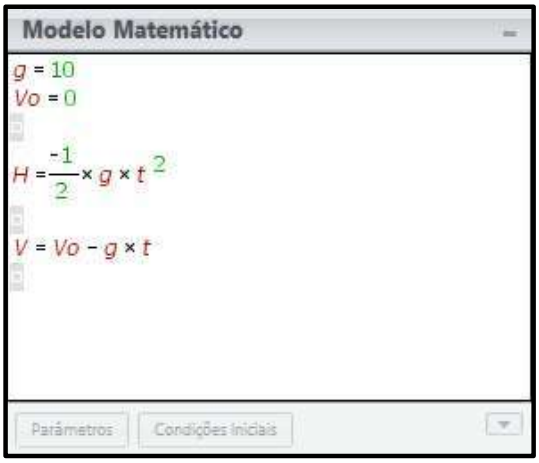
O modelo

Quando um corpo se encontra em queda livre, ele está sujeito apenas a uma força, sendo está a força peso, que atua na mesma direção e no mesmo sentido do movimento. Lembrando que, para pequenas distâncias, a aceleração da gravidade pode ser considerada constante, sendo assim temos que o movimento de queda livre dos corpos, próximos à superfície da terra, é do tipo MRUV acelerado.

Desse modo, as funções horárias que descrevem o movimento em Queda Livre são as mesmas que descrevem o MRUV. Portanto, conforme Figura 21, o modelo matemático utilizado para esse simulador, é formado pelas funções horárias que regem o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Para facilitar o estudo, foi feita apenas uma substituição na variável "S" (posição) pela variável "H", já que ela está associada ao eixo vertical e o movimento ocorre sempre na vertical e em linha reta.

E como o módulo da aceleração do corpo em queda livre é igual ao módulo da aceleração da gravidade (g), foi feito a substituição de "a" (aceleração) pelo módulo da aceleração da gravidade "g". Como observado no modelo matemático da Figura 20, adotou-se uma aceleração negativa, isso porque o referencial adotado vai de acordo com os eixos de coordenadas disponibilizadas pelo simulador.

Figura 21: Instantâneo da janela de Modelo Matemático do simulador 3.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A simulação

Para simular o movimento de um corpo em queda livre, foi utilizado uma bola supostamente abandonada de uma determinada altura, conforme ilustrado na Figura 22.

Assim como as simulações anteriores, aqui também é possível acompanhar em tempo real, através de gráficos e tabela, o movimento descrito pelo objeto, que para este caso é a bola. Observando os gráficos que serão construídos, durante o movimento da bola, o aluno logo perceberá que o movimento em Queda Livre se trata de um MRUV.

Figura 22: Janela principal onde ocorre a simulação 3.

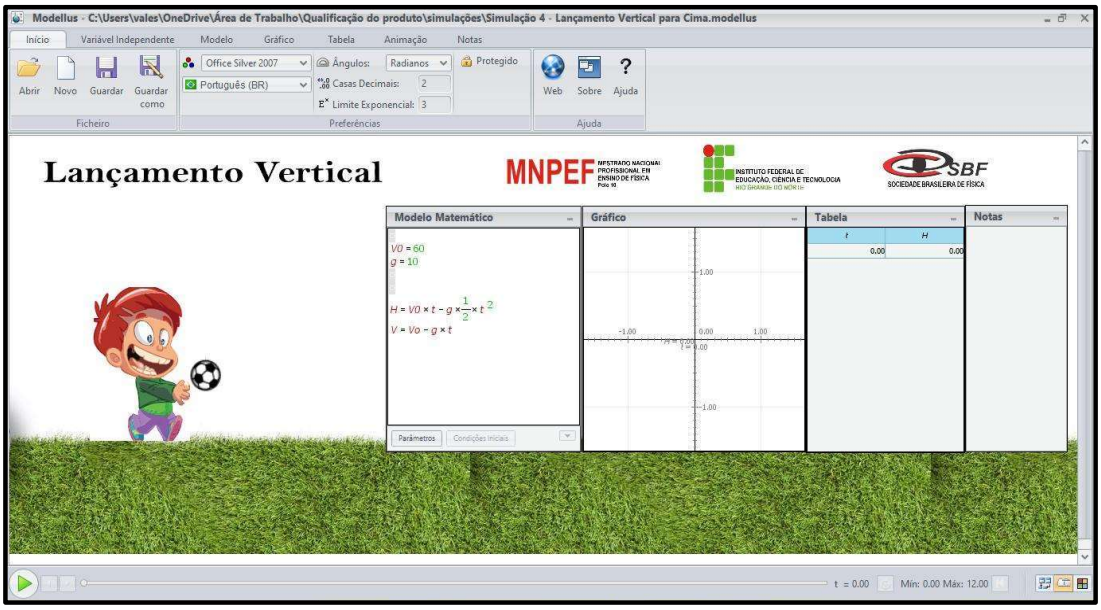


Fonte: elaborado pelo autor (2022).

3.3.4 Simulador 4: Lançamento Vertical para Cima

O simulador 4 foi planejado e desenvolvido, para possibilitar aos discentes explorarem, de forma dinâmica e intuitiva, o movimento de Lançamento Vertical. Assim como os simuladores anteriores, o simulador 4, apresentado no instantâneo da Figura 23, também foi desenvolvido utilizando as cinco janelas fornecidas pelo software Modellus. A janela principal, modelo matemático, gráfico, tabela e notas.

Figura 23: Interface gráfica do Simulador 4 “Lançamento Vertical”.

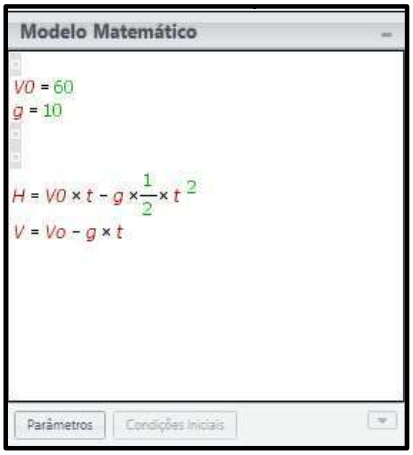


Fonte: elaborado pelo autor (2022).

O modelo

Assim como o movimento de Queda Livre, o movimento de Lançamento Vertical também é descrito pelas funções horárias que regem o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado. Desta forma, de acordo com o instantâneo da figura 24, o modelo matemático utilizado, para este simulador, é estruturado pelas funções horárias que descrevem o MRUV, ou seja, a função horária da posição e a função horária da velocidade.

Figura 24: Instantâneo da janela de Modelo Matemático do simulador 4.



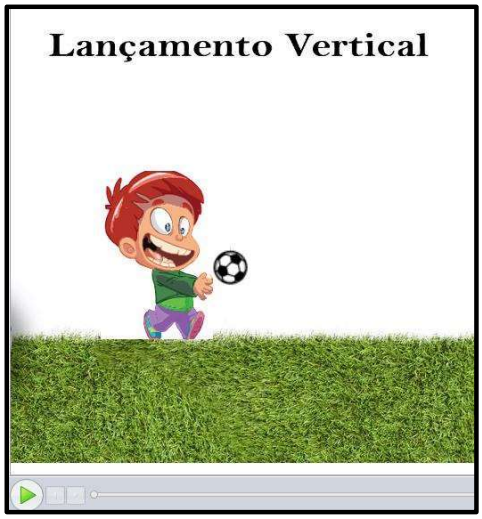
Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A simulação

O Lançamento Vertical para Cima é simulado através do arremesso de uma bola. Como a trajetória da bola é orientada para cima, a aceleração da gravidade (g) possui sentido contrário ao do referencial, ou seja, a aceleração é negativa. Esse movimento, também, é um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), como na Queda Livre, porém ao invés de acelerado é retardado.

O Movimento Retilíneo **Uniformemente Retardado** ocorre quando um corpo em movimento, reduz o módulo da sua velocidade de forma constante ao longo do tempo. Nesse caso a aceleração terá sinal negativo. Portanto, assim como o simulador de Queda Livre, o simulador de Lançamento Vertical, permitirá ao estudante visualizar de forma gráfica que o Lançamento Vertical para Cima, também se trata de um Movimento Uniformemente Variado.

Figura 25: Janela principal onde ocorre a simulação 4.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

3.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Com intuito de envolver e estimular o interesse dos estudantes, com relação à disciplina de Física, o presente material visa, por meio da utilização de atividades práticas experimentais virtuais, e da manipulação de materiais digitais/virtuais, trabalhar de forma sistematizada e sequencial alguns conteúdos da cinemática.

Para isso, desenvolveu-se - em consonância com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e a metodologia de sala de aula invertida - uma sequência didática, conforme ilustra estrutura no Quadro 1, que tem como objetivo principal apresentar o Software Modellus, como uma

ferramenta tecnológica facilitadora, no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos: Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), Queda Livre e Lançamento Vertical. E com isso, unir o conhecimento tecnológico com a aprendizagem da Física, para proporcionar ao aluno uma aprendizagem ativa e significativa, e ao mesmo tempo tentar motivar o seu interesse pela disciplina. Para Nuñez (2009, p.99):

> Um dos meios que suscita a motivação interna dos alunos é a aprendizagem por problemas ou por situações problemas, nas quais a formação de conceito se vincula diretamente a sua experiência, a seu dia a dia, a contextos da criação científica, tecnológica e social. Os alunos ficam mais motivados ao constatarem a utilidade prática de seus conhecimentos na atividade produtiva ou criativa.

Dessa forma, ao planejarmos esse material, em que a sequência didática está inserida, acredita-se que os alunos se sentirão motivados, uma vez que os conteúdos aqui propostos estão intimamente ligados a situações do próprio cotidiano dos estudantes. Além disso, os instrumentos a serem utilizados ao longo do processo, estão diretamente vinculados ao contexto tecnológico e ao desenvolvimento científico.

Objetivos:

- Identificar a compreensão prévia dos estudantes acerca dos conhecimentos sobre os conteúdos: MRU, MRUV, Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima;
- Apresentar o software Modellus como ferramenta, que pode contribuir de forma significativa, no processo de ensino e aprendizagem desses conteúdos;
- Estudar o MRU, MRUV, Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima utilizando o software Modellus;
- Compreender e reconhecer as principais características de um movimento uniforme e de um movimento uniformemente variado;
- Entender as implicações da grandeza aceleração no MRUV, Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima;
- Analisar as principais características dos movimentos: MRU, MRUV, Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima, utilizando as modelagens, gráficos e tabelas dos simuladores desenvolvidos no software Modellus.

Público-alvo:

- Alunos da 1ª série do Ensino Médio (Obs: essa sequência didática foi aplicada em uma turma da 1ª série do Ensino Médio do Colégio Objetivo João Câmara).

Conteúdos Conceituais:

- Movimento Retilíneo Uniforme;
- Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV);
- Queda Livre;
- Lançamento Vertical para cima.

Conteúdos Procedimentais:

- Aplicar os Diagnósticos Iniciais (DI) desenvolvidos para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes;
- Apresentar o software Modellus;
- Apresentar os quatro simuladores desenvolvidos para estudar o MRU, MRUV, Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima;
- Citar situações problemas que envolva o dia a dia dos estudantes;
- Aplicar os roteiros de aula prática desenvolvidos para explorar através do software Modellus, os conteúdos de cada simulador;
- Realizar a aplicação do questionário de satisfação para obter o feedback dos alunos.

Conteúdos Atitudinais:

O contato com os conteúdos e procedimentos, faz com que o aluno comece a se comunicar melhor com a ciência. Dessa forma, podemos potencializar a formação de atitudes científicas, ou seja, após todo o processo o aluno poderá vir, por exemplo, à:

- Utilizar com mais frequência experimentos virtuais disponíveis na internet, de maneira a produzir respostas científicas associados, aos problemas encontrados no cotidiano escolar (isto é, após o processo, o aluno pode desenvolver a atitude de buscar por si só outros experimentos virtuais);
- Questionar o que houve nos sistemas de comunicação, procurando fontes científicas;
- Reconhecer potencialidades, aceitar e superar limites.

Quadro 1 – Estrutura da sequência didática.

ETAPAS	ENCONTROS	ATIVIDADES	DURAÇÃO
1ª Etapa	Encontro 1: 1 aula de 45min	Apresentação e debate inicial	15min
		Aplicação DI – MRU	15min
		Apresentação do software Modellus	15min
	Encontro 2: 2 aulas de 45min	Aplicação do roteiro de aula prática - MRU	90min
2ª Etapa	Encontro 3: 1 aula de 45min	Debate inicial	20min
		Aplicação DI - MRUV	25min
	Encontro 4: 2 aulas de 45min	Aplicação do roteiro de aula prática - MRUV	90min
3ª Etapa	Encontro 5: 1 aula de 45min	Debate inicial	20min
		Aplicação DI – Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima	25min
	Encontro 6: 2 aulas de 45min	Aplicação do roteiro de aula prática - Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima	90min
4ª Etapa	Encontro 7: 1 aula de 45min	Aplicação do questionário de satisfação	45min

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

4 APLICAÇÃO DO PRODUTO

O produto educacional referente a esta dissertação de mestrado, foi aplicado em uma turma da primeira série do Ensino Médio da modalidade regular, do Colégio Objetivo, localizado na cidade de João Câmara – RN. Esta turma é composta por 8 alunos com a faixa etária entre os 15 e 16 anos, sendo a maioria do sexo feminino. A aplicação foi realizada nas aulas de física, durante o período do mês de agosto e setembro de 2022.

4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este produto foi planejado e desenvolvido para ser aplicado por intermédio de aulas práticas experimentais virtuais. Portanto, ao longo da sequência didática, foram desenvolvidos roteiros de aulas práticas destinados aos conteúdos de cada simulador, os quais foram aplicados ao longo de cada aula.

A proposta foi desenvolvida para ser aplicada no decorrer de quatro etapas. A primeira, segunda e terceira etapa foram aplicadas em três aulas de 45 min cada, sendo para cada etapa dois encontros, um de 45 min e outro de 90 min, isto é, três aulas de 45 min para cada etapa. E por fim, a quarta etapa que foi desenvolvida em um único encontro de 45 min, ou seja, conforme mencionado aqui e detalhado no quadro 1, a sequência didática será desenvolvida, ao longo de sete encontros, que totalizam dez aulas de 45 min.

Primeira etapa:

Nessa primeira etapa, especificamente, no primeiro encontro, foi apresentado aos estudantes o objetivo geral da pesquisa, para que desde o início do processo conhecessem a finalidade maior dos conteúdos a serem ministrados. Como essa etapa foi destinada ao estudo do Movimento Retilíneo Uniforme, após fazer essa apresentação foi realizado um debate inicial, no qual o professor citou situações do próprio dia a dia dos estudantes, e fez questionamentos acerca dos conceitos básicos da cinemática. Posteriormente, conforme Figura 26, foi feita aplicação do diagnóstico inicial referente ao Movimento Retilíneo Uniforme – MRU, (**Apêndice A.1**), que teve como objetivo, identificar os conhecimentos prévios dos alunos, bem como o nível de desenvolvimento que eles se encontram com relação a esse conteúdo.

Figura 26: Momento de aplicação do diagnóstico inicial referente ao MRU.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Feito isso, foi apresentado aos estudantes o software Modellus e como funciona a metodologia de sala de aula invertida. Na ocasião, antes de acabar a aula, foi solicitado a eles que, em casa, através do livro didático adotado pela escola, fizessem o estudo do conteúdo: Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) para que na aula seguinte, pudessem pôr em prática o que aprenderam em casa.

Assim, no segundo encontro, foi feita a aplicação do roteiro de aula prática referente ao simulador 1 – Movimento Retilíneo Uniforme – MRU (**Apêndice B.1**). Esse foi o momento, em que, conforme Figura 27, os alunos começaram a ter o primeiro contato propriamente dito com o software, isto é, aqui eles fizeram a instalação do software, abriram o simulador e seguiram o roteiro para interagir com o software, analisando o movimento e buscando as soluções dos exercícios propostos.

Figura 27: Momento de aplicação do Simulador 1 - MRU.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Segunda etapa:

A segunda etapa foi destinada ao estudo do Movimento Uniformemente Variado – MRUV. Para tanto, assim como na primeira etapa. No terceiro encontro, foi realizado um breve debate, em que o professor fez indagações acerca dos conteúdos que envolvem o movimento MRUV, procurando abranger o cotidiano dos estudantes e assim sondar, os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao tema. Posteriormente, foi feita a aplicação de um novo Diagnóstico Inicial, (**Apêndice A.2**), agora

referente ao MRUV, para que os alunos pudessem construir e expor seus conhecimentos prévios no papel. Concluída a aplicação do DI e obedecendo à metodologia da sala de aula invertida, foi solicitado aos estudantes que em casa, através do livro didático adotado pela escola, fizessem o estudo do conteúdo a ser trabalhado na atividade-prático experimental da aula seguinte: Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).

Feito isso, no quarto encontro foi realizada a segunda aula prática (Figura 28), a qual foi conduzida através do roteiro de aplicação referente ao Simulador 2 – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado – MRUV (**Apêndice B.2**).

Figura 28: Momento de aplicação do Simulador 12 - MRUV.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

O simulador 2 apresenta, de forma dinâmica e interativa, dois carrinhos executando um MRUV, com isso, através desta e do roteiro de aula prática, o professor atuou como mediador, auxiliando nas etapas, que os alunos teriam que proceder para fazer a análise dos dados, e solucionar os exercícios propostos no próprio roteiro (Figura 29 a e 29 b).

Figura 29 a: Professor mediando a aula-prático experimental.



Figura 29 b: Estudantes fazendo análise de dados do simulador 2.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Terceira etapa*:*

Na terceira etapa, especificamente no quinto encontro, foi realizado o estudo dos movimentos de Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima. Portanto, assim como nas etapas anteriores, primeiramente, foi feito um debate inicial, no qual o professor expôs situações do dia a dia dos estudantes. E com objetivo de sondar seus conhecimentos prévios, foram feitos questionamentos acerca dos conceitos básicos que envolvem o movimento de Queda Livre, e Lançamento Vertical para Cima. Logo após, aplicou-se o Diagnóstico Inicial referente aos conteúdos trabalhados, (**Apêndice A.3**). Além disso, foi solicitado aos estudantes que, em casa através do livro didático adotado pela escola, fizessem o estudo dos conteúdos a serem trabalhados na aula seguinte: Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima.

Posteriormente, no sexto encontro, conforme mostra Figuras 30 a e 30 b, foi realizada a última aula prática. Nessa aula, foi feita a aplicação do roteiro referente ao Simulador 3 – Queda Livre e o Simulador 4 – Lançamento Vertical para Cima (**Apêndice B.3**).

Figura 30 a: Estudantes fazendo análise de dados do simulador 3.



Figura 30 b: Estudantes fazendo análise de dados do simulador 4.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Nos simuladores 3 e 4, Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima, ambas as simulações são ilustradas pelo deslocamento de uma bola. No Simulador 3 tem-se uma bola realizando um movimento uniformemente acelerado e no Simulador 4 uma bola simulando um movimento uniformemente retardado. Além desses objetos, simulando os dois tipos de movimento, o aluno tinha na janela principal do simulador outras sub janelas, que o permitiram acompanhar todos os dados do movimento através de gráficos e tabela, ver Figura 30. Com isso, através do roteiro, dos simuladores, e da mediação do professor, o aluno colocou - em prática na sala de aula - aquilo que estudou em casa, o permitindo fazer a análise dos movimentos e solucionar os problemas propostos ao longo do presente roteiro.

Quarta etapa*:*

Por fim, com intuito de obter o feedback dos estudantes, no tocante das aulas prático-experimentais, este último encontro, conforme mostra Figura 31, foi destinado a aplicação de um Questionário de Satisfação (**Apêndice C**).

Figura 31: Aplicação do Questionário de Satisfação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O questionário é composto de cinco questões, conforme Apêndice C, quatro questões fechadas em que os alunos tiveram a oportunidade de avaliar as aulas e o conhecimento a respeito do software Modellus e uma questão aberta, em que puderam dar sua contribuição, expondo de forma descritiva, e argumentativa a sua opinião sobre as aulas desenvolvidas ao longo dessa sequência didática.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A eficácia da aplicação do produto educacional foi avaliada qualitativamente, através do envolvimento, engajamento e feedback dos alunos - no decorrer das respostas às atividades realizadas - na sequência didática proposta. A análise foi feita levando em consideração as respostas dos alunos aos questionários que compõe os diagnósticos iniciais e roteiros de aplicação, utilizados ao longo da aplicação de cada simulador, bem como o questionário de satisfação, aplicado ao fim de todo o processo.

Diferente de uma aula tradicional, em que o conteúdo, na maioria das vezes, é exposto apenas em quadro branco e o professor é o detentor do saber, foi possível observar com as atividades prático-experimentais virtuais utilizando o Modellus, a aprendizagem significativa e a metodologia de sala de aula invertida que os alunos apresentaram um envolvimento maior, participaram ativamente das aulas, manipulando os simuladores para resolução de problemas e vivenciando a experiência proporcionada pelo software. Ou seja, enquanto o professor foi mediador os estudantes foram protagonistas ao longo de todo processo.

Após aplicação, o produto educacional desenvolvido nesta dissertação demonstrou potencial não apenas na substituição de experimentos reais por experimentos virtuais, que nesse caso foi planejado e desenvolvido para suprir a necessidade devido à falta de laboratório, bem como a flexibilidade de poder ser utilizado de forma remota ou presencial, o que permite ser utilizado em ocasiões como a vivenciada no período da COVID-19, mas mostrou-se também vantajoso, em relação ao fato de poder adotar uma metodologia de ensino em que o aluno pudesse aprender de forma dinâmica através da dúvida, do questionamento, deixando de lado o papel de receptor para ser o construtor do próprio conhecimento.

A seguir, apresentamos a análise dos referente aos diagnósticos iniciais, roteiros de aplicação e questionário de satisfação aplicados nas atividades relatadas no capítulo 4, na turma da 1ª série do Ensino Médio do Colégio Objetivo de João Câmara.

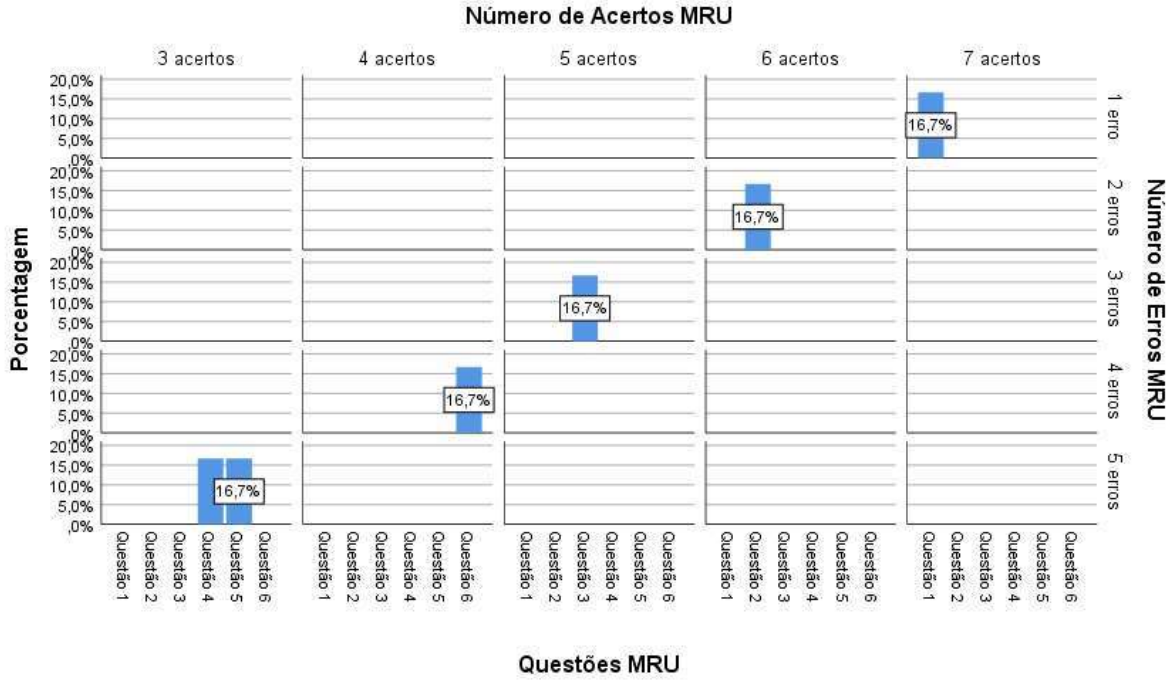
5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Analisando os resultados obtidos nas questões que compõem os questionários, de cada diagnóstico inicial e roteiro de aplicação, apresentaremos gráficos estatísticos exibindo comparativos dos resultados, seguidos de uma abordagem teórica.

Simulador 1 – MRU

No diagnóstico inicial para o MRU, buscamos verificar os conhecimentos prévios dos alunos no tocante a esse conteúdo. Como pode ser visto no Gráfico 1, é possível observar que todos os alunos já possuem algum conhecimento sobre o conteúdo, além disso, podemos observar que o número de acertos ocorreu de forma decrescente, com exceção da questão 6, na qual o número de acertos e o número de erros foram iguais. Isso pode ser atribuído ao fato de que as questões do diagnóstico inicial foram elaboradas aumentando-se o nível por questão.

Gráfico 1 - Número de erros e acertos por questão referente ao diagnóstico inicial do MRU.



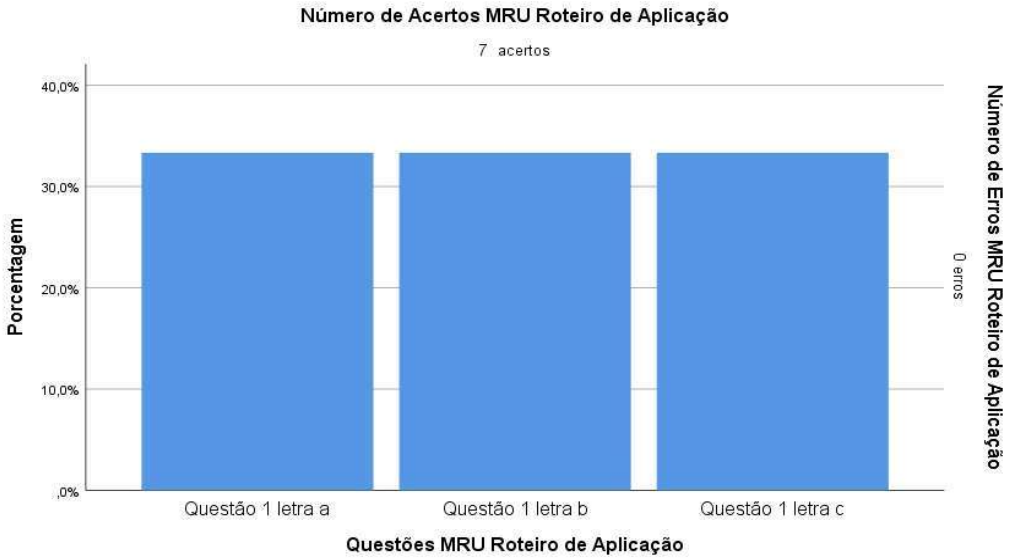
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Já no roteiro de aplicação para esse simulador, tivemos como objetivo avaliar o envolvimento e aprendizagem dos estudantes em relação ao conteúdo MRU, utilizando o software de modelagem matemática, Modellus. Esse roteiro é composto por 4 questões subjetivas, as questões 1, 2 e 3 possuem três itens (*a, b* e *c*), já a questão 4 possui apenas um item (*a*).

Levando em consideração que no dia da aplicação desse roteiro faltou um aluno e que a análise foi feita apenas com os estudantes presentes, é possível perceber que nas questões 1 (Gráfico 2) e 4 (Gráfico 5) tivemos um total de sete acertos, ou seja, um índice de 100% de acertos em todos os itens das questões.

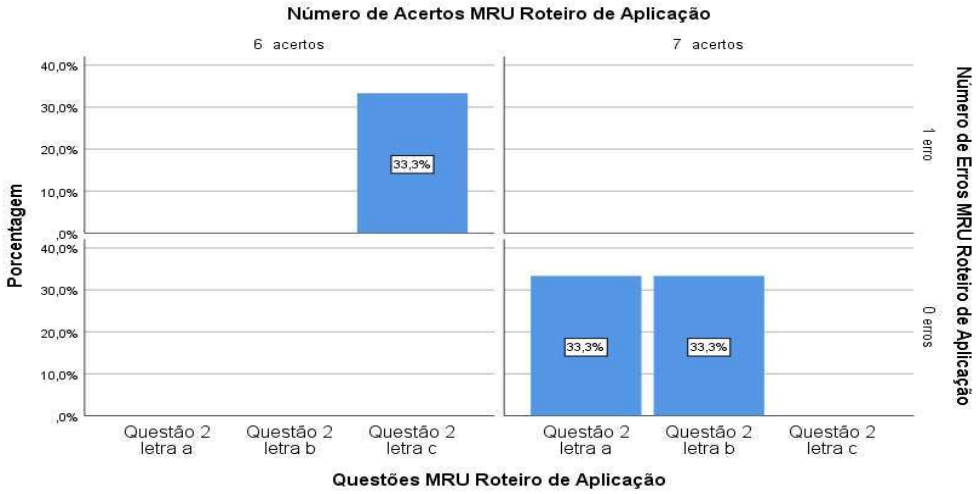
Já na questão 2 (Gráfico 3), observamos um índice de 100% de acertos apenas nos itens *a* e *b*, tendo o item *c* apresentado um erro e seis acertos. Enquanto na questão 3 (Gráfico 4), tivemos dois erros no item *b* e 100% de acertos nos itens *a* e *c*. A redução no número de acertos das questões 2 e 3 pode ser associado ao fato de alguns alunos apresentarem dificuldade na identificação dos sinais de negativo e positivo das posições para o cálculo do deslocamento.

Gráfico 2 – Questão 1 referente ao roteiro de aplicação do MRU.



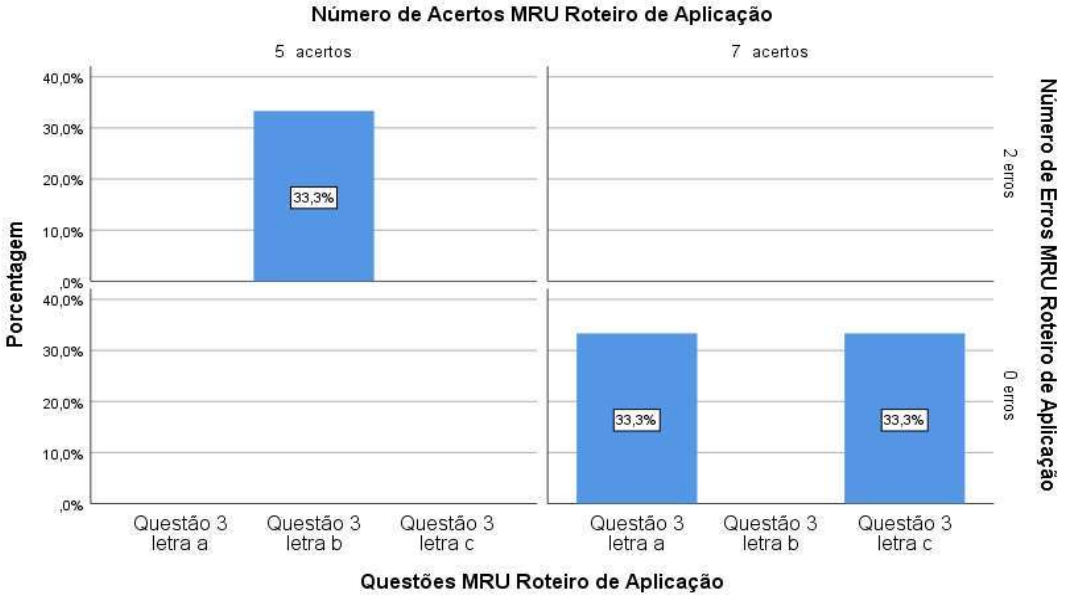
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Gráfico 3 – Questão 2 referente ao roteiro de aplicação do MRU.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Gráfico 4 – Questão 3 referente ao roteiro de aplicação do MRU.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Gráfico 5 – Questão 4 referente ao roteiro de aplicação do MRU.



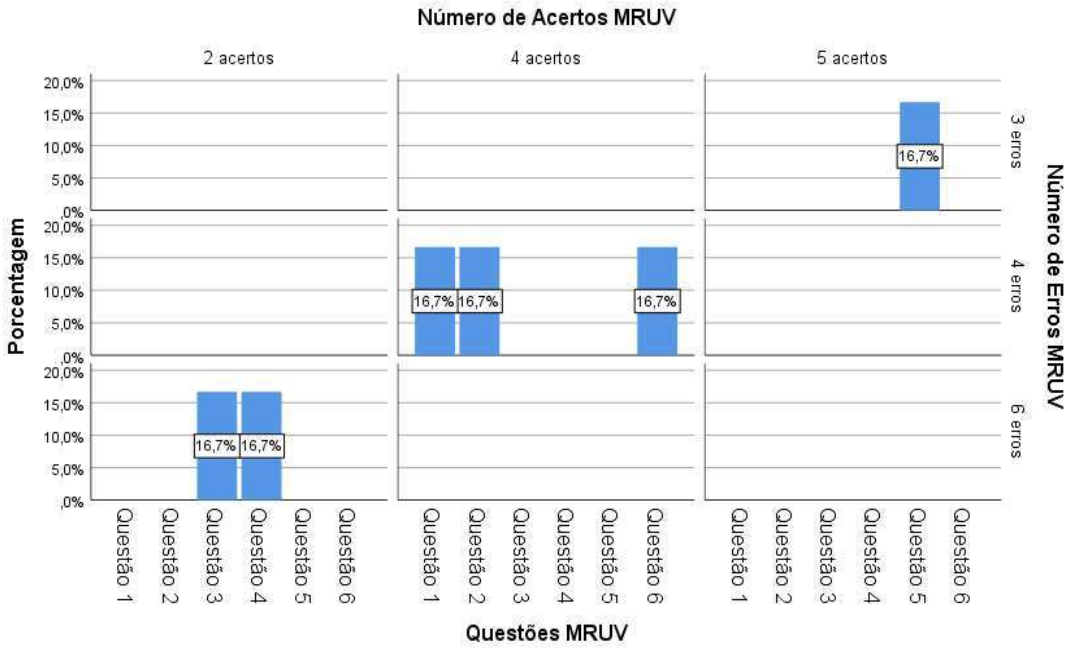
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Simulador 2 – MRUV

Assim como no simulador 1, no diagnóstico inicial para o MRUV, tivemos como objetivo, verificar os conhecimentos prévios dos alunos no que se refere a este conteúdo. Como pode ser visto no Gráfico 6, apesar das questões de o diagnóstico inicial terem sido elaboradas aumentando-se o nível por questão, é possível observar que em relação ao MRU o número de acertos teve um pequeno aumento, com exceção das questões 3 e 4, que apresentaram seis erros e apenas dois acertos. Ou seja,

aqui foi possível verificar que os alunos possuem um pouco mais de conhecimentos prévios. O que pode ser atribuído ao fato de que o MRUV é um conteúdo mais presente no dia a dia dos estudantes do que o MRU.

Gráfico 6 - Número de erros e acertos por questão referente ao diagnostico inicial do MRUV.



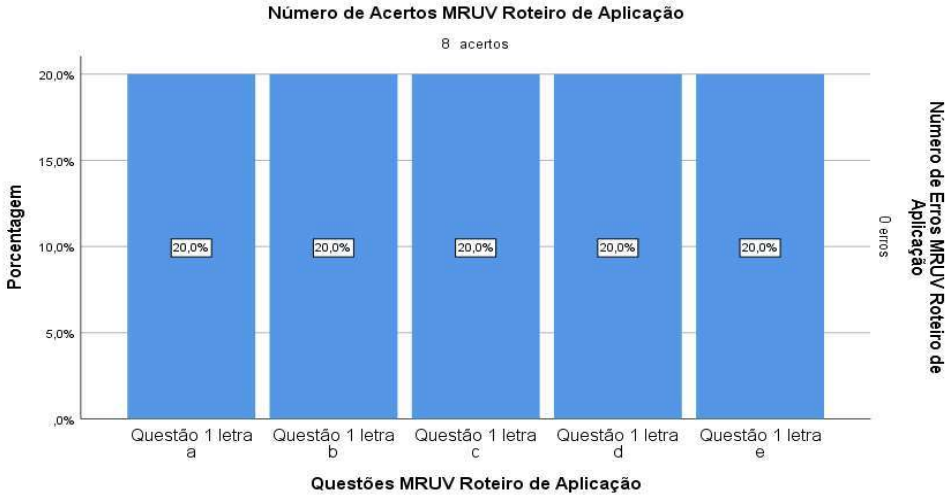
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Seguindo a mesma dinâmica do simulador 1, isto é, com objetivo de avaliar o envolvimento e aprendizagem dos estudantes, em relação ao conteúdo MRUV, utilizando o software Modellus, foi aplicado um outro roteiro, sendo que agora para o simulador 2. Esse roteiro é composto por 2 questões subjetivas, essas questões possuem cinco itens (*a, b*, *c, d* e *e*).

Na questão 1, como pode ser observado no Gráfico 7, tivemos um índice de 100% de acertos em todos os itens da questão. Já na questão 2 (Gráfico 8), observamos um índice de 100% de acertos em quase todos os itens da questão, com exceção apenas do item *c* que contabilizou 5 acertos e 3 erros.

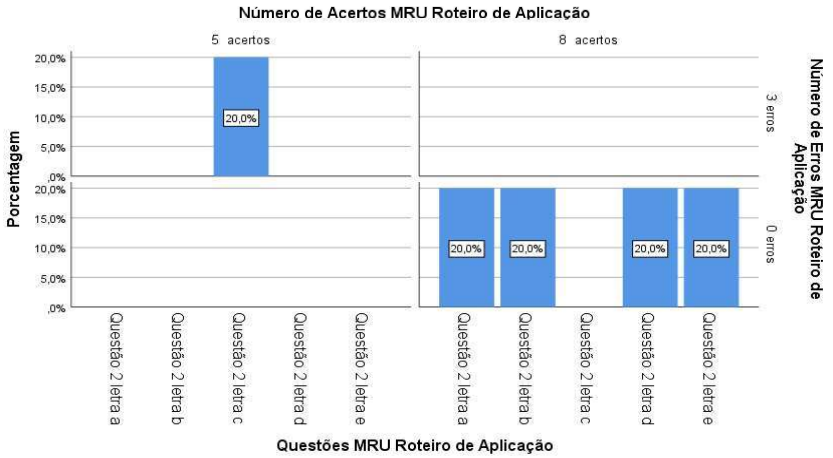
Esse item *c* da questão 2 solicitava que o aluno alterasse algumas variáveis no simulador e em seguida traçasse o gráfico da função horária da velocidade e da posição, como pode ser visto no Gráfico 8, menos da metade da turma errou a questão. Esses erros, por sua vez, podem estar associados à recorrente dificuldade de traçar gráficos de funções, vivenciada pelos alunos, tanto na disciplina de Física, quanto na disciplina de Matemática.

Gráfico 7 – Questão 1 referente ao roteiro de aplicação do MRUV.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Gráfico 8 – Questão 2 referente ao roteiro de aplicação do MRUV.

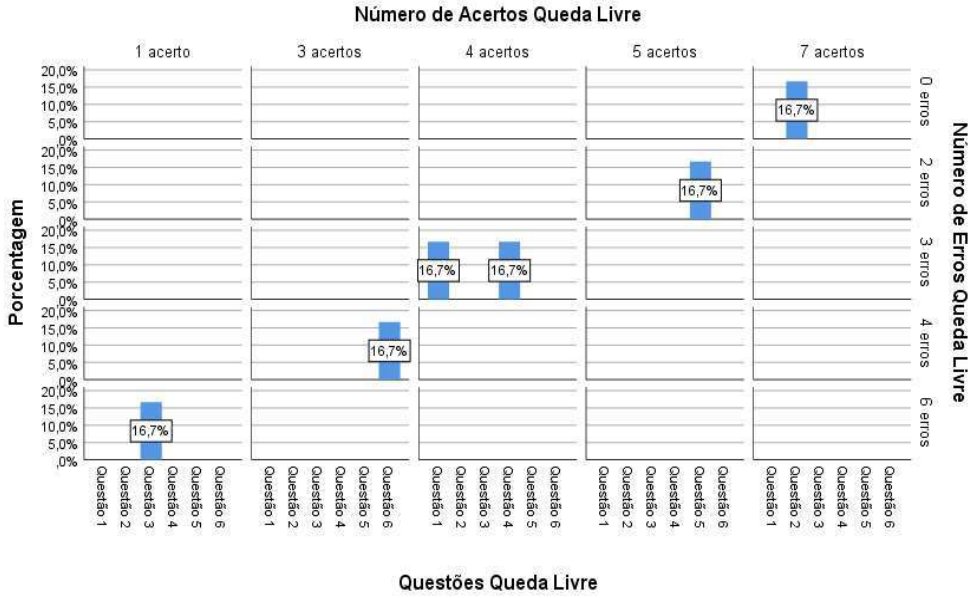


Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Simulador 3 e 4 – QL e LV

No diagnóstico inicial para os simuladores 3 e 4, tivemos como objetivo sondar os conhecimentos prévios dos estudantes, no que se refere aos conteúdos de queda livre, e lançamento vertical para cima. Como já citado anteriormente, os gráficos dos diagnósticos iniciais foram elaborados aumentando o nível por questão. Apesar disso, como foi observado no Gráfico 10, aqui tivemos um índice de acertos e erros semelhante ao diagnóstico inicial do MRUV. O que pode ser ligeiramente associado ao fato dos movimentos de queda livre e lançamento vertical para cima serem considerados MRUV.

Gráfico 9 - Número de erros e acertos por questão referente ao diagnóstico inicial do QL e LV.

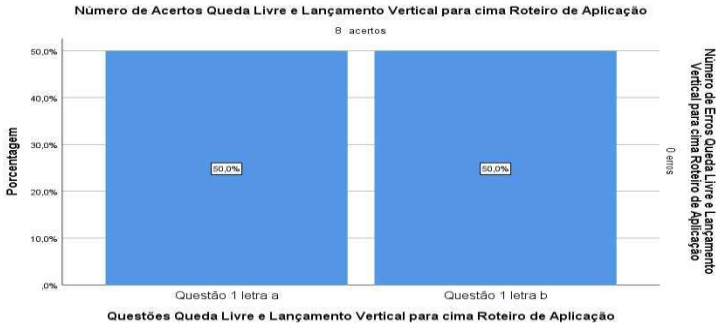


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Diferente dos simuladores anteriores, em que para cada simulador foi aplicado um roteiro, aqui aplicou-se um único roteiro para o simulador 3 e o simulador 4. Esse roteiro teve como objetivo avaliar o envolvimento e aprendizagem dos estudantes, em relação aos conteúdos de QL e LV, utilizando o software Modellus. Esse roteiro é composto por 2 questões subjetivas, a questão 1 possui dois itens (*a* e *b*) e a questão 2 possui quatro itens (*a, b, c* e *d*).

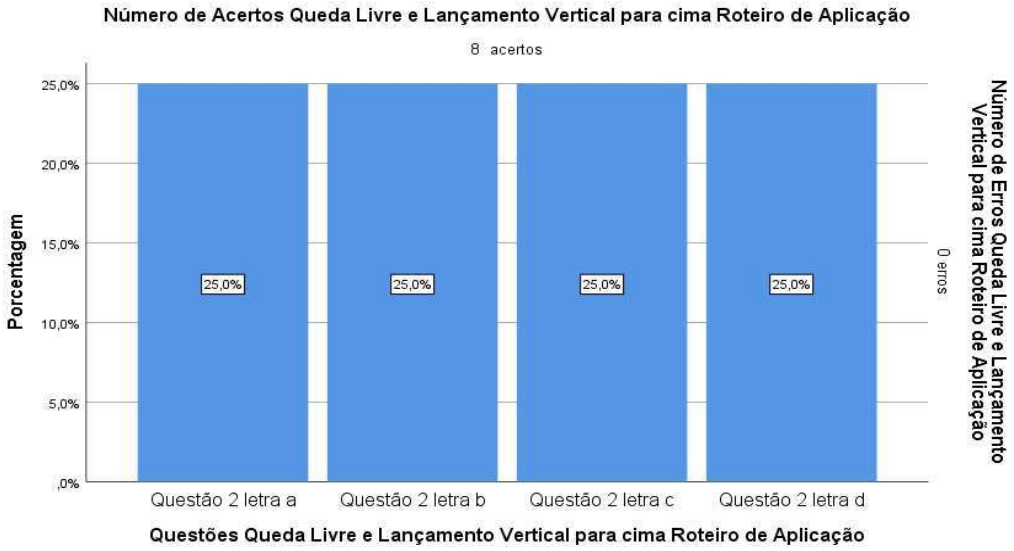
Como pode ser observado nos Gráfico 10 e 11, tivemos um índice de 100% de acertos em todos os itens das questões 1 e 2.

Gráfico 10 – Questão 1 referente ao roteiro de aplicação da QL e LV.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Gráfico 11 – Questão 2 referente ao roteiro de aplicação da QL e LV.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No geral, foi possível observar que após aplicação dos roteiros que fazem uso dos simuladores desenvolvidos com o software Modellus, utilizados com base na aprendizagem significativa de David Ausubel e a metodologia de sala de aula invertida, foi possível observar não só um envolvimento maior por parte dos alunos, como também um aumento significativo nos índices de acertos das questões que compõe as atividades propostas na sequência didática.

Questionário de satisfação

Ao final de todo processo foi realizada uma pesquisa de satisfação com os estudantes. Essa pesquisa, ocorreu através da aplicação de um questionário composto de quatro questões fechadas de sim ou não, e uma questão aberta em que os alunos puderam deixar seu feedback a respeito da sequência didática aplicada.

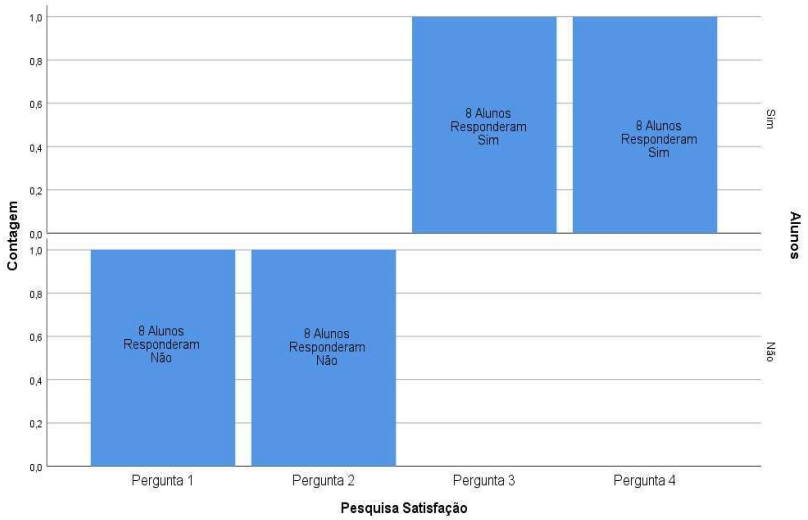
Na questão 1, visamos verificar se os alunos já conheciam ou se já haviam tido contato anteriormente com o software Modellus. Conforme mostrado no Gráfico 12, foi observado que, apesar de o programa já existir, nenhum dos estudantes dessa turma o conhecia. Isto, o software Modellus foi algo novo para eles.

Na questão 2, tivemos como objetivo verificar se os alunos sentiram alguma dificuldade na utilização dos simuladores. Todos os alunos responderam que não, Gráfico 12. Ou seja, não sentiram dificuldade em utilizar os simuladores. O que contribuiu para que a aplicação ocorresse de forma tranquila.

Na questão 3, o objetivo foi avaliar se o uso dos simuladores facilitou a compreensão dos conteúdos. Como pode ser observado no gráfico abaixo, todos os alunos responderam que sim.

Na questão 4, visamos verificar se eles consideravam os simuladores como sendo uma ferramenta importante em seu processo de ensino e aprendizagem. Sem exceção, todos os estudantes responderam que sim.

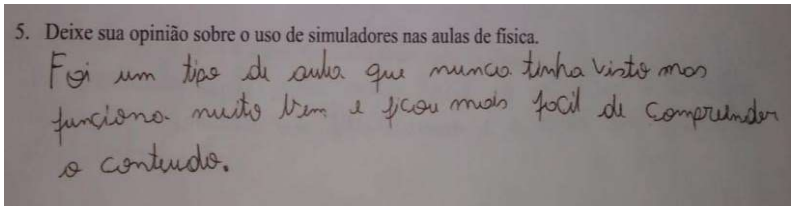
Gráfico 12 – Pesquisa de satisfação (questões fechadas).

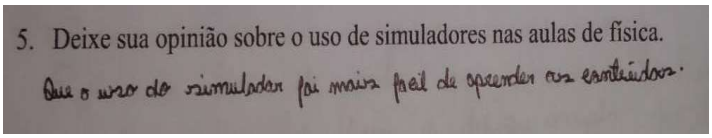
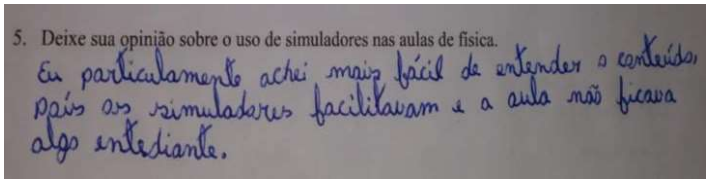
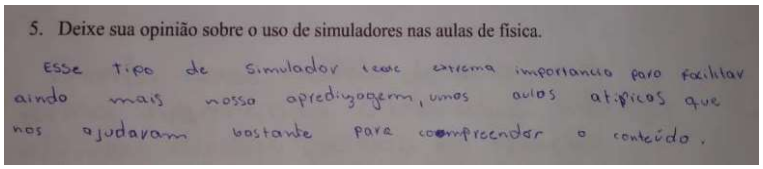
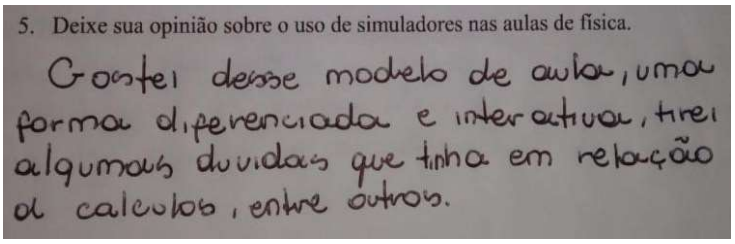
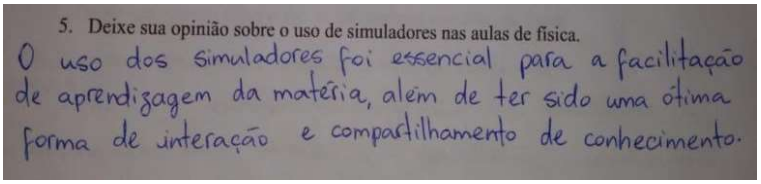


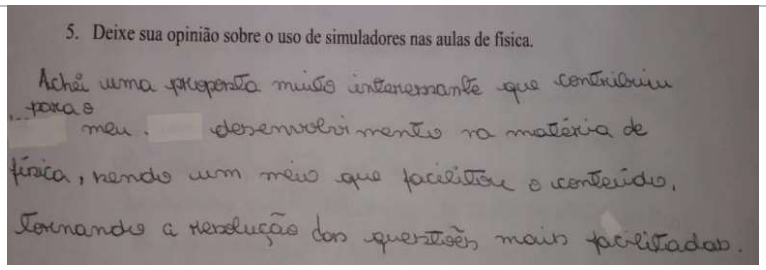
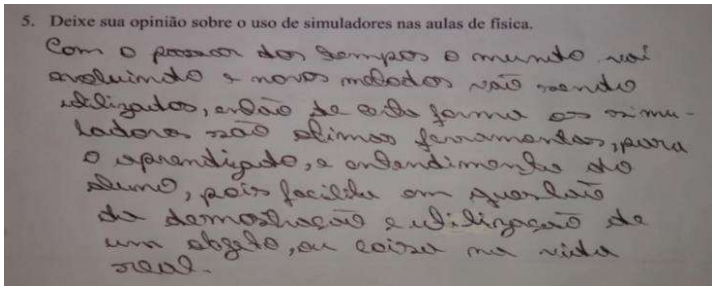
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Já na questão 5, conforme mostra o Quadro 2, visamos avaliar a opinião dos alunos, isto é, obter o feedback deles em relação ao uso dos simuladores computacionais nas aulas de Física.

Quadro 2 – Pesquisa de satisfação (questão 5).

PESQUISA DE SATISFAÇÃO		
Questão aberta	**Aluno**	**Resposta**
Questão 5	1	

Questão 5		
	2	 5. Deixe sua opinião sobre o uso de simuladores nas aulas de física. Que o uso do simulador foi mais fácil de aprender os conteúdos.
	3	 5. Deixe sua opinião sobre o uso de simuladores nas aulas de física. Eu particularmente achei mais fácil de entender o conteúdo, pois os simuladores facilitaram e a aula não ficava algo entediante.
	4	 5. Deixe sua opinião sobre o uso de simuladores nas aulas de física. Esse tipo de simulador teve extrema importancia para facilitar ainda mais nossa aprendizagem, umas aulas atipicas que nos ajudaram bastante para compreender o conteúdo.
	5	 5. Deixe sua opinião sobre o uso de simuladores nas aulas de física. Gostei desse modelo de aula, uma forma diferenciada e interativa, tirei algumas duvidas que tinha em relação ao calculos, entre outros.
	6	 5. Deixe sua opinião sobre o uso de simuladores nas aulas de física. O uso dos simuladores foi essencial para a facilitação de aprendizagem da matéria, além de ter sido uma ótima forma de interação e compartilhamento de conhecimento.

	7	
	8	

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

De acordo com os dados obtidos na pesquisa de satisfação, tanto nas questões fechadas (Gráfico 12) como na questão aberta (Quadro 2), podemos concluir que os alunos ficaram bastante satisfeitos. Ou seja, as respostas coletadas, ao longo da aplicação do questionário, nos permitiram considerar um feedback satisfatório. O que nos permite concluir que o produto educacional aqui desenvolvido apresenta potencial para ser utilizado e adaptado por professores e alunos como uma ferramenta facilitadora do processo de ensino e aprendizagem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Propusemos nesta dissertação de mestrado, um produto educacional com o objetivo de contribuir para as mudanças na educação tradicional, visando criar ambientes que pudessem enfatizar a construção do conhecimento de forma lúdica, dinâmica, acessível aos estudantes e compatível com as novas formas de ensinar e aprender.

Como visto, o produto educacional é composto por 4 simuladores desenvolvidos no software modelo (Simulador 1 – MRU; Simulador 2 – MRUV; Simulador 3 – QL; Simulador 4 – LV) prontos para serem aplicados em sala de aula, e uma sequência didática com questionários diagnósticos, roteiros de aplicação para cada simulador e uma pesquisa de satisfação.

A ideia da utilização do Modellus, surgiu através da busca por novas metodologias de ensino que pudessem ser compatíveis com as novas formas de ensinar e aprender, e que ao mesmo tempo pudessem suprir a lacuna gerada pela inexistência de laboratório de Física na maioria das escolas públicas.

Em um trabalho dessa natureza, é de extrema importância o empenho e dedicação do professor, haja vista que a preparação deste se torna indispensável para que consiga criar e executar as atividades propostas podendo se tornar um agente facilitador no processo de ensino e aprendizagem.

Como isso, a partir da experiência relatada ao longo desta dissertação é possível concluir que as atividades aqui propostas podem trazer resultados satisfatórios.

Isso porque, de acordo com os resultados obtidos na aplicação do produto educacional, a utilização do software Modellus, atrelado a aprendizagem significativa de David Ausubel e a Metodologia de Sala de Aula Invertida, mostrou-se promissora, e pode proporcionar ao professor de Física um grande potencial na criação e contextualização de suas atividades em sala de aula.

Portanto, esperamos com este trabalho poder contribuir com os docentes que desejam utilizar as ferramentas tecnológicas em suas aulas, ou ainda, buscam motivar e ao mesmo tempo incentivar os alunos a se tornarem protagonistas do seu próprio processo de ensino e aprendizagem.

Assim, desejamos que a partir da leitura desse trabalho, os professores se sintam motivados a utilizar, adaptar ou até mesmo implementar propostas dessa natureza.

REFERÊNCIAS

AMORIM, E. S. A.; SANTOS, F. E. A. **O uso do software modellus como ferramenta auxiliar no ensino de física: uma aplicação da cinemática**. Dissertação (Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2018.

ANDRADE, M. E. **Simulação e modelagem computacional com o software Modellus: aplicações práticas para o ensino de física**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

_____. **O uso das novas tecnologias da informação e comunicação no ensino de física**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

ARAÚJO, I. S. **Um estudo sobre o desempenho de alunos de física usuários da ferramenta computacional modellus na interpretação de gráficos em cinemática*.** Dissertação (Mestrado) – Mestre em Física, Curso de Pós-Graduação em Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

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

_____. **The psychology of meaningful verbal learning.** New York, Grune and Stratton, 1963.

BERGMANN, J.; SAMS. A. **Sala de aula invertida**: uma metodologia ativa de aprendizagem. LTC, 2016.

BRASIL, MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Parte III. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

_____. MEC/SEF, 1998. _____. **Orientações curriculares para o ensino médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias / Secretaria de Educação Básica. Brasília: MEC/SEMTEC, 2006.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: 1999. 360p.

CABELLERO, M.C; RODRÍGUEZ, M.L. Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente. Actasdel Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España. p. 19-44.

CARDOSO, S.; DICKMAN, A. Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 2: p. 891-934, out. 2012.

COSTA, M.; CAMARGO, M.; PEREIRA, Y.; BATISTA, I.; BRANCHER, J. Simulações virtuais de experimentos históricos para o ensino da Teoria Eletrofraca. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 346-404, abr. 2021.

DOURADO, L. Trabalho Prático (TP), Trabalho Laboratorial (TL), Trabalho de Campo (TC) e Trabalho Experimental (TE) no Ensino de Ciências – contributo para uma classificação de termos. In: VERRÍSSIMO, A.; PEDROSA, A.; RIBEIRO, R. (Org) **Ensino Experimental das Ciências –**

(Re)pensar o Ensino de Ciências. Porto: Departamento de Ensino Secundário, Ministério da Educação de Portugal, 13-18, 2001.

FERREIRA, M.; FILHO, O.; MOREIRA, M.; FRANZ, G.; PORTUGAL, K.; NOGUEIRA, D. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 42, e20200057, 2020.

FIASCA, A. B. A.; BELMONTE, V. N.; BATISTA, M. C. A utilização de metodologias ativas no ensino de física: uma possibilidade para o ensino de relatividade restrita na educação básica. **Experiências em Ensino de Ciências,** V.16, No.2, 2021.

FONSECA, M.; MAIDANA, N.; SEVERINO, E.; BARROS, S.; SENHORA, G.; VANIN, V. O laboratório virtual: Uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 4, 4503, 2013.

FREEDMAN, R.A. e Young, H.D. **University Physics with Modern Physics**, 14ª Edição, Pearson, Boston, 2016.

GONÇALVEZ, J. S. **O uso do modellus aplicado ao ensino de física uma proposta didática para o ensino de oscilações harmônicas**. Dissertação (Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Maranhão, 2018.

JUNIOR, J. H. T. D. C. **O software Modellus aliado a estratégia de ensino: um estudo comparativo do desempenho dos alunos do ensino médio nas aulas de física**. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP. **Relatório Brasil no Pisa 2018***:* versão preliminar. Brasília, DF, 2019.

LEONTIEV, A. Libro 180 Actividad, Conciencia y Personalidad. **Colección Socialismo y Libertad**, 1978.

LEITE, Laurinda (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In H. V. Caetano & M. G. Santos (Orgs.), **Cadernos Didácticos de Ciências –** Volume 1. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário (DES), pp. 77-96.

LIMA, S. C.; TAKAHASHI, E. K. Construção de conceitos de eletricidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental com uso de experimentação virtual. **Revista Brasileira de Ensino de Física,** v. 35, n. 2, 3501, 2013.

MACÊDO, J.; DICKMAN, A.; ANDRADE, I. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1: p. 562-613, set. 2012.

MONTEIRO, M. O uso de tecnologias móveis no ensino de física: uma avaliação de seu impacto sobre a aprendizagem dos alunos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 16, n°1, 2016.

MOREIRA, M.; ROMEU, M.; ALVES, F.; SILVA, F. Contribuições do Arduíno no ensino de física: uma nova revisão sistemática de publicações na área do ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física,** v. 35, n. 3, p. 721-745, dez. 2018.

NOVAK, G. M. et al. **Just-in-time teaching**: blending active learning with web technology. [S.l.] Prentice Hall, p. 188, 1999.

NÚÑEZ, I. B. **Vygotsky, Leontiev, Galperin:** Formação de conceitos e princípios didáticos. 1. ed. Liber Livro: Brasília, 2009.

OLIVEIRA, J.; FERREIRA, M; MILL, D. **Tecnologias no ensino de física**: um estudo sobre concepção e perspectivas de professores do ensino médio. Inc.Soc., V. 10, n. 1, p. 147-161, jul/dez. 2018.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa de; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Sala de aula invertida (flipped classroom), inovando as aulas de física. Física na Escola. v.14, n. 2, 2016.

PAIVA, M. R. F.; PARENTE, J. R. F.; BRANDÃO, I. R.; QUEIROZ, A. H. **Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem:** Revisão Integrativa. SANARE, Sobral, v. 15, n. 2, p. 145-153, 2016.

PAULA, H. Fundamentos Pedagógicos para o Uso de Simulações e Laboratórios Virtuais no Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências** 17(1), 75–103. abril. 2017.

PEREIRA, M.; MOREIRA, M. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 265-277, abr. 2017.

RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física**.10. ed. São Paulo: Moderna, 2009.

ROCHA, F.; MARRANGHELLO, G.; LUCCHESE, M. Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de física em tempo real. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 98-123, abr. 2014.

ROCHA, P.; SILVEIRA, J. Estudo e aplicação de simulação computacional em problemas simples de mecânica dos fluidos e transferência de calor. **Revista Brasileira de Ensino de Física,** v. 34, n. 3, 4306, 2012.

SANTOS, M.; PASSOS, M.; ARRUDA, S. Geração de imagens animadas GIF com o Mathematica®: Simulações didáticas de ondas eletromagnéticas e polarização da luz. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 38, no 1, 1502, 2016.

SCHMITZ, E. X. **Sala de aula invertida**: uma abordagem para combinar metodologias ativas e engajar alunos no processo de ensino-aprendizagem. Disponibilidade: Vídeo em https://bit.ly/2K09fz1 e dissertação em goo.gl/1FCvAd, 2017.

SOARES, A.; MORAES, L.; OLIVEIRA, F. Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 915-933, dez. 2015.

SOARES, João Almir. Caderno pedagógico de física experimentos virtuais (software de simulação). In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. **O professor PDE**

e os desafios da escola pública paranaense: produção didático-pedagógica, 2010. Curitiba: SEED/PR., 2011. V.2. (Cadernos PDE). Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2010/2010_ufpr_fis_pdp_joao_almir_soares.pdf. Acesso em: dez, 2022.

SOBRINHO, N. S. **A utilização do modellus no ensino do movimento retilíneo uniforme nas aulas de física na educação de jovens e adultos.** Dissertação (Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2020.

SOUZA, P.; OLIVEIRA, G.; BENITE, C.; BENITE, A. Estudos sobre a ação mediada no ensino de física em ambiente virtual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1: p. 420-447, set. 2012.

SILVA, Tazia Cristina da. O uso de brinquedos no ensino do conceito de energia mecânica para alunos do ensino fundamental / Tazia Cristina da Silva. – Natal, 2019.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. **Modelagem no ensino/aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio,** São Paulo, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 2, p. 87-96, jun. 2022.

VISCONI, R.; SILVA, D.; ÁVILA, E.; MARTON, I.; SANTOS, M.; BALISCEI, M.; OLIVEIRA, M.; SANTOS, R.; SABINO, A.; GOMES, E.; PASSOS, M.; ARRUDA, S. Maquete didática e um sistema trifásico de corrente alternada com Arduíno: ensinando sobre a rede elétrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.32, n.3, p. 856-869, dez. 2015.

WAGNER, O. R. **Uma Proposta de Sequência Didática para a Discussão de Conceitos Relacionados à Cinemática e Dinâmica Através da Modelização no Primeiro Ano do Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado) – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

APÊNDICE A – DIAGNÓSTICOS INICIAIS

A.1 DI 1 - Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

COLÉGIO OBJETIVO Praça Monsenhor Vicente de Freitas, 188 João Câmara – Rio Grande do Norte - 59550-000			
Aluno (a):			Nota:_____
Turma: 1ª Série	Ensino Médio	Diagnóstico inicial: Movimento Retilíneo Uniforme	Data: ___/___/2022
Disciplina: *Física*		**Profª** *Valesca Taciele*	

DIAGNÓSTICO INICIAL

MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (MRU)

1. O que caracteriza um movimento uniforme:
   a) um movimento com velocidade constante
   b) um movimento com aceleração constante
   c) um movimento com posição constante
   d) todas as alternativas estão corretas
   e) nenhuma das alternativas está correta

2. Se a velocidade escalar de um móvel é positiva:
   a) o movimento é progressivo.
   b) o movimento é retrógrado.
   c) o movimento é necessariamente uniforme.
   d) o movimento é necessariamente variado.
   e) nenhuma das afirmações anteriores é correta.

3. Num movimento retrógrado:
   a) os espaços crescem com o decorrer do tempo.
   b) os espaços decrescem com o decorrer do tempo.
   c) a velocidade escalar média é nula.
   d) a velocidade escalar é positiva.
   e) nenhuma das afirmações anteriores é correta

4. (Unifor-CE) Numa viagem de automóvel foram anotados os instantes e os marcos quilométricos, durante certo intervalo de tempo, conforme a tabela a seguir. Supõe-se movimento uniforme.

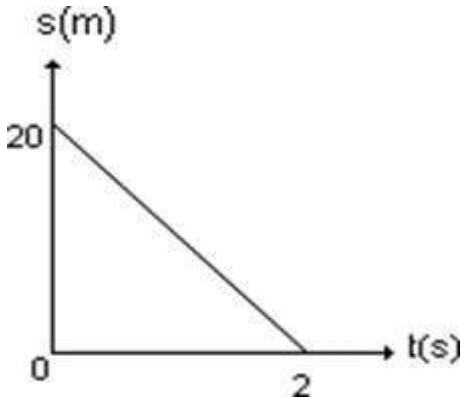
Instante	7h00min	7h05min	7h10min	7h15min	7h20min
Marco quilométrico	193	198	203	208	213

Considere a seguinte frase incompleta: "No instante t 7h10min, o movimento tem velocidade escalar de _____ e o automóvel encontra-se no marco quilométrico _____".

Os valores mais prováveis para se preencher corretamente as lacunas da frase são, respectivamente,

a) 203 km/h e 1,0 km.
b) 5 km/h e 1,0 km.
c) 1,0 km/min e 1,0 km.
d) 1,0 km/min e 203 km.
e) 5,0 km/min e 203 km.

5. O gráfico posição x tempo abaixo, refere-se a uma partícula que se desloca em movimento uniforme.



Pode-se afirmar que a equação horária dos espaços para o movimento dessa partícula, com unidades no sistema internacional é:

a) s = 20 + 10.t
b) s = 20 + 20.t
c) s = 20 – 10.t
d) s = 2 + 10.t
e) s = 20 – 40.t

6. Dois ciclistas que se movem com velocidade constante possuem funções horárias S1 = 20 + 2.t e S2 = -40 + 3.t; em relação a um mesmo referencial e com unidades do Sistema Internacional. Pode-se afirmar que o instante de encontro entre eles é:

a) 30 s
b) 40 s
c) 50 s
d) 60 s
e) 70 s

Cartão resposta:

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Atenção!

- Use CANETA AZUL ou PRETA;
- Não use LÁPIS GRAFITE;
- Marque apenas uma alternativa:

	A	B	C	D	E
1		■			

Bons estudos!

A.2 DI 2 - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

<table>
<tr><td colspan="3">COLÉGIO OBJETIVO
Praça Monsenhor Vicente de Freitas, 188
João Câmara – Rio Grande do Norte - 59550-000</td><td>OBJETIVO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Aluno (a):</td><td rowspan="3">Nota:_____

Data: ___/___/2022</td></tr>
<tr><td>Turma: 1ª Série</td><td>Ensino Médio</td><td>Diagnóstico inicial: Movimento Retilíneo Uniformemente Variado</td></tr>
<tr><td colspan="2">Disciplina: Física</td><td></td></tr>
</table>

DIAGNÓSTICO INICIAL

MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MRUV)

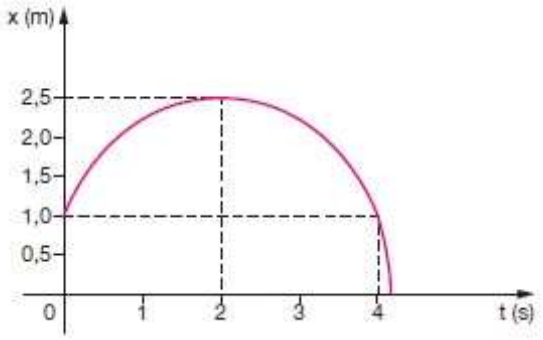
1. O que caracteriza um **movimento retilíneo uniformemente variado**:
   f) um movimento com velocidade constante e igual a zero
   g) um movimento com aceleração constante e diferente de zero
   h) um movimento com posição constante e diferente de zero
   i) todas as alternativas estão corretas
   j) nenhuma das alternativas está correta

2. Se a velocidade e aceleração escalar de um móvel são ambos negativo:
   a) o movimento é retrógrado e acelerado.
   b) o movimento é progressivo e retardado.
   c) o movimento é retrógrado e retardado.
   d) o movimento é necessariamente variado.
   e) nenhuma das afirmações anteriores é correta.

3. Num movimento uniformemente variado:
   a) a velocidade sofre variações iguais em intervalos de tempos iguais
   b) a aceleração sofre variações iguais em intervalos de tempos diferentes
   c) os espaços decrescem com o decorrer do tempo
   d) a velocidade escalar média é nula
   e) nenhuma das afirmações anteriores é correta

4. (Acafe-SC) O gráfico representa a variação da posição, em função do tempo, de um ponto material que se encontra em movimento retilíneo uniformemente variado.

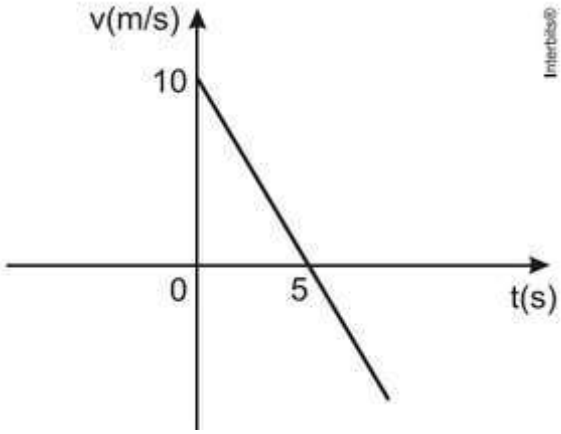
(m)



Analisando o gráfico, podemos afirmar que:

a) a velocidade inicial é negativa.
b) a aceleração do ponto material é positiva.
c) a ponto material parte da origem das posições.
d) no instante 2 segundos, a velocidade do ponto material é nula.
e) no instante 4 segundos, o movimento do ponto material é progressivo.

5. (Uern) Seja o gráfico da velocidade em função do tempo de um corpo em movimento retilíneo uniformemente variado representado abaixo.



Considerando a posição inicial desse movimento igual a 46 m, então a posição do corpo no instante t = 8 s é

a) 54 m.
b) 62 m.
c) 66 m.
d) 74 m.
e) 80 m.

6. (FUVEST) Um veículo parte do repouso em movimento retilíneo e acelera com aceleração escalar constante e igual a 2,0 m/s^2. Pode-se dizer que sua velocidade escalar e a distância percorrida após 3,0 segundos, valem, respectivamente:
    a) 6,0 m/s e 9,0 m.
    b) 6,0 m/s e 18 m.
    c) 3,0 m/s e 12 m.
    d) 12 m/s e 35 m.
    e) 2,0 m/s e 12 m.

Cartão resposta:

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Atenção!

- Use CANETA AZUL ou PRETA;
- Não use LÁPIS GRAFITE;
- Marque apenas uma alternativa:

	A	B	C	D	E
1		■			

Bons estudos!

A.3 DI 3 - Queda Livre e Lançamento Vertical

<table>
<tr><td colspan="3">COLÉGIO OBJETIVO
Praça Monsenhor Vicente de Freitas, 188
João Câmara – Rio Grande do Norte - 59550-000</td><td rowspan="2">Nota:_____

Data: ___/___/2022</td></tr>
<tr><td colspan="3">Aluno (a):</td></tr>
<tr><td>Turma: 1ª Série</td><td>Ensino Médio</td><td>Diagnóstico inicial: Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima</td></tr>
<tr><td colspan="2">Disciplina: Física</td><td>Profª Valesca Taciele</td></tr>
</table>

DIAGNÓSTICO INICIAL

QUEDA LIVRE E LANÇAMENTO VERTICAL PARA CIMA

1. Queda livre e lançamento vertical para cima são exemplos de:

   a) movimento retilíneo uniforme (MRU) e movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV)
   b) movimento retilíneo uniforme (MRU)
   c) movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV)
   d) todas as alternativas estão corretas
   e) nenhuma das alternativas está correta

2. Enem (2021) No seu estudo sobre a queda dos corpos, Aristóteles afirmava que se abandonarmos corpos leves e pesados de uma mesma altura, o mais pesado chegaria mais rápido ao solo. Essa ideia está apoiada em algo que é difícil de refutar, a observação direta da realidade baseada no senso comum. Após uma aula de física, dois colegas estavam discutindo sobre a queda dos corpos, e um tentava convencer o outro de que tinha razão: Colega A: "O corpo mais pesado cai mais rápido que um menos pesado, quando largado de uma mesma altura. Eu provo, largando uma pedra e uma rolha. A pedra chega antes. Pronto! Tá provado!". Colega B: "Eu não acho! Peguei uma folha de papel esticado e deixei cair. Quando amassei, ela caiu mais rápido. Como isso é possível? Se era a mesma folha de papel, deveria cair do mesmo jeito. Tem que ter outra explicação!".

   O aspecto físico comum que explica a diferença de comportamento dos corpos em queda nessa discussão é o(a)
   a) peso dos corpos
   b) resistência do ar
   c) massa dos corpos
   d) densidade dos corpos
   e) aceleração da gravidade

3. Sobre o movimento em queda livre de um corpo, considere as seguintes afirmações:

   I) Em queda livre, um corpo cai com velocidade constante.

   II) Em queda livre, um corpo cai com aceleração constante.

   III) Se o corpo cai de uma altura de 2 m, gasta o dobro do tempo para chegar ao solo do que gastaria se caísse de uma altura de 1 m.

   Está(ão) correta(s) somente:

   a) a afirmação I
   b) a afirmação II
   c) a afirmação III
   d) as afirmações I e II
   e) as afirmações II e III

4. (PUC-RIO) Uma bola é lançada verticalmente para cima. Podemos dizer que no ponto mais alto de sua trajetória:

   a) a velocidade da bola é máxima, e a aceleração da bola é vertical e para baixo.
   b) a velocidade da bola é máxima, e a aceleração da bola é vertical e para cima.
   c) a velocidade da bola é mínima (zero), e a aceleração da bola é nula.
   d) a velocidade da bola é mínima (zero), e a aceleração da bola é vertical e para baixo.
   e) a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é vertical e para cima.

5. Sob a aceleração da gravidade de 10 m/s2, qual a velocidade que uma gota de água cai da torneira a uma altura de 5 m, considerando que partiu do repouso e a resistência do ar é nula?

   a) 5 m/s
   b) 1 m/s
   c) 15 m/s
   d) 10 m/s
   e) 2 m/s

6. (Uerj-RJ) - Numa operação de salvamento marítimo, foi lançado um foguete sinalizador que permaneceu aceso durante toda sua trajetória. Considere que a altura h, em metros, alcançada por este foguete, em relação ao nível do mar, é descrita por $h = 10 + 5t - t^2$, em que t é o tempo, em segundos, após seu lançamento. A luz emitida pelo foguete é útil apenas a partir de 14 m acima do nível do mar.

   O intervalo de tempo, em segundos, no qual o foguete emite luz útil é igual a:

   a) 3
   b) 4
   c) 5
   d) 6
   e) 7

Cartão resposta:

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Atenção!

- Use CANETA AZUL ou PRETA;
- Não use LÁPIS GRAFITE;
- Marque apenas uma alternativa:

	A	B	C	D	E
1		■			

APÊNDICE B – ROTEIROS DE APLICAÇÃO DO PRODUTO

B.1 SIMULADOR 1 - Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

<table>
<tr><td colspan="3">COLÉGIO OBJETIVO
Praça Monsenhor Vicente de Freitas, 188
João Câmara – Rio Grande do Norte - 59550-000</td><td rowspan="2">Nota:_____

Data: ___/___/2022</td></tr>
<tr><td colspan="3">Aluno (a):</td></tr>
<tr><td>Turma: 1ª Série</td><td>Ensino Médio</td><td>Aula prática: Movimento Retilíneo Uniforme</td></tr>
<tr><td colspan="2">Disciplina: Física</td><td>Profª Valesca Taciele</td></tr>
</table>

ROTEIRO PARA AULA PRÁTICA

SIMULADOR – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (MRU)

Introdução

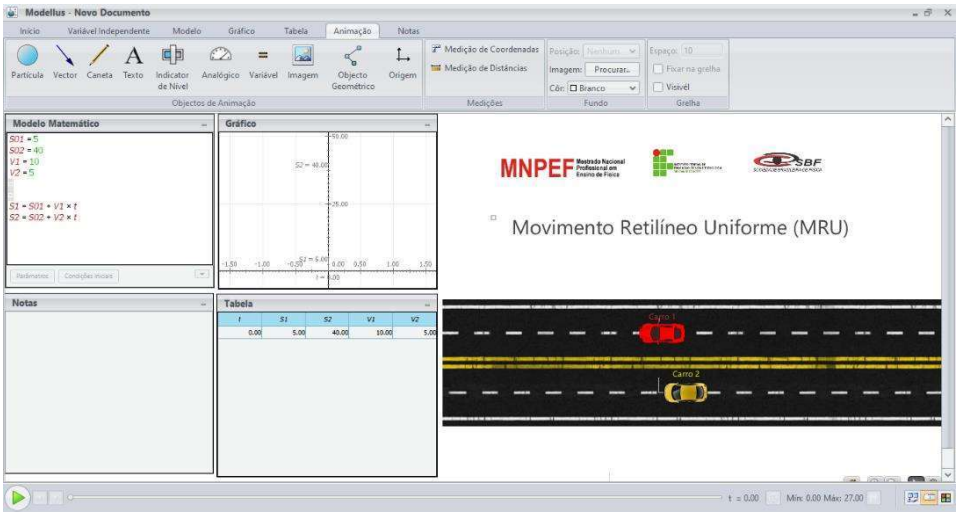
A Mecânica é a área da Física que estuda o movimento dos objetos. Por razões de organização do conhecimento, a Mecânica é separada em duas subáreas: a Cinemática e a Dinâmica. Na Cinemática, analisamos os conceitos utilizados para descrever o movimento: velocidade, aceleração e trajetória, sem que haja preocupação com suas origens. Na Dinâmica, estudamos as leis do movimento, isto é, as leis que determinam que tipo de movimento terá um objeto, conhecidas as forças que atuam sobre ele. Aqui, vamos analisar o movimento retilíneo uniforme através do software Modellus. O Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) é o movimento que ocorre com velocidade constante em uma trajetória reta. Isso implica uma aceleração igual a zero, desta forma, em intervalos de tempos iguais o móvel percorre a mesma distância. Um exemplo de MRU é quando estamos viajando em uma estrada plana e reta e o velocímetro indica sempre a mesma velocidade.

Materiais:

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

Procedimentos:

Com base no que foi visto na aula anterior, hoje analisaremos de forma prática as propriedades gráficas do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). Para tanto, abra o simulador 1 “Movimento Retilíneo Uniforme” e realize os procedimentos e atividades a seguir.



1. Com o simulador aberto clique no botão iniciar (play), observe a simulação (animação, modelo matemático, gráfico e tabela) e responda o que se pede.



Dois carros 1 e 2 partem simultaneamente das posições 5m e 40m respectivamente e com velocidades constantes e iguais a: V_1 =.10.m/s e V_2 = 5 m/s.

Determine:

a) O instante em que o carro 1 encontra o carro 2.

b) A posição de encontro.

c) A posição dos Carros 1 e 2 no instante 5s.

2. Clique na opção “Gráfico” e altere S_1 para V_1 e S_2 para V_2. Em seguida clique no botão iniciar (play) e observe o gráfico da velocidade em função do tempo gerado para o carro 1 e 2.

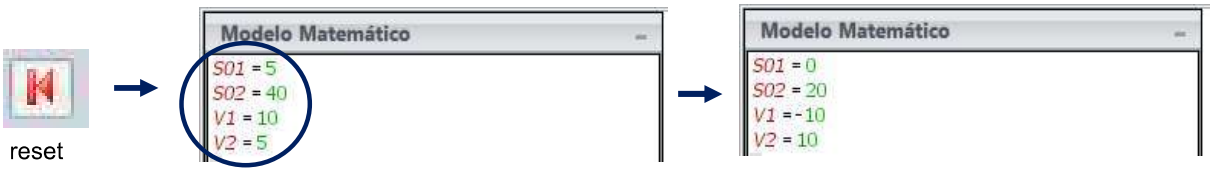


a) Conforme gráficos gerados, qual a velocidade do carro 1 e do carro 2?

b) A velocidade do carro 1 e do carro 2 variam? Justifique sua resposta.

c) Calcule o deslocamento dos carros 1 e 2 no tempo entre 0 e 27 segundos

3. Reset a simulação, vá na aba "Modelo Matemático" e ajuste S_{01} para 0, S_{02} para 20, V_1 para -10 e V_2 para 10. Em seguida clique no botão iniciar (play), observe a simulação e responda o que se pede.



d) O movimento realizado pelos carros é progressivo ou retrógrado? Justifique.

e) Nessas condições, analisando os valores da tabela e observando os gráficos da posição em função do tempo dos carros 1 e 2. Podemos concluir que o movimento é uniforme? Justifique sua resposta.

f) De acordo com o gráfico e tabela o deslocamento do carro 1 é positivo ou negativo?

4. Reset a simulação novamente, clique no botão iniciar (play) e em seguida pause a simulação em aproximadamente 15 segundos.



g) Determine a variação de posição dos carros 1 e 2.

Bons estudos!

B.2 SIMULADOR 2 - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

<table>
<tr><td colspan="3">COLÉGIO OBJETIVO
Praça Monsenhor Vicente de Freitas, 188
João Câmara – Rio Grande do Norte - 59550-000</td><td rowspan="2">Nota:_____

Data: ___/___/2022</td></tr>
<tr><td colspan="3">Aluno (a):</td></tr>
<tr><td>Turma: 1ª Série</td><td>Ensino Médio</td><td>Aula prática: Movimento Retilíneo Uniformemente Variado</td></tr>
<tr><td colspan="2">Disciplina: Física</td><td>Profª Valesca Taciele</td></tr>
</table>

ROTEIRO PARA AULA PRÁTICA

SIMULADOR – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MRUV)

Introdução

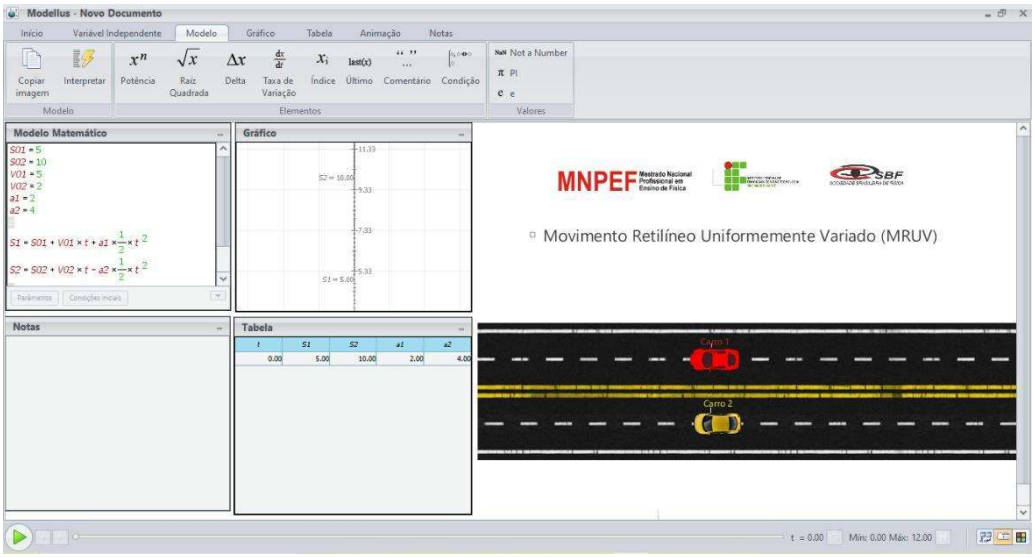
Dando continuidade, será analisado agora o movimento retilíneo uniformemente variado através do software Modellus. O movimento de um automóvel, de uma bicicleta ou até mesmo o deslocamento de uma pessoa caminhando, dificilmente será desenvolvido em velocidade constante por um longo intervalo de tempo. É muito provável que ocorram variações no valor da velocidade, que aumenta ou diminui dependendo das condições momentâneas do movimento. O movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) é aquele no qual o móvel sofre variações iguais de velocidade em intervalos de tempo iguais e a aceleração mede a rapidez com que o móvel altera o valor de sua velocidade, aumentando-o ou diminuindo-o. Sendo, no MRUV, a aceleração escalar instantânea igual à aceleração escalar média, constante e diferente de zero.

Materiais:

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

Procedimentos:

Com base no que foi visto na aula anterior, hoje analisaremos de forma prática as propriedades gráficas do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Para tanto, abra o simulador 2 “Movimento Retilíneo Uniformemente Variado” e realize os procedimentos e atividades a seguir.



Com o simulador aberto clique no botão iniciar (play), observe a simulação (animação, modelo matemático, gráfico e tabela) e responda o que se pede.



1. O simulador 2 apresenta dois carros em movimento retilíneo uniformemente variado, o carro 1 movimenta-se de acordo com a equação $S = 5 + 4.t + \frac{2.t^2}{2}$ (ver simulação), com o espaço em metros e o tempo em segundos. Determine para esse carro:

a) a velocidade inicial

b) a aceleração

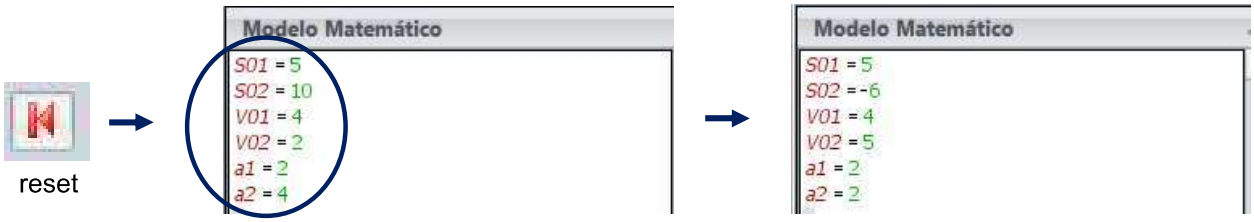
c) clique na opção “Gráfico” e altere S_1 para V_1 e S_2 para V_2. Em seguida clique no botão iniciar (play) e trace o gráfico da velocidade em função do tempo para o carro 1.



a) classifique o movimento em acelerado ou retardado.

b) a velocidade quando t = 5s e t = 10s. (Obs. extrair os resultados do gráfico ou tabela e em seguida fazer o cálculo utilizando a função horária da velocidade para verificar se os resultados batem.

2. A função horária da posição do carro 2 que se desloca sobre o eixo x é, no Sistema Internacional de Unidade, $S = 10 + 2.t - \frac{4.t^2}{2}$. Faça alguns ajustes na função horária desse movimento. Para isso, **reset a simulação**, vá na aba "Modelo Matemático" e ajuste S_{02} para -6, V_{02} para 5, e a_2 para 2. Em seguida clique no botão iniciar (play), observe a simulação e responda o que se pede.



a) determine a posição, velocidade inicial e aceleração.

b) encontre a função horária da velocidade.

c) trace o gráfico da função horária da velocidade e em seguida clique na opção "Gráfico" e altere V_1 para S_1 e V_2 para S_2 e trace também o gráfico da posição do carro 2 entre os instantes 0 e 12s.



d) usando o gráfico da função horária da posição classifique o movimento em acelerado ou retardado.

e) quais instantes o carro 2 passa pela origem das posições.

Bons estudos!

B.3 SIMULADOR 3 e 4 - Queda Livre e Lançamento Vertical

COLÉGIO OBJETIVO Praça Monsenhor Vicente de Freitas, 188 João Câmara – Rio Grande do Norte - 59550-000			
Aluno (a):			Nota:_____
Turma: 1ª Série	Ensino Médio	Aula prática: Queda livre e Lançamento Vertical para Cima	Data: ___/___/2022
Disciplina: *Física*		**Profª** *Valesca Taciele*	

ROTEIRO PARA AULA PRÁTICA

QUEDA LIVRE E LANÇAMENTO VERTICAL PARA CIMA

Introdução

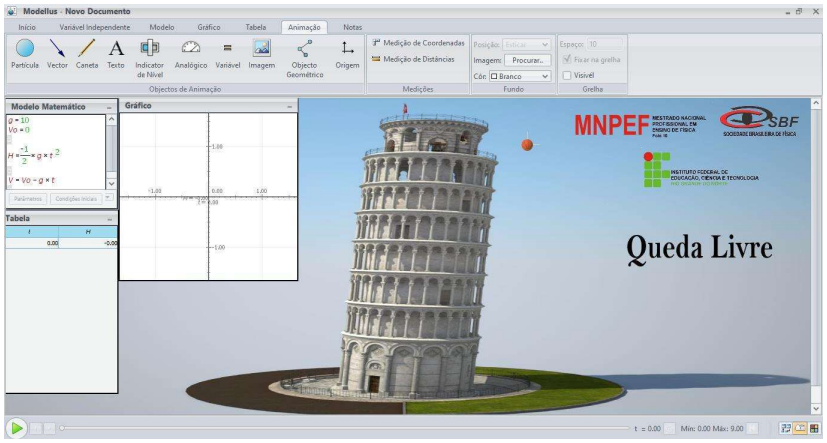
As características do movimento de queda livre foram objeto de estudo desde os tempos remotos. O grande filósofo Aristóteles (384-322 a.C.) acreditava que havia uma dependência entre o tempo de queda dos corpos com a massa deles. Essa crença perdurou durante quase dois mil anos, sem que houvesse uma investigação de sua veracidade através de medidas experimentais, cujo agravante seria a grande influência dominante do pensamento aristotélico em várias áreas do conhecimento. No entanto, Galileu Galilei (1564-1642 d.C.) que é considerado o introdutor do método experimental na Física, reforçando a ideia de que qualquer afirmativa acerca das leis da física deveria estar embasada em medidas experimentais e observações cuidadosas, chegou à conclusão de que um corpo “leve” e um “pesado”, abandonados de uma mesma altura, caem simultaneamente, atingindo o chão ao mesmo instante. Em outras palavras, desprezando a resistência do ar, os corpos caem com a mesma aceleração independentemente de sua massa. O movimento de queda livre dos corpos próximos à superfície da Terra pode ser descrito pela equação para um movimento uniformemente acelerado. O **lançamento vertical** é um movimento unidimensional no qual se desconsidera o atrito com o ar. Esse tipo de movimento ocorre quando um corpo é **lançado** na direção **vertical** e para cima. O movimento descrito pelo projétil é retardado pela aceleração da gravidade até que ele atinja a sua altura máxima.

Materiais:

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

Procedimentos:

Com base no que foi visto na aula anterior, hoje analisaremos de forma prática as propriedades gráficas do Movimento de Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima. Para tanto, inicialmente abra o simulador 3 “Queda livre” e em seguida o simulador 4 “Lançamento vertical para cima” e realize os procedimentos e atividades a seguir.



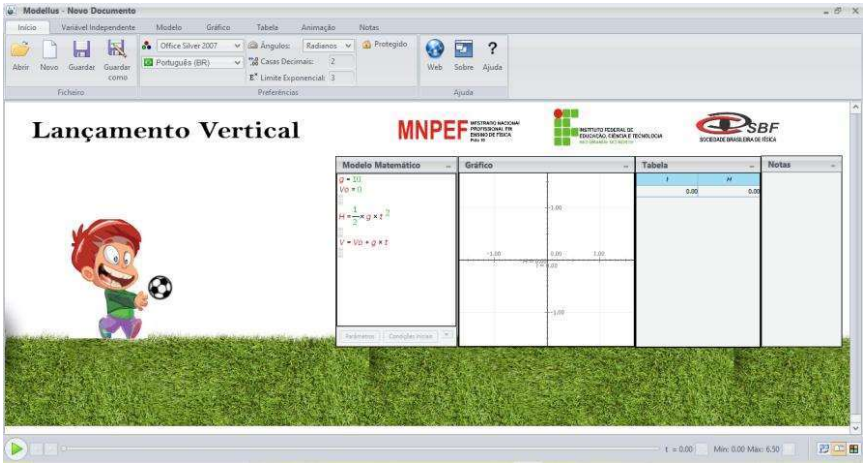
Com o simulador 3 aberto clique no botão iniciar (play), observe a simulação (animação, modelo matemático, gráfico e tabela) e responda o que se pede.



1. Um cientista resolveu fazer um experimento sobre queda livre, para isso, subiu em uma torre, localizada na superfície da terra, e deixou cair uma bola, com velocidade inicial igual a zero. Desprezando a resistência do ar e sabendo que a bola leva 9 s para atingir o solo, DETERMINE: (Obs. Adote g=10m/s^2 para terra)

a) Qual a altura que a bola estava após ter sido abandonada e passado os 9s de sua queda?
b) Qual é a velocidade que a bola chega ao solo após os 9s de queda?

Agora, para responder à questão 2 feche o simulador 3 e abra o simulador 4, com o simulador aberto clique no botão iniciar (play), observe a simulação (animação, modelo matemático, gráfico e tabela) e responda o que se pede.



2. Uma bola é lançada verticalmente para cima, a partir do solo, com velocidade de 15m/s, conforme o simulador 4. Analisando a simulação e os dados gerados no gráfico e na tabela, DETERMINE: (Obs. Adote $g=10m/s^2$)

a) A função horária da posição e da velocidade para este movimento.

b) O tempo de subida da bola.

c) A altura máxima atingida pela bola.

d) A velocidade da bola nos instantes t=1s e t=3s.

Bons estudos!

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

<table>
<tr><td colspan="3">COLÉGIO OBJETIVO
Praça Monsenhor Vicente de Freitas, 188
João Câmara – Rio Grande do Norte - 59550-000</td><td>OBJETIVO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Aluno (a):</td><td rowspan="2">Nota:_____
Data: ___/___/2022</td></tr>
<tr><td>Turma: 1ª Série</td><td>Ensino Médio</td><td>Questionário de satisfação</td></tr>
<tr><td colspan="2">Disciplina: Física</td><td>Profª Valesca Taciele</td></tr>
</table>

QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

Prezado estudante, este questionário é um instrumento de coleta de informações que tem como objetivo conhecer sua opinião a respeito das aulas práticas computacionais de Física utilizando o software computacional, Modellus.

Sua colaboração é de extrema importância e poderá contribuir para melhorias futuras da minha dissertação de mestrado intitulada *"Uma proposta de sequência didática para estudar o MRU, MRUV, queda livre e lançamento vertical para cima utilizando o software Modellus"*. Conto com a participação e sinceridade de todos.

1. Você já conhecia o software Modellus?
   ( ) sim

   ( ) não
2. Sentiu dificuldade na utilização dos simuladores?
   ( ) sim

   ( ) não
3. O uso dos simuladores facilitou a compreensão dos conteúdos?
   ( ) sim

   ( ) não
4. Você acha que a utilização de simuladores em sala de aula é uma ferramenta importante no seu processo de ensino-aprendizagem?
   ( ) sim

   ( ) não
5. Deixe sua opinião sobre o uso de simuladores nas aulas de física

APÊNDICE D

INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CAMPUS NATAL – CENTRAL/DIRETORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Produto Educacional

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA CINEMÁTICA ESCALAR, USANDO O SOFTWARE MODELLUS: UM ESTUDO SOBRE O MRU, MRUV, QUEDA LIVRE E LANÇAMENTO VERTICAL PARA CIMA

NATAL / RN

2022

Valesca Taciele Oliveira da Silva

PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA CINEMÁTICA ESCALAR, USANDO O SOFTWARE MODELLUS: UM ESTUDO SOBRE O MRU, MRUV, QUEDA LIVRE E LANÇAMENTO VERTICAL PARA CIMA

Produto educacional apresentado em Dissertação de Mestrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), no curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadores:
Dr. Antonio Marques dos Santos
Dr. Calistrato Soares da Câmara Neto

NATAL / RN
2022

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO **11**
2 PRODUTO EDUCACIONAL **12**
2.1 O SOFTWARE MODELLUS 12
2.2 OS SIMULADORES COMPUTACIONAIS 16
2.2.1 Simulador 1 – Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) **16**
2.2.2. Simulador 2 – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) **19**
2.2.3 Simulador 3 – Queda livre **20**
2.2.4 Simulador 4 – Lançamento vertical para cima **23**
2.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA 25
2.4 CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL 32
REFERÊNCIAS 32
APÊNDICE A - DIAGNÓSTICOS INICIAIS **33**
APÊNDICE B – ROTEIROS PARA APLICAÇÃO DO PRODUTO **43**
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO **52**

1 APRESENTAÇÃO

As novas tecnologias têm se tornado, cada vez mais crescentes, e o uso destas tem sido quase inevitável. É notório que as ferramentas tecnológicas vieram para ficar, e exigem que as escolas e os docentes se adaptem as mesmas. Este progresso, pode impactar positivamente o processo de ensino e aprendizagem, favorecendo o trabalho docente. Para que isso aconteça, faz-se necessário a elaboração e utilização de estratégias de ensino, que levem em conta os avanços tecnológicos e as novas formas de ensinar e aprender, ou seja, propõe-se que o docente não seja um mero utilizador das tecnologias disponíveis, mas que tenha um papel ativo em construir e experimentar juntamente com seus alunos, garantindo, dessa forma, uma maior interação entre professores e alunos (VISCOVINI *et al*., 2015).

Em meio às possibilidades tecnológicas, advindas das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's), encontram-se os softwares de simulação, ferramentas poderosas que graças à evolução tecnológica conseguem sem a necessidade de um alto investimento criar, testar e aperfeiçoar situações reais de um dado fenômeno da natureza, em diversas áreas do conhecimento, como por exemplo a Física e a Matemática. Com essas características, tornam-se muito úteis no desenvolvimento de aulas práticas experimentais para o Ensino de Física, uma vez que, visa contribuir para as mudanças na educação tradicional, criando ambientes que enfatizam a construção do conhecimento de forma lúdica e acessível aos estudantes (SOARES, 2011).

Pensando nisso, este material, desenvolvido para os professores de Física, apresenta uma proposta de produto educacional que vem sendo desenvolvido ao longo do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, dentro do Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Rio Grande do Norte – IFRN, *Campus* Natal Central, intitulado "**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA CINEMÁTICA ESCALAR, USANDO O SOFTWARE MODELLUS: UM ESTUDO SOBRE O MRU, MRUV, QUEDA LIVRE E LANÇAMENTO VERTICAL PARA CIMA**", sob orientação do Prof. Dr. Antônio Marques dos Santos e coorientação do Prof. Dr. Calistrato Soares da Câmara Neto. Nele propõe-se que o aluno tenha um papel ativo, e a curiosidade aguçada, por meio de um recurso didático tecnológico desenvolvido para auxiliá-lo no processo de ensino e aprendizagem de alguns conteúdos da cinemática.

2 O PRODUTO EDUCACIONAL

A proposta do produto, que está sendo desenvolvido, durante o Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, trata-se de uma sequência didática, direcionada aos estudantes da 1ª série do Ensino Médio, com objetivo de introduzir, de modo dinâmico, intuitivo e sequencial os conteúdos de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), Queda Livre e Lançamento Vertical, utilizando um simulador computacional que foi desenvolvido no Software Modellus. A sequência didática tem o intuito de apresentar o Software Modellus como uma ferramenta tecnológica facilitadora no processo de ensino e aprendizagem, e com isso unir o conhecimento tecnológico com a aprendizagem da Física para tentar cativar o interesse e a atenção do estudante pela disciplina. Esse trabalho foi elaborado considerando o conhecimento prévio dos alunos, ou seja, o que os alunos já sabiam antes da abordagem do assunto, de acordo com a teoria cognitiva construtivista de David Ausubel. Segundo Ausubel, para haver aprendizagem significativa é preciso fazer uma ponte entre a estrutura cognitiva do aluno e o novo conhecimento.

2.1 O SOFTWARE MODELLUS

O software Modellus é um programa computacional de distribuição gratuita por meio da internet, sua criação é obra da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa (ANDRADE, 2010). Para operá-lo, não se faz necessário ter conhecimentos de programação para poder executá-lo.

O software Modellus é estruturado na linguagem de programação C++, para ser utilizado em atividades off-line. O software de modelagem Modellus, exige que os usuários (alunos e professores) descrevem modelos físicos analisados pelo uso de modelos matemáticos diversos, definidos a partir de funções do 1° e 2° graus ou a partir de derivadas, taxas de variação e equações diferenciais, todas escritas de forma direta (com exceção das equações diferenciais) , ou seja, como se escreve no caderno, dispensando uma codificação de linguagem de programação, (JUNIOR, 2011).

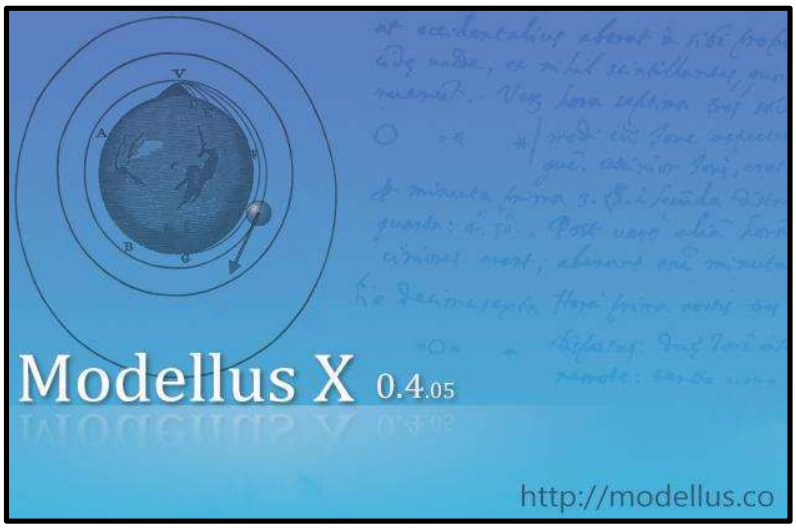
O Modellus pode ser integrado em qualquer curso elementar de matemática ou ciências físicas ou em qualquer curso avançado que faça uso de funções, equações diferenciais, e interações, (JUNIOR, 2011).

Para Veit e Teodoro (2002), o Modellus é uma ferramenta cognitiva capaz de auxiliar a internalização de conhecimento simbólico, preferencialmente em contexto de atividades de de grupo e de classe, em que a discussão, a conjetura e o teste de ideias sejam atividade dominantes, em oposição ao ensino direto por parte do professor.

Além disso, o software é livre e pode ser adquirido de forma gratuita, em diversas versões disponíveis para os sistemas operacionais Windows, Linux e MAC OS (ANDRADE, 2016).

A versão do Modellus utilizada neste trabalho foi a versão mais recente, isto é, a versão X 0.5.04, ilustrada na Figura 1.

Figura 1 – Tela inicial do Modellus X 0.5.04.

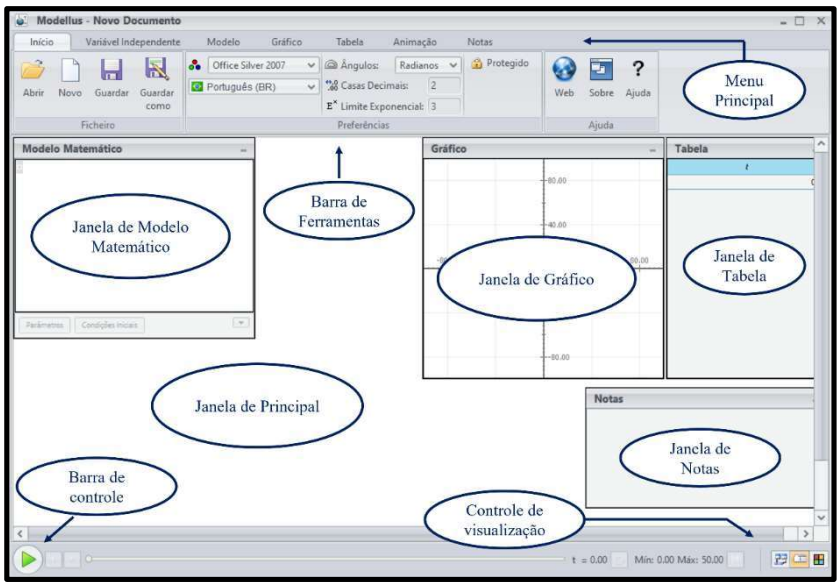


Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Interface gráfica

A tela inicial do software Modellus apresenta, por padrão, um menu principal, uma barra de ferramentas, uma barra de controle, três botões para controle de visualização e cinco janelas, sendo uma principal, uma de modelo matemático, de gráfico, de tabela e de notas, conforme mostra figura 2 e tabela 1 com um breve resumo de suas respectivas funcionalidades.

Figura 2 - Interface gráfica do software Modellus X 0.5.04.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Tabela 1 - Breve resumo de funcionalidade das principais ferramentas que compõem a Interface gráfica do software Modellus X 0.5.04.

Menu principal: é composto por botões (Início, Variável independente, Modelo, Gráfico, Tabela, Animação e Notas) que permite a alternância entre as ferramentas disponíveis no software.
Barra de ferramentas: onde localiza-se as diversas ferramentas que possibilita configurar as animações e simulações a serem desenvolvidas.
Janela principal: ambiente onde ocorre a exibição da simulação como um todo.
Janela de modelo matemático: é a principal caixa de comando do programa. Nela podemos escrever as equações do fenômeno que queremos estudar e a partir daí fornecer os valores para as variáveis envolvidas na modelagem.
Janela de gráfico: onde são exibidos e plotados os gráficos em tempo real.

Janela de tabela: aqui são exibidos em tempo real a partir de uma variável independente os valores das variáveis envolvidas na modelagem.
Janela de notas: ambiente disponível para anotações.
Barra de controle: aqui é onde ocorre o controle da variável independente. Onde temos um botão play, um botão de progresso, um botão pause, um botão de voltar e um botão que nos permite resetar a simulação.
Botões para controle de visualização: são três ícones que servem para minimizar as dependências do programa, isto é, permite o controle da visualização principal do software.

Fonte: Autor, (2022).

Como pode ser visto na figura 2, as ferramentas que compõem a tela inicial do software são localizadas e distribuídas de forma dinâmica e intuitiva. As janelas de modelo matemático, gráfico, tabela e notas, por exemplo, localizam-se lado a lado e dentro da janela principal, de forma que podem estar sempre visíveis ou serem minimizadas conforme a necessidade do usuário. O programa também possui saídas gráficas, que permitem a análise das relações entre as diversas variáveis de um dado modelo, ou seja, à medida que o usuário for desenvolvendo qualquer animação através de modelos matemáticos, ele terá uma resposta imediata e visível na janela principal, bem como a exibição de dados que são plotados em tempo real nas janelas de gráfico e tabela disponíveis ao usuário. Assim, com essas características e funcionalidades, o software torna-se uma excelente ferramenta que pode ser utilizada no desenvolvimento de recursos didáticos como as simulações computacionais.

A escolha por se utilizar este software no desenvolvimento das simulações, se deu pelo fato de ser um software livre, dinâmico, intuitivo e de fácil utilização. Além disso, não exige do usuário nenhuma linguagem de codificação. De acordo com o site oficial, o software foi desenvolvido buscando uma solução para problemas de ensino-aprendizagem das ciências exatas, e resultados mostraram que quando o aluno se envolve na produção do seu conhecimento, da mesma forma que os cientistas se envolvem numa produção científica obtém melhores performance no aprendizado.

2.2 OS SIMULADORES COMPUTACIONAIS

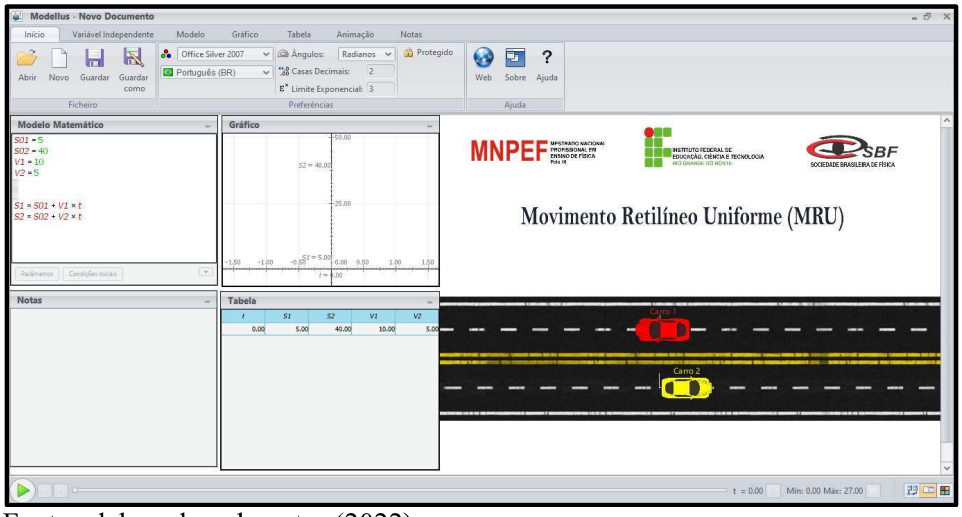
O conjunto dos simuladores computacionais, desenvolvidos ao longo deste produto educacional, foram planejados e elaborados para serem integrados à sequência didática, e auxiliar os professores de Física no ensino e aprendizagem de alguns conteúdos da cinemática. De acordo com os conteúdos que serão estudados, os simuladores foram denominados de: Simulador 1 - Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), Simulador 2 - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), Simulador 3 - Queda livre e Simulador 4 - Lançamento vertical. Os quatro simuladores aqui desenvolvidos e o instalador do software Modellus, estão disponíveis para download no endereço eletrônico https://drive.google.com/drive/folders/1vrXoNdy5xl7vdxExgsDGSLcnzlollwBM?usp=sharing.

2.2.1 Simulador 1 – Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

Interface

O simulador 1 foi planejado e desenvolvido, para possibilitar aos estudantes da 1ª série do Ensino Médio explorarem, de forma dinâmica e intuitiva, o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). Na figura 3, interface do simulador, podemos observar que ela é composta por cinco janelas sendo elas: uma principal na qual foi desenvolvida a simulação, outra com o modelo matemático que rege o fenômeno estudado, duas que permitem a visualização de dados em tempo real através de gráficos e tabela, e por fim uma última janela destinada a anotações.

Figura 3 - Interface gráfica do Simulador 1 “Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)”.



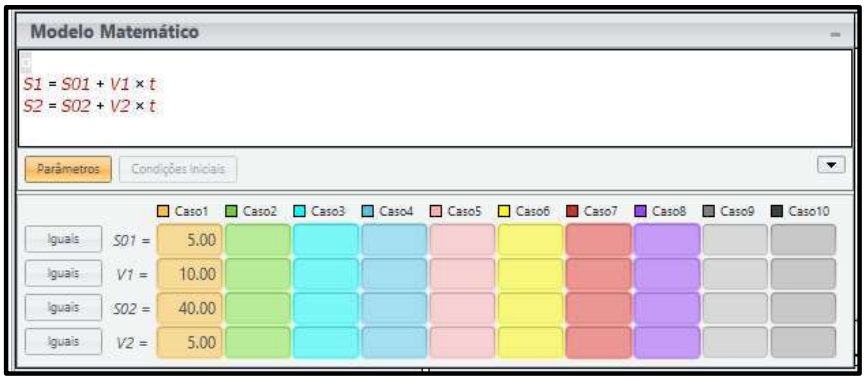
Fonte: elaborado pelo autor (2022).

O modelo

O modelo matemático, que se encontra nos instantâneos das figuras 4a e 4b é considerado a parte principal do simulador, pois é ele que permite a execução, animação e visualização das principais variáveis que compõem a simulação como um todo. Além disso, é através dessa janela que ocorre a interação com o usuário, isto é, aqui ele pode alterar os parâmetros desejados, e até mesmo desenvolver um novo modelo conforme sua necessidade.

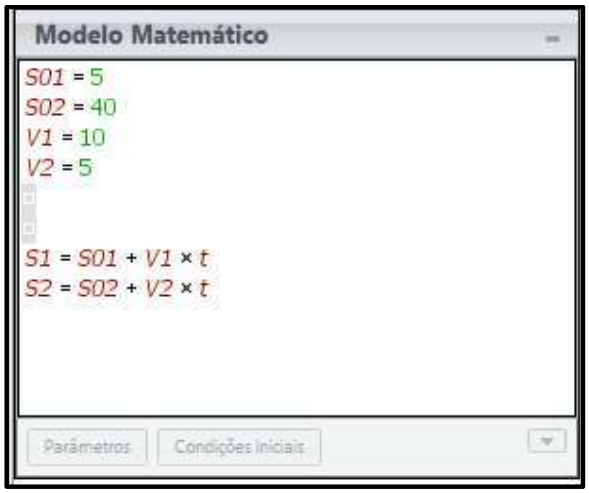
O software nos dá duas possibilidades para inserir, alterar ou acrescentar valores aos parâmetros do modelo matemático. Na primeira possibilidade, conforme mostra o instantâneo da figura 4a, a equação que rege o modelo é inserida no espaço em branco, e os valores referentes a cada parâmetro são colocados logo abaixo na opção parâmetro, sendo possível acrescentar até 10 casos distintos para cada variável. Já na segunda possibilidade, conforme apresenta o instantâneo da figura 4b, é possível definir os parâmetros de forma mais prática, isto é, inserindo os valores de cada parâmetro no próprio espaço em branco, antes da equação que rege o modelo. Como pode ser visto nas figuras 4a e 4b, o modelo matemático utilizado nesta simulação foi a função horária da posição em função do tempo.

Figura 4a - Instantâneo da janela de Modelo Matemático do simulador 1 (1ªpossibilidade).



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Figura 4b - Instantâneo da janela de Modelo Matemático do simulador 1 (2ª possibilidade).



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A simulação

Na janela principal, conforme ilustrado na figura 5, é onde ocorre a simulação. Com a finalidade de simular o Movimento Retilíneo Uniforme, utilizou-se dois carrinhos, o carrinho 1, na cor vermelha, e o carrinho 2, na cor amarela. Para cada carrinho, foi utilizada uma função horária da posição em função do tempo, conforme visto anteriormente nos instantâneos das figuras 4a e 4b. Esses carros, por sua vez, realizam o movimento de acordo com os valores predeterminados para cada parâmetro de suas respectivas funções horárias.

Figura 5 - Janela principal onde ocorre a simulação 1.



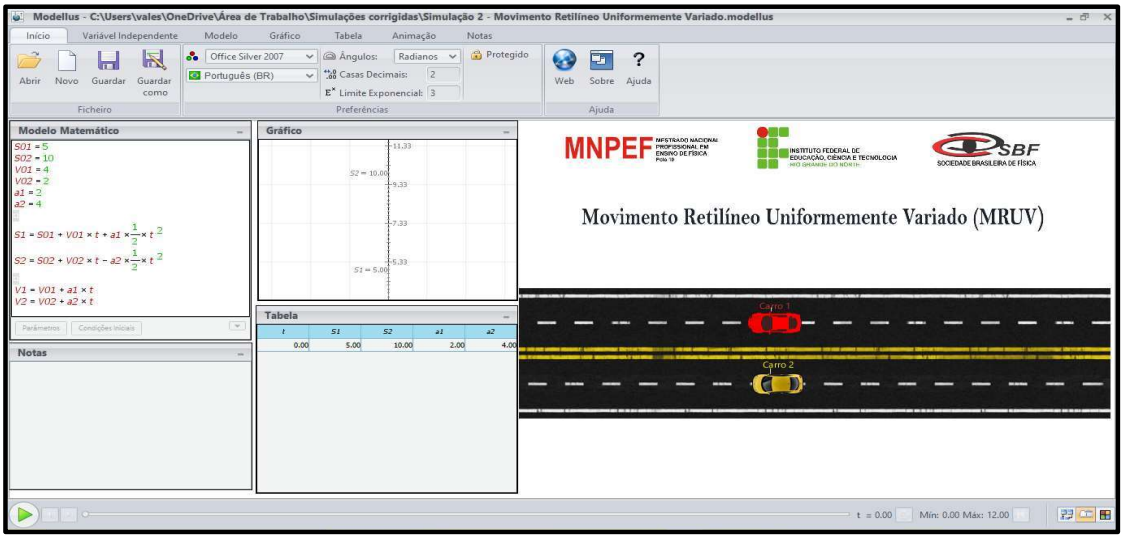
Fonte: elaborado pelo autor (2022).

2.2.2 Simulador 2 – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

Interface

O simulador 2 foi planejado e desenvolvido, para possibilitar aos estudantes explorarem, de forma dinâmica e intuitiva, o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Como o simulador 2 é semelhante ao 1, uma vez que se trata de movimento retilíneo, optou-se por utilizar o mesmo cenário. Desta forma, conforme mostra figura 6, o simulador 2 também é composto pelas cinco janelas, que foram apresentadas na interface gráfica do MRU.

Figura 6 - Interface gráfica do Simulador 2 “Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)”.

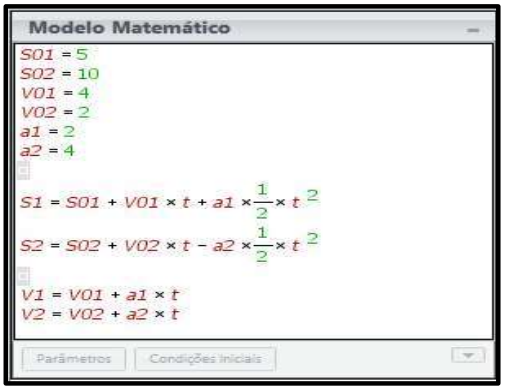


Fonte: elaborado pelo autor (2022).

O modelo

O modelo matemático utilizado para este simulador, é composto pelas funções horárias que regem o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), isto é, a função horária da posição e a função horária da velocidade. Na figura 7, janela de Modelo Matemático do simulador 2, temos quatro equações: duas funções horárias da posição e duas funções horárias da velocidade, sendo que para cada carrinho teremos respectivamente uma função horária da posição e uma função horária da velocidade.

Figura 7 - Instantâneo da janela de Modelo Matemático do simulador 2.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A simulação

Como pode ser visto no instantâneo da figura 8, a janela principal, onde ocorre a simulação 2, foi configurada utilizando o mesmo layout da simulação 1. Aqui, ao invés de simular um MRU, os carrinhos 1 e 2 foram programados para simularem um MRUV. Sendo possível acompanhar através da janela de gráficos e da janela de tabela os dados provenientes do movimento dos respectivos carrinhos.

Figura 8 - Janela principal onde ocorre a simulação 2.



Fonte: elaborado pelo autor (2022)

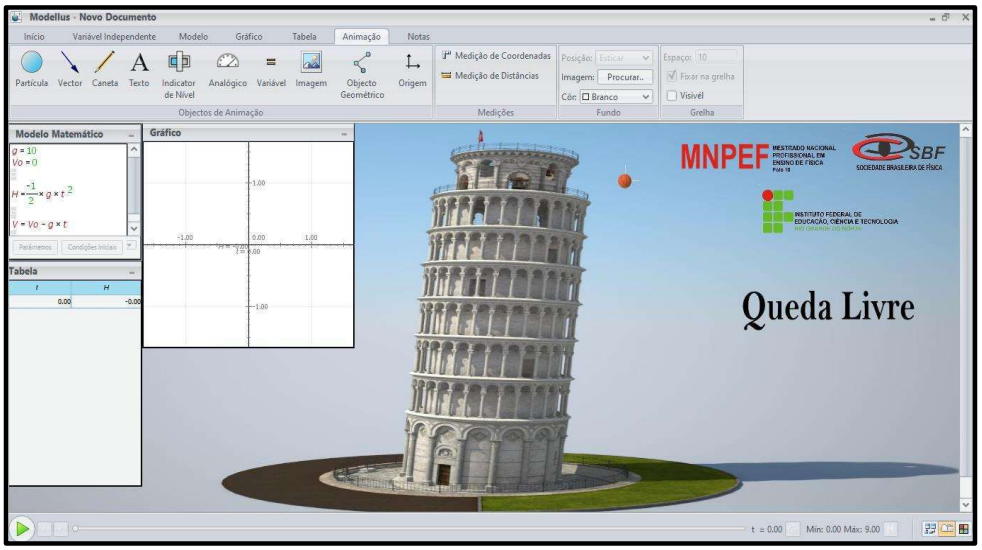
2.2.3 Simulador 3 – Queda livre

Interface

O simulador 3 foi planejado e desenvolvido, para possibilitar aos estudantes da 1ª série do Ensino Médio explorarem, de forma dinâmica e intuitiva, o Movimento de Queda Livre. Na

figura 9, que mostra a interface do simulador. E assim como os outros simuladores já apresentados, também é composta de cinco janelas, uma principal na qual foi desenvolvida a simulação, outra com o modelo matemático que rege o fenômeno estudado, duas que permitem a visualização de dados em tempo real através de gráficos e tabela, e uma última janela que permite ao estudante fazer suas anotações.

Figura 9 - Interface gráfica do Simulador 3 “Queda Livre”.



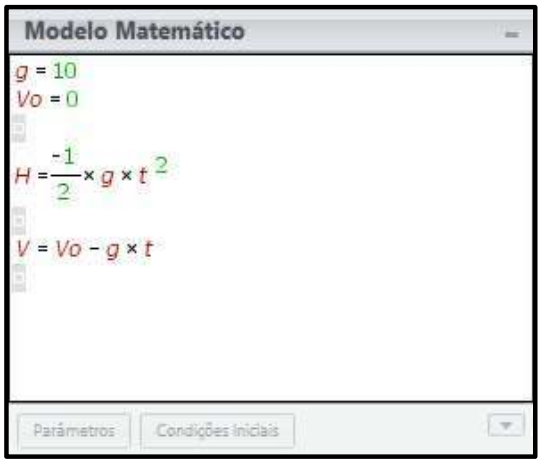
Fonte: elaborado pelo autor (2022).

O modelo

Quando um corpo se encontra em queda livre, ele está sujeito apenas a uma força, sendo essa a força peso, que atua na mesma direção e no mesmo sentido do movimento. Lembrando que, para pequenas distâncias a aceleração da gravidade pode ser considerada constante, sendo assim temos que o movimento de queda livre dos corpos, próximos à superfície da terra, é do tipo MRUV acelerado. Desse modo, as funções horárias que descrevem o movimento em Queda Livre são as mesmas que descrevem o MRUV. Portanto, conforme figura 10, o modelo matemático utilizado para este simulador, é formado pelas funções horárias que regem o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Para facilitar o estudo, foi feito apenas uma substituição na variável “S” (posição) pela variável “H”, já que ela está associada ao eixo vertical e o movimento ocorre sempre na vertical e em linha reta. E como o módulo da aceleração do corpo em queda livre é igual ao módulo da aceleração da gravidade (g), foi feito a substituição de “a” (aceleração) pelo módulo da aceleração da gravidade “g”. Como

observado no modelo matemático da figura 10, adotou-se uma aceleração negativa, isso porque o referencial adotado vai de acordo com os eixos de coordenadas disponibilizado pelo simulador.

Figura 10 - Instantâneo da janela de Modelo Matemático do simulador 3.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A simulação

Para simular o movimento de um corpo em queda livre, foi utilizado uma bola supostamente abandonada de uma determinada altura, conforme ilustrado na figura 11. Assim como as simulações anteriores, aqui também é possível acompanhar em tempo real, através de gráficos e tabela, o movimento descrito pelo objeto, que para este caso é a bola. Observando os gráficos que serão construídos durante o movimente da bola, o aluno logo perceberá que o movimento em Queda Livre se trata de um MRUV.

Figura 11 - Janela principal onde ocorre a simulação 3.



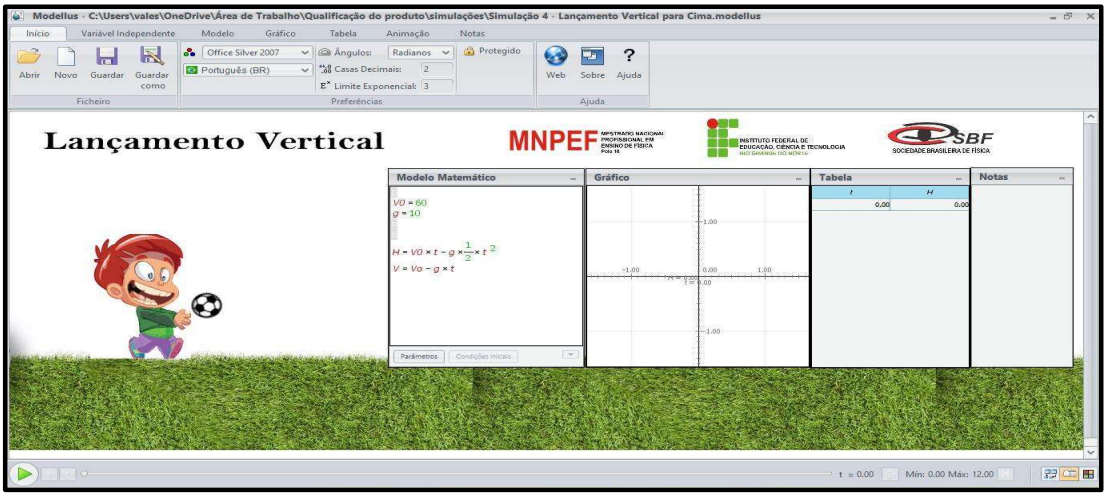
Fonte: elaborado pelo autor (2022).

2.2.4 Simulador 4 – Lançamento vertical para cima

Interface

O simulador 4 foi planejado e desenvolvido, para possibilitar aos discentes explorarem, de forma dinâmica e intuitiva, o movimento de Lançamento Vertical. Assim como os simuladores anteriores, o simulador 4, apresentado no instantâneo da figura 12, também foi desenvolvido utilizando as cinco janelas fornecidas pelo software Modellus. A janela principal, modelo matemático, gráfico, tabela e notas.

Figura 12 - Interface gráfica do Simulador 4 “Lançamento Vertical”.

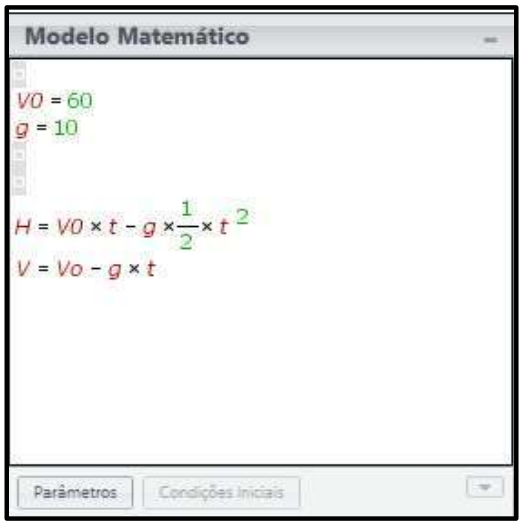


Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

O modelo

Assim como o movimento de Queda Livre, o movimento de Lançamento Vertical também é descrito pelas funções horárias que regem o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado. Desta forma, de acordo com o instantâneo da figura 13, o modelo matemático utilizado para este simulador é estruturado pelas funções horárias que descrevem o MRUV, ou seja, a função horária da posição e a função horária da velocidade.

Figura 13 - Instantâneo da janela de Modelo Matemático do simulador 4.

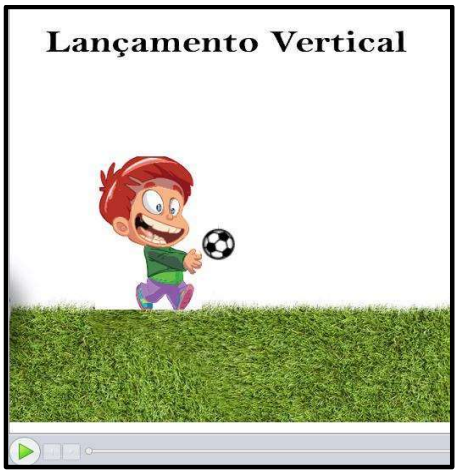


Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

A simulação

O Lançamento Vertical para Cima é simulado através do arremesso de uma bola. Como a trajetória da bola é orientada para cima, a aceleração da gravidade (g) possui sentido contrário ao do referencial, ou seja, a aceleração é negativa. Esse movimento, também é um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), como na Queda Livre, porém ao invés de acelerado é retardado. O Movimento Retilíneo **Uniformemente Retardado** ocorre quando um corpo em movimento, reduz a sua velocidade de forma constante ao longo do tempo. Neste caso a aceleração terá sinal negativo. Portanto, assim como o simulador de Queda Livre, o simulador de Lançamento Vertical, permitirá ao estudante visualizar de forma gráfica que o Lançamento Vertical para Cima, também se trata de um Movimento Uniformemente Variado.

Figura 14 - Janela principal onde ocorre a simulação 4.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

2.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Com intuito de envolver e estimular o interesse dos estudantes, com relação a disciplina de física, o presente material visa, por meio da utilização de atividades práticas experimentais virtuais, e da manipulação de materiais digitais/virtuais trabalhar de forma sistematizada e sequencial alguns conteúdos da cinemática.

Para isso, desenvolveu-se em consonância com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, uma sequência didática que tem como objetivo principal apresentar o Software Modellus, como uma ferramenta tecnológica facilitadora no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos: Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), Queda Livre e Lançamento Vertical. E com isso, unir o conhecimento tecnológico com a aprendizagem da Física, para proporcionar ao aluno uma aprendizagem mais significativa, e ao mesmo tempo tentar motivar o seu interesse pela disciplina. Para Nuñez (2009, p.99):

> Um dos meios que suscita a motivação interna dos alunos é a aprendizagem por problemas ou por situações problemas, nas quais a formação de conceito se vincula diretamente a sua experiência, a seu dia a dia, a contextos da criação científica, tecnológica e social. Os alunos ficam mais motivados ao constatarem a utilidade prática de seus conhecimentos na atividade produtiva ou criativa.

Dessa forma, ao planejarmos este material, em que a sequência didática está inserida, acredita-se que os alunos irão se sentir motivados, uma vez que os conteúdos aqui propostos

estão intimamente ligados a situações do próprio cotidiano dos estudantes. Além disso, os instrumentos a serem utilizados ao longo do processo, estão diretamente vinculados ao contexto tecnológico e ao desenvolvimento científico.

Objetivos:

- Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conhecimentos sobre os conteúdos: MRU, MRUV, Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima;
- Apresentar o software Modellus como ferramenta, que pode contribuir de forma significativa, no processo de ensino e aprendizagem desses conteúdos;
- Estudar o MRU, MRUV, Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima utilizando o software Modellus;
- Compreender e reconhecer as principais características de um movimento uniforme e de um movimento uniformemente variado;
- Entender as implicações da grandeza aceleração no MRUV, Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima;
- Analisar as principais características dos movimentos: MRU, MRUV, Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima, utilizando as modelagens, gráficos e tabelas dos simuladores desenvolvidos no software Modellus.

Público-alvo:

- Alunos da 1ª série do Ensino Médio (Obs. essa sequência didática será aplicada em uma turma da 1ª série do Ensino Médio do Colégio Objetivo João Câmara).

Conteúdos Conceituais:

- Movimento Retilíneo Uniforme;
- Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV);
- Queda Livre;
- Lançamento Vertical para cima.

Conteúdos Procedimentais:

- Aplicar os Diagnósticos Iniciais (DI) desenvolvidos para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes;
- Apresentar o software Modellus;

- Apresentar os quatro simuladores desenvolvidos para estudar o MRU, MRUV, Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima;
- Citar situações problemas que envolva o dia a dia dos estudantes;
- Aplicar os roteiros de aula prática desenvolvidos para explorar através do software Modellus, os conteúdos de cada simulador;
- Realizar a aplicação do questionário de satisfação para obter o feedback dos alunos.

Conteúdos Atitudinais:

O contato com os conteúdos e procedimentos, faz com que o aluno comece a se comunicar melhor com a ciência. Dessa forma, podemos potencializar a formação de atitudes científicas, ou seja, após todo o processo o aluno poderá vir, por exemplo, à:

- Utilizar com mais frequência experimentos virtuais disponíveis na internet, de maneira a produzir respostas científicas associados, aos problemas encontrados no cotidiano escolar (isto é, após o processo o aluno pode desenvolver a atitude de buscar por si só outros experimentos virtuais);
- Questionar o que houve nos sistemas de comunicação procurando fontes científicas;
- Reconhecer potencialidades, aceitar e superar limites.

Desenvolvimento dos encontros:

A sequência didática foi planejada para ser desenvolvida por intermédio de aulas práticas experimentais virtuais. Portanto, foram desenvolvidos roteiros de aulas práticas destinados aos conteúdos de cada simulador, os quais serão aplicados ao longo de cada aula.

A proposta será desenvolvida em quatro etapas. A primeira, segunda e terceira etapa serão aplicados em três aulas de 45 min cada, sendo para cada etapa dois encontros, um de 45 min e outro de 90 min, isto é, três aulas de 45 min para cada etapa. E por fim, a quarta etapa que será desenvolvida em um único encontro de 45min, ou seja, conforme mencionado aqui e detalhado no cronograma de aplicação da tabela 2, a sequência didática será desenvolvida ao longo de sete encontros que totalizam dez aulas de 45 min.

- **PRIMEIRA ETAPA:**

Tema: Estudo dos movimentos

Tempo/aula: 1h e 35min / 03 aulas

Público-alvo: Alunos da 1ª Série do Ensino Médio

Conteúdo: Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

Recursos didáticos: Diagnóstico inicial - MRU**,** roteiro de aula prática, caneta, computador, software Modellus e Simulador 1 - Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).

Objetivos: Apresentar o software Modellus; identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o MRU; estudar, compreender e analisar as principais características do MRU utilizando o Modellus.

Desenvolvimento (1º e 2º encontro):

Nessa primeira etapa, especificamente no primeiro encontro, será apresentado aos estudantes o objetivo geral da pesquisa, para que desde o início do processo conheçam a finalidade maior dos conteúdos a serem ministrados. Como esta etapa será destinada ao estudo do Movimento Retilíneo Uniforme, após fazer essa apresentação será realizado um debate inicial, onde o professor citará situações do próprio dia a dia dos estudantes, e fará questionamentos acerca dos conceitos básicos da cinemática.

Posteriormente, será realizada a aplicação do diagnóstico inicial referente ao Movimento Retilíneo Uniforme – MRU, (**Apêndice A.1**), que tem como objetivo, identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao conteúdo. Feito isso, será apresentado aos estudantes o software Modellus e em seguida no segundo encontro, será feita a aplicação do roteiro de aula prática referente ao simulador 1 – Movimento Retilíneo Uniforme – MRU (**Apêndice B.1**). O simulador apresenta em sua interface, dois carrinhos realizando um MRU. Este é o momento, em que os alunos começarão a ter o primeiro contato propriamente dito com o software, isto é, aqui eles irão fazer a instalação do software, abrir o simulador e seguir o roteiro para interagir com o software, analisando o movimento e buscando as soluções dos exercícios propostos.

- **SEGUNDA ETAPA:**

Tema: Estudo dos movimentos

Tempo/aula: 1h e 35min / 03 aulas

Público-alvo: Alunos da 1ª Série do Ensino Médio

Conteúdo: Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

Recursos didáticos: Diagnóstico inicial – MRUV, roteiro de aula prática, caneta, computador, software Modellus e Simulador 2 - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).

Objetivos: Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o MRUV; compreender e reconhecer as principais características de um movimento uniformemente variado; entender as implicações da grandeza aceleração no MRUV e estudar, compreender e analisar as principais características do MRUV utilizando o Modellus.

Desenvolvimento (3º e 4º encontro):

A segunda etapa foi destinada ao estudo do Movimento Uniformemente Variado – MRUV. Para tanto, assim como na primeira etapa, aqui no terceiro encontro será realizado um breve debate, em que o professor fará indagações acerca dos conteúdos que envolvem o movimento MRUV, procurando abranger o cotidiano dos estudantes e assim sondar, os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao tema.

Posteriormente, será feito a aplicação de um novo Diagnóstico Inicial, (**Apêndice A.2**), agora referente ao MRUV, para que os alunos possam construir e expor seus conhecimentos prévios. Feito isso, no quarto encontro será realizada a aula prática, que será conduzida através do roteiro de aplicação referente ao Simulador 2 – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado – MRUV (**Apêndice B.2**). O simulador apresentará, de forma dinâmica e interativa, dois carrinhos executando um MRUV, com isso, através desta e do roteiro de aula prática, o professor fará a mediação das etapas, que os alunos terão que proceder para fazer a análise dos dados, e solucionar os exercícios propostos no próprio roteiro.

- **TERCEIRA ETAPA:**

Tema: Estudo dos movimentos

Tempo/aula: 1h e 35min / 03 aulas

Público-alvo: Alunos da 1ª Série do Ensino Médio

Conteúdo: Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima

Recursos didáticos: Diagnóstico inicial – Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima, Roteiro de aula prática, caneta, computador, software Modellus, Simulador 3 - Queda Livre e Simulador 4 – Lançamento Vertical para Cima.

Objetivos: Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima; compreender e reconhecer, as principais características de um movimento uniformemente acelerado e retardado; entender as implicações da grandeza aceleração, no movimento de Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima e estudar, compreender e analisar as principais características do movimento de Queda Livre, e Lançamento Vertical para Cima utilizando o Modellus.

Desenvolvimento (5º e 6º encontro):

Na terceira etapa, especificamente no quinto encontro, será realizado o estudo dos movimentos de Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima. Portanto, assim como nas etapas anteriores, primeiramente será feito um debate inicial, onde o professor irá discorrer situações do dia a dia dos estudantes. E com objetivo de sondar seus conhecimentos prévios, fará questionamentos acerca dos conceitos básicos que envolvem o movimento de Queda Livre, e Lançamento Vertical para Cima. Logo após, será aplicado um Diagnóstico Inicial referente aos conteúdos trabalhados, (**Apêndice A.3**). Esse diagnóstico, dará ao professor uma dimensão do nível de desenvolvimento que alunos se encontram com relação a esses conteúdos.

Posteriormente, no sexto encontro será realizada a última aula prática. Nesta aula, será feita a aplicação do roteiro referente ao Simulador 3 – Queda Livre e o Simulador 4 – Lançamento Vertical para Cima (**Apêndice B.3**). Nos simuladores 3 e 4, Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima, ambas as simulações são ilustradas pelo deslocamento de uma bola. No Simulador 3 a bola realiza um movimento uniformemente acelerado e no Simulador 4 um movimento uniformemente retardado. Além desses objetos simulando os dois tipos de

movimento, o aluno terá na janela principal do simulador outras sub janelas, que o permitirá acompanhar todos os dados do movimento através de gráficos e tabela. Com isso, através do roteiro, dos simuladores, e da mediação do professor, o aluno fará o estudo e análise dos movimentos, e assim conseguirá solucionar os problemas propostos ao longo do presente roteiro.

- **QUARTA ETAPA:**

  Tema: Estudo dos movimentos

  Tempo/aula: 45min / 01 aula

  Público-alvo: Alunos da 1ª Série do Ensino Médio

  Conteúdo: MRU, MRUV, Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima

  Recursos didáticos: Questionário de satisfação

  Objetivos: Obter o feedback dos estudantes a respeito das aulas práticas experimentais utilizando o software Modellus.

  Desenvolvimento (7º encontro):

Com intuito de obter o feedback dos estudantes no tocante das aulas práticas experimentais, este último encontro está destinado a aplicação de um Questionário de Satisfação (**Apêndice C**). O questionário é composto de cinco questões, quatro questões fechadas em que os alunos terão a oportunidade de avaliar as aulas, e o conhecimento a respeito do software Modellus e uma questão aberta, em que poderão dar sua contribuição expondo de forma descritiva, e argumentativa a sua opinião sobre as aulas desenvolvidas ao longo desta sequência didática.

2.4 CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Quadro 1 - Cronograma de aplicação do produto educacional.

CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO			
Etapas - 4	**Encontros – 7** (10 aulas de 45 min)	**Atividades**	**Tempo**
1ª Etapa	Encontro 1: 1 aula de 45min	Apresentação e debate inicial	15 min
		Aplicação DI – MRU	15 min
		Apresentação do software Modellus	15 min
	Encontro 2: 2 aulas de 45min	Aplicação do roteiro de aula prática - MRU	90 min
2ª Etapa	Encontro 3: 1 aula de 45min	Debate inicial	20 min
		Aplicação DI - MRUV	25 min
	Encontro 4: 2 aulas de 45min	Aplicação do roteiro de aula prática - MRUV	90 min
3ª Etapa	Encontro 5: 1 aula de 45min	Debate inicial	20 min
		Aplicação DI – Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima	25 min
	Encontro 6: 2 aulas de 45min	Aplicação do roteiro de aula prática - Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima	90 min
4ª Etapa	Encontro 7: 1 aula de 45min	Aplicação do questionário de satisfação	45 min

Fonte: Autor (2022).

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Marcelo Esteves. **O uso das novas tecnologias da informação e comunicação no ensino de física**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, (2010)

ANDRADE, M. E. **Simulação e modelagem computacional com o software Modellus: aplicações práticas para o ensino de física**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

AGUIAR, João Carlos Eduardo. Informática para o Ensino de Física. In: **RIO DE JANEIRO. CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR A DISTÂNCIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**. CEDE/RJ., 2009. Disponível em <http://darnassus.if.ufrj.br/~sandra/InfoEnsino/ModellusI.pdf>.

JUNIOR, J. H. T. D. C. **O software Modellus aliado a estratégia de ensino: um estudo comparativo do desempenho dos alunos do ensino médio nas aulas de física**. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

NÚÑEZ, I. B. **Vygotsky, Leontiev, Galperin: Formação de conceitos e princípios didáticos**. 1. ed. Liber Livro: Brasília, 2009.
OLIVEIRA, M.; SANTOS, R.; SABINO, A.; GOMES, E.; PASSOS, M.; ARRUDA, S. Maquete didática e um sistema trifásico de corrente alternada com Arduíno: ensinando sobre a rede elétrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.32, n.3, p. 856-869, dez. 2015.

SOARES, João Almir. Caderno pedagógico de física experimentos virtuais (software de simulação). In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**: produção didático-pedagógica, 2010. Curitiba: SEED/PR., 2011. V.2. (Cadernos PDE). Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2010/2010_ufpr_fis_pdp_joao_almir_soares.pdf>.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. **Modelagem no ensino/aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio,** São Paulo, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 2, p. 87-96, jun. 2022.

VISCONI, R.; SILVA, D.; ÁVILA, E.; MARTON, I.; SANTOS, M.; BALISCEI, M.;

APÊNDICES

APÊNDICE A - DIAGNÓSTICOS INICIAIS

A.1 DI 1 - Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

COLÉGIO OBJETIVO Praça Monsenhor Vicente de Freitas, 188 João Câmara – Rio Grande do Norte - 59550-000			OBJETIVO
Aluno (a):			Nota:_____
Turma: 1ª Série	Ensino Médio	Diagnóstico inicial: Movimento Retilíneo Uniforme	Data: ___/___/2022
Disciplina: *Física*		**Profª** *Valesca Taciele*	

DIAGNÓSTICO INICIAL

MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (MRU)

7. O que caracteriza um movimento uniforme:
   k) um movimento com velocidade constante
   l) um movimento com aceleração constante
   m) um movimento com posição constante
   n) todas as alternativas estão corretas
   o) nenhuma das alternativas está correta

8. Se a velocidade escalar de um móvel é positiva:
   a) o movimento é progressivo.
   b) o movimento é retrógrado.
   c) o movimento é necessariamente uniforme.
   d) o movimento é necessariamente variado.
   e) nenhuma das afirmações anteriores é correta.

9. Num movimento retrógrado:
   a) os espaços crescem com o decorrer do tempo.
   b) os espaços decrescem com o decorrer do tempo.
   c) a velocidade escalar média é nula.
   d) a velocidade escalar é positiva.
   e) nenhuma das afirmações anteriores é correta

10. (Unifor-CE) Numa viagem de automóvel foram anotados os instantes e os marcos quilométricos, durante certo intervalo de tempo, conforme a tabela a seguir. Supõe-se movimento uniforme.

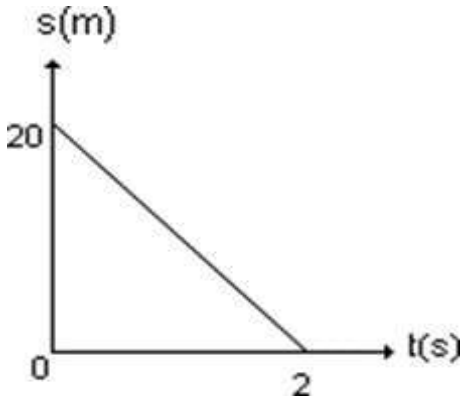
Instante	7h00min	7h05min	7h10min	7h15min	7h20min
Marco quilométrico	193	198	203	208	213

Considere a seguinte frase incompleta: "No instante t 7h10min, o movimento tem velocidade escalar de _____ e o automóvel encontra-se no marco quilométrico _____".

Os valores mais prováveis para se preencher corretamente as lacunas da frase são, respectivamente,

a) 203 km/h e 1,0 km.
b) 5 km/h e 1,0 km.
c) 1,0 km/min e 1,0 km.
d) 1,0 km/min e 203 km.
e) 5,0 km/min e 203 km.

11. O gráfico posição x tempo abaixo, refere-se a uma partícula que se desloca em movimento uniforme.



Pode-se afirmar que a equação horária dos espaços para o movimento dessa partícula, com unidades no sistema internacional é:

a) s = 20 + 10.t
b) s = 20 + 20.t
c) s = 20 – 10.t
d) s = 2 + 10.t
e) s = 20 – 40.t

12. Dois ciclistas que se movem com velocidade constante possuem funções horárias S1 = 20 + 2.t e S2 = -40 + 3.t; em relação a um mesmo referencial e com unidades do Sistema Internacional. Pode-se afirmar que o instante de encontro entre eles é:

a) 30 s
b) 40 s
c) 50 s
d) 60 s
e) 70 s

Cartão resposta:

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Atenção!

- Use CANETA AZUL ou PRETA;
- Não use LÁPIS GRAFITE;
- Marque apenas uma alternativa:

	A	B	C	D	E
1		■			

Bons estudos!

A.2 DI 2 - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

COLÉGIO OBJETIVO Praça Monsenhor Vicente de Freitas, 188 João Câmara – Rio Grande do Norte - 59550-000			
Aluno (a):			Nota:_____
Turma: 1ª Série	Ensino Médio	Diagnóstico inicial: Movimento Retilíneo Uniformemente Variado	Data: ___/___/2022
Disciplina: *Física*			

DIAGNÓSTICO INICIAL

MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MRUV)

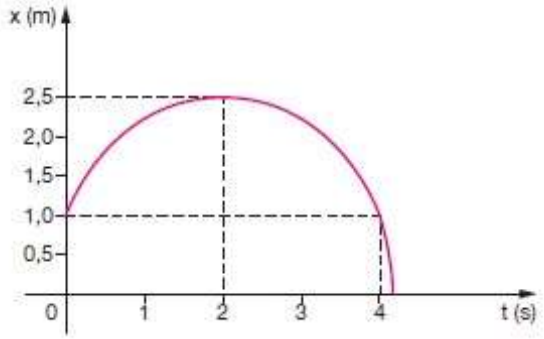
7. O que caracteriza um **movimento retilíneo uniformemente variado**:
   p) um movimento com velocidade constante e igual a zero
   q) um movimento com aceleração constante e diferente de zero
   r) um movimento com posição constante e diferente de zero
   s) todas as alternativas estão corretas
   t) nenhuma das alternativas está correta

8. Se a velocidade e aceleração escalar de um móvel são ambos negativo:
   a) o movimento é retrógrado e acelerado.
   b) o movimento é progressivo e retardado.
   c) o movimento é retrógrado e retardado.
   d) o movimento é necessariamente variado.
   e) nenhuma das afirmações anteriores é correta.

9. Num movimento uniformemente variado:
   a) a velocidade sofre variações iguais em intervalos de tempos iguais
   b) a aceleração sofre variações iguais em intervalos de tempos diferentes
   c) os espaços decrescem com o decorrer do tempo
   d) a velocidade escalar média é nula
   e) nenhuma das afirmações anteriores é correta

10. (Acafe-SC) O gráfico representa a variação da posição, em função do tempo, de um ponto material que se encontra em movimento retilíneo uniformemente variado.

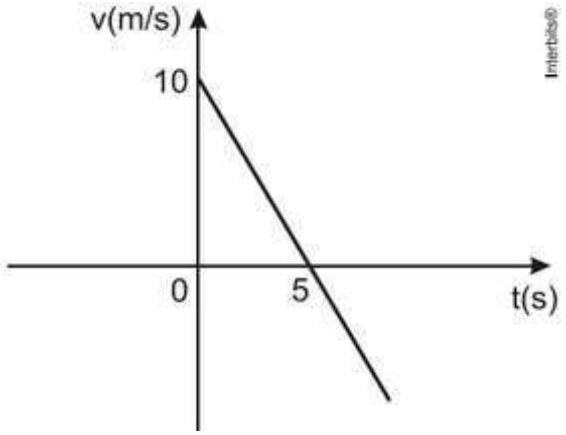
(m)



Analisando o gráfico, podemos afirmar que:

f) a velocidade inicial é negativa.
g) a aceleração do ponto material é positiva.
h) a ponto material parte da origem das posições.
i) no instante 2 segundos, a velocidade do ponto material é nula.
j) no instante 4 segundos, o movimento do ponto material é progressivo.

11. (Uern) Seja o gráfico da velocidade em função do tempo de um corpo em movimento retilíneo uniformemente variado representado abaixo.



Considerando a posição inicial desse movimento igual a 46 m, então a posição do corpo no instante t = 8 s é

a) 54 m.
b) 62 m.
c) 66 m.
d) 74 m.
e) 80 m.

12. (FUVEST) Um veículo parte do repouso em movimento retilíneo e acelera com aceleração escalar constante e igual a 2,0 m/s^2. Pode-se dizer que sua velocidade escalar e a distância percorrida após 3,0 segundos, valem, respectivamente:

a) 6,0 m/s e 9,0 m.
b) 6,0 m/s e 18 m.
c) 3,0 m/s e 12 m.
d) 12 m/s e 35 m.
e) 2,0 m/s e 12 m.

Cartão resposta:

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Atenção!

- Use CANETA AZUL ou PRETA;
- Não use LÁPIS GRAFITE;
- Marque apenas uma alternativa:

	A	B	C	D	E
1		■			

Bons estudos!

A.3 DI 3 - Queda Livre e Lançamento Vertical

<table>
<tr><td colspan="3">COLÉGIO OBJETIVO
Praça Monsenhor Vicente de Freitas, 188
João Câmara – Rio Grande do Norte - 59550-000</td><td rowspan="2">Nota:_____

Data: ___/___/2022</td></tr>
<tr><td colspan="3">Aluno (a):</td></tr>
<tr><td>Turma: 1ª Série</td><td>Ensino Médio</td><td>Diagnóstico inicial: Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima</td></tr>
<tr><td colspan="2">Disciplina: Física</td><td>Profª Valesca Taciele</td></tr>
</table>

DIAGNÓSTICO INICIAL

QUEDA LIVRE E LANÇAMENTO VERTICAL PARA CIMA

7. Queda livre e lançamento vertical para cima são exemplos de:

   f) movimento retilíneo uniforme (MRU) e movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV)
   g) movimento retilíneo uniforme (MRU)
   h) movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV)
   i) todas as alternativas estão corretas
   j) nenhuma das alternativas está correta

8. Enem (2021) No seu estudo sobre a queda dos corpos, Aristóteles afirmava que se abandonarmos corpos leves e pesados de uma mesma altura, o mais pesado chegaria mais rápido ao solo. Essa ideia está apoiada em algo que é difícil de refutar, a observação direta da realidade baseada no senso comum. Após uma aula de física, dois colegas estavam discutindo sobre a queda dos corpos, e um tentava convencer o outro de que tinha razão:
   Colega A: "O corpo mais pesado cai mais rápido que um menos pesado, quando largado de uma mesma altura. Eu provo, largando uma pedra e uma rolha. A pedra chega antes. Pronto! Tá provado!". Colega B: "Eu não acho! Peguei uma folha de papel esticado e deixei cair. Quando amassei, ela caiu mais rápido. Como isso é possível? Se era a mesma folha de papel, deveria cair do mesmo jeito. Tem que ter outra explicação!".

   O aspecto físico comum que explica a diferença de comportamento dos corpos em queda nessa discussão é o(a)
   a) peso dos corpos
   b) resistência do ar
   c) massa dos corpos
   d) densidade dos corpos
   e) aceleração da gravidade

9. Sobre o movimento em queda livre de um corpo, considere as seguintes afirmações:

IV) Em queda livre, um corpo cai com velocidade constante.

V) Em queda livre, um corpo cai com aceleração constante.

VI) Se o corpo cai de uma altura de 2 m, gasta o dobro do tempo para chegar ao solo do que gastaria se caísse de uma altura de 1 m.

Está(ão) correta(s) somente:

f) a afirmação I
g) a afirmação II
h) a afirmação III
i) as afirmações I e II
j) as afirmações II e III

10. (PUC-RIO) Uma bola é lançada verticalmente para cima. Podemos dizer que no ponto mais alto de sua trajetória:

f) a velocidade da bola é máxima, e a aceleração da bola é vertical e para baixo.
g) a velocidade da bola é máxima, e a aceleração da bola é vertical e para cima.
h) a velocidade da bola é mínima (zero), e a aceleração da bola é nula.
i) a velocidade da bola é mínima (zero), e a aceleração da bola é vertical e para baixo.
j) a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é vertical e para cima.

11. Sob a aceleração da gravidade de 10 m/s2, qual a velocidade que uma gota de água cai da torneira a uma altura de 5 m, considerando que partiu do repouso e a resistência do ar é nula?

f) 5 m/s
g) 1 m/s
h) 15 m/s
i) 10 m/s
j) 2 m/s

12. (Uerj-RJ) - Numa operação de salvamento marítimo, foi lançado um foguete sinalizador que permaneceu aceso durante toda sua trajetória. Considere que a altura h, em metros, alcançada por este foguete, em relação ao nível do mar, é descrita por $h = 10 + 5t - t^2$, em que t é o tempo, em segundos, após seu lançamento. A luz emitida pelo foguete é útil apenas a partir de 14 m acima do nível do mar.

O intervalo de tempo, em segundos, no qual o foguete emite luz útil é igual a:

f) 3
g) 4
h) 5
i) 6
j) 7

Cartão resposta:

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Atenção!

- Use CANETA AZUL ou PRETA;
- Não use LÁPIS GRAFITE;
- Marque apenas uma alternativa:

	A	B	C	D	E
1		■			

APÊNDICE B – ROTEIROS DE APLICAÇÃO DO PRODUTO

B.1 SIMULADOR 1 - Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

<table>
<tr><td colspan="3">COLÉGIO OBJETIVO
Praça Monsenhor Vicente de Freitas, 188
João Câmara – Rio Grande do Norte - 59550-000</td><td>OBJETIVO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Aluno (a):</td><td rowspan="2">Nota:_____

Data: ___/___/2022</td></tr>
<tr><td>Turma: 1ª Série</td><td>Ensino Médio</td><td>Aula prática: Movimento Retilíneo Uniforme</td></tr>
<tr><td colspan="2">Disciplina: Física</td><td>Profª Valesca Taciele</td></tr>
</table>

ROTEIRO PARA AULA PRÁTICA

SIMULADOR – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (MRU)

Introdução

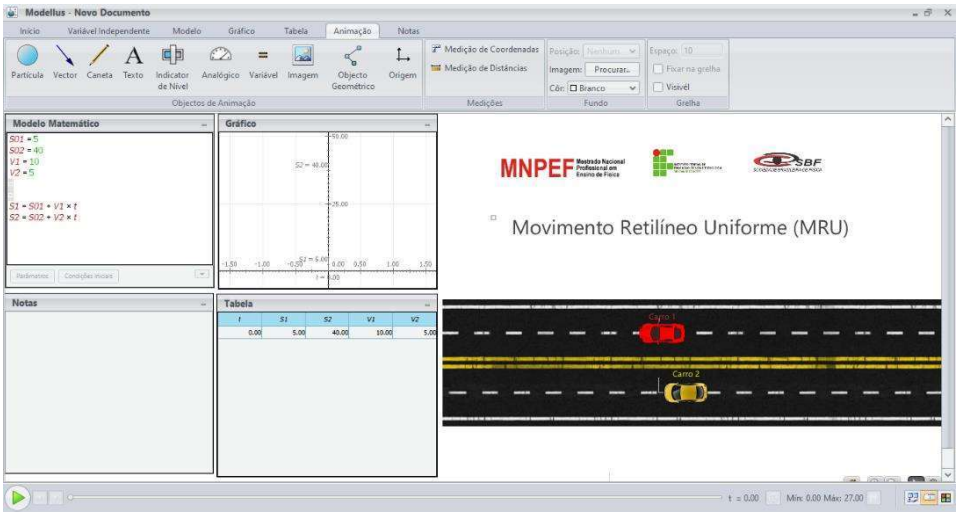
A Mecânica é a área da Física que estuda o movimento dos objetos. Por razões de organização do conhecimento, a Mecânica é separada em duas subáreas: a Cinemática e a Dinâmica. Na Cinemática, analisamos os conceitos utilizados para descrever o movimento: velocidade, aceleração e trajetória, sem que haja preocupação com suas origens. Na Dinâmica, estudamos as leis do movimento, isto é, as leis que determinam que tipo de movimento terá um objeto, conhecidas as forças que atuam sobre ele. Aqui, vamos analisar o movimento retilíneo uniforme através do software Modellus. O Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) é o movimento que ocorre com velocidade constante em uma trajetória reta. Isso implica uma aceleração igual a zero, desta forma, em intervalos de tempos iguais o móvel percorre a mesma distância. Um exemplo de MRU é quando estamos viajando em uma estrada plana e reta e o velocímetro indica sempre a mesma velocidade.

Materiais:

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

Procedimentos:

Com base no que foi visto na aula anterior, hoje analisaremos de forma prática as propriedades gráficas do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). Para tanto, abra o simulador 1 “Movimento Retilíneo Uniforme” e realize os procedimentos e atividades a seguir.



2. Com o simulador aberto clique no botão iniciar (play), observe a simulação (animação, modelo matemático, gráfico e tabela) e responda o que se pede.



Dois carros 1 e 2 partem simultaneamente das posições 5m e 40m respectivamente e com velocidades constantes e iguais a: V_1 =.10.m/s e V_2 = 5 m/s.

Determine:

d) O instante em que o carro 1 encontra o carro 2.

e) A posição de encontro.

f) A posição dos Carros 1 e 2 no instante 5s.

5. Clique na opção “Gráfico” e altere S_1 para V_1 e S_2 para V_2. Em seguida clique no botão iniciar (play) e observe o gráfico da velocidade em função do tempo gerado para o carro 1 e 2.



h) Conforme gráficos gerados, qual a velocidade do carro 1 e do carro 2?

i) A velocidade do carro 1 e do carro 2 variam? Justifique sua resposta.

j) Calcule o deslocamento dos carros 1 e 2 no tempo entre 0 e 27 segundos

6. Reset a simulação, vá na aba "Modelo Matemático" e ajuste S_{01} para 0, S_{02} para 20, V_1 para -10 e V_2 para 10. Em seguida clique no botão iniciar (play), observe a simulação e responda o que se pede.



k) O movimento realizado pelos carros é progressivo ou retrógrado? Justifique.

l) Nessas condições, analisando os valores da tabela e observando os gráficos da posição em função do tempo dos carros 1 e 2. Podemos concluir que o movimento é uniforme? Justifique sua resposta.

m) De acordo com o gráfico e tabela o deslocamento do carro 1 é positivo ou negativo?

7. Reset a simulação novamente, clique no botão iniciar (play) e em seguida pause a simulação em aproximadamente 15 segundos.



n) Determine a variação de posição dos carros 1 e 2.

Bons estudos!

B.2 SIMULADOR 2 - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

<table>
<tr><td colspan="3">COLÉGIO OBJETIVO
Praça Monsenhor Vicente de Freitas, 188
João Câmara – Rio Grande do Norte - 59550-000</td><td>OBJETIVO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Aluno (a):</td><td rowspan="2">Nota:_____</td></tr>
<tr><td>Turma: 1ª Série</td><td>Ensino Médio</td><td>Aula prática: Movimento Retilíneo Uniformemente Variado</td></tr>
<tr><td colspan="2">Disciplina: Física</td><td>Profª Valesca Taciele</td><td>Data: ___/___/2022</td></tr>
</table>

ROTEIRO PARA AULA PRÁTICA

SIMULADOR – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MRUV)

Introdução

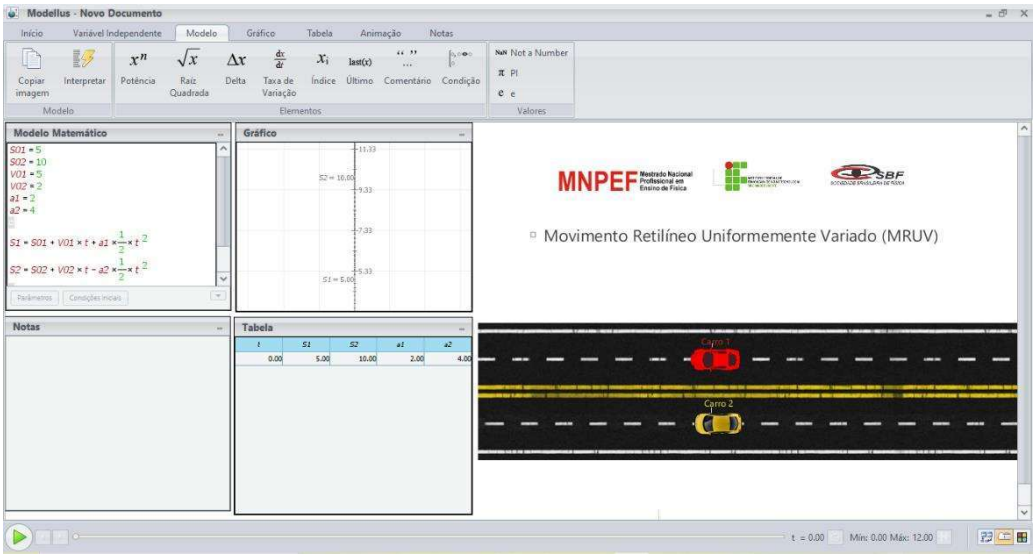
Dando continuidade, será analisado agora o movimento retilíneo uniformemente variado através do software Modellus. O movimento de um automóvel, de uma bicicleta ou até mesmo o deslocamento de uma pessoa caminhando, dificilmente será desenvolvido em velocidade constante por um longo intervalo de tempo. É muito provável que ocorram variações no valor da velocidade, que aumenta ou diminui dependendo das condições momentâneas do movimento. O movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) é aquele no qual o móvel sofre variações iguais de velocidade em intervalos de tempo iguais e a aceleração mede a rapidez com que o móvel altera o valor de sua velocidade, aumentando-o ou diminuindo-o. Sendo, no MRUV, a aceleração escalar instantânea igual à aceleração escalar média, constante e diferente de zero.

Materiais:

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

Procedimentos:

Com base no que foi visto na aula anterior, hoje analisaremos de forma prática as propriedades gráficas do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Para tanto, abra o simulador 2 “Movimento Retilíneo Uniformemente Variado” e realize os procedimentos e atividades a seguir.



Com o simulador aberto clique no botão iniciar (play), observe a simulação (animação, modelo matemático, gráfico e tabela) e responda o que se pede.



6. O simulador 2 apresenta dois carros em movimento retilíneo uniformemente variado, o carro 1 movimenta-se de acordo com a equação $S = 5 + 4.t + \frac{2.t^2}{2}$ (ver simulação), com o espaço em metros e o tempo em segundos. Determine para esse carro:

d) a velocidade inicial

e) a aceleração

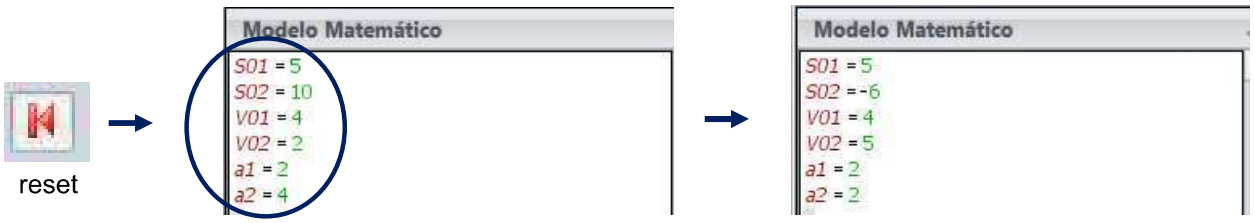
f) clique na opção “Gráfico” e altere S_1 para V_1 e S_2 para V_2. Em seguida clique no botão iniciar (play) e trace o gráfico da velocidade em função do tempo para o carro 1.



c) classifique o movimento em acelerado ou retardado.

d) a velocidade quando t = 5s e t = 10s. (Obs. extrair os resultados do gráfico ou tabela e em seguida fazer o cálculo utilizando a função horária da velocidade para verificar se os resultados batem.

3. A função horária da posição do carro 2 que se desloca sobre o eixo x é, no Sistema Internacional de Unidade, $S = 10 + 2.t - \frac{4.t^2}{2}$. Faça alguns ajustes na função horária desse movimento. Para isso, **reset a simulação**, vá na aba "Modelo Matemático" e ajuste S_{02} para -6, V_{02} para 5, e a_2 para 2. Em seguida clique no botão iniciar (play), observe a simulação e responda o que se pede.



f) determine a posição, velocidade inicial e aceleração.

g) encontre a função horária da velocidade.

h) trace o gráfico da função horária da velocidade e em seguida clique na opção "Gráfico" e altere V_1 para S_1 e V_2 para S_2 e trace também o gráfico da posição do carro 2 entre os instantes 0 e 12s.



i) usando o gráfico da função horária da posição classifique o movimento em acelerado ou retardado.

j) quais instantes o carro 2 passa pela origem das posições.

Bons estudos!

B.3 SIMULADOR 3 e 4 - Queda Livre e Lançamento Vertical

<table>
<tr><td colspan="3">COLÉGIO OBJETIVO
Praça Monsenhor Vicente de Freitas, 188
João Câmara – Rio Grande do Norte - 59550-000</td><td rowspan="2">Nota:_____
Data: ___/___/2022</td></tr>
<tr><td colspan="3">Aluno (a):</td></tr>
<tr><td>Turma: 1ª Série</td><td>Ensino Médio</td><td>Aula prática: Queda livre e Lançamento Vertical para Cima</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Disciplina: Física</td><td>Profª Valesca Taciele</td></tr>
</table>

ROTEIRO PARA AULA PRÁTICA

QUEDA LIVRE E LANÇAMENTO VERTICAL PARA CIMA

Introdução

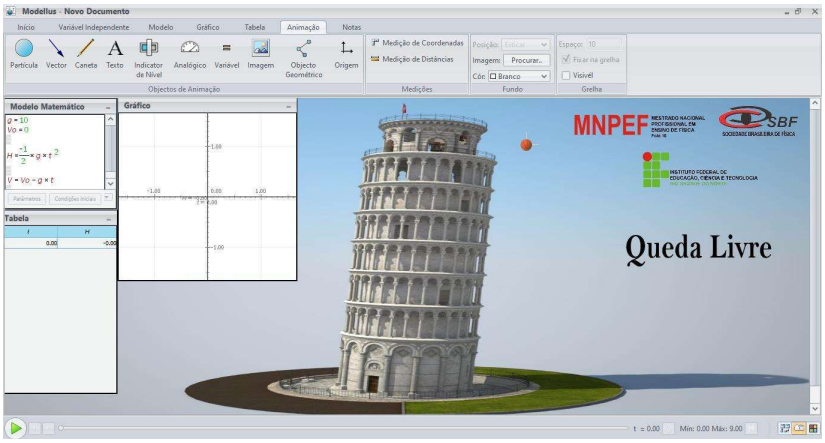
As características do movimento de queda livre foram objeto de estudo desde os tempos remotos. O grande filósofo Aristóteles (384-322 a.C.) acreditava que havia uma dependência entre o tempo de queda dos corpos com a massa deles. Essa crença perdurou durante quase dois mil anos, sem que houvesse uma investigação de sua veracidade através de medidas experimentais, cujo agravante seria a grande influência dominante do pensamento aristotélico em várias áreas do conhecimento. No entanto, Galileu Galilei (1564-1642 d.C.) que é considerado o introdutor do método experimental na Física, reforçando a ideia de que qualquer afirmativa acerca das leis da física deveria estar embasada em medidas experimentais e observações cuidadosas, chegou à conclusão de que um corpo “leve” e um “pesado”, abandonados de uma mesma altura, caem simultaneamente, atingindo o chão ao mesmo instante. Em outras palavras, desprezando a resistência do ar, os corpos caem com a mesma aceleração independentemente de sua massa. O movimento de queda livre dos corpos próximos à superfície da Terra pode ser descrito pela equação para um movimento uniformemente acelerado. O **lançamento vertical** é um movimento unidimensional no qual se desconsidera o atrito com o ar. Esse tipo de movimento ocorre quando um corpo é **lançado** na direção **vertical** e para cima. O movimento descrito pelo projétil é retardado pela aceleração da gravidade até que ele atinja a sua altura máxima.

Materiais:

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

Procedimentos:

Com base no que foi visto na aula anterior, hoje analisaremos de forma prática as propriedades gráficas do Movimento de Queda Livre e Lançamento Vertical para Cima. Para tanto, inicialmente abra o simulador 3 “Queda livre” e em seguida o simulador 4 “Lançamento vertical para cima” e realize os procedimentos e atividades a seguir.



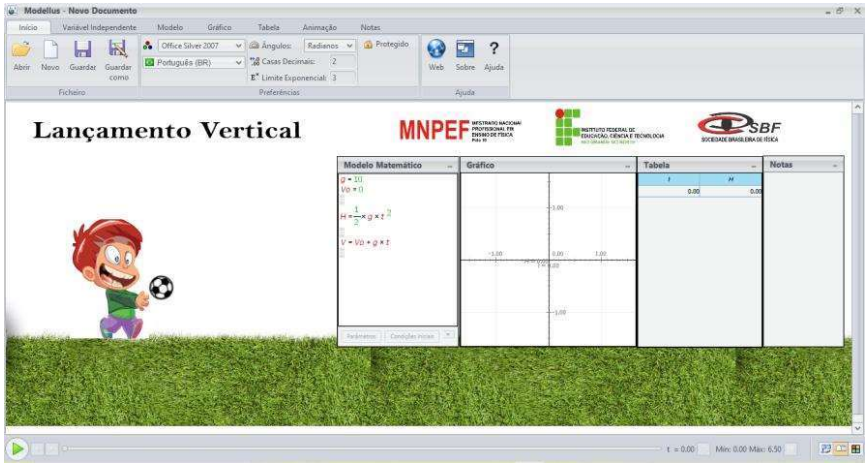
Com o simulador 3 aberto clique no botão iniciar (play), observe a simulação (animação, modelo matemático, gráfico e tabela) e responda o que se pede.



3. Um cientista resolveu fazer um experimento sobre queda livre, para isso, subiu em uma torre, localizada na superfície da terra, e deixou cair uma bola, com velocidade inicial igual a zero. Desprezando a resistência do ar e sabendo que a bola leva 9 s para atingir o solo, DETERMINE: (Obs. Adote g=10m/s^2 para terra)

c) Qual a altura que a bola estava após ter sido abandonada e passado os 9s de sua queda?
d) Qual é a velocidade que a bola chega ao solo após os 9s de queda?

Agora, para responder à questão 2 feche o simulador 3 e abra o simulador 4, com o simulador aberto clique no botão iniciar (play), observe a simulação (animação, modelo matemático, gráfico e tabela) e responda o que se pede.



4. Uma bola é lançada verticalmente para cima, a partir do solo, com velocidade de 15m/s, conforme o simulador 4. Analisando a simulação e os dados gerados no gráfico e na tabela, DETERMINE: (Obs. Adote g=10m/s^2)

e) A função horária da posição e da velocidade para este movimento.

f) O tempo de subida da bola.

g) A altura máxima atingida pela bola.

h) A velocidade da bola nos instantes t=1s e t=3s.

Bons estudos!

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

COLÉGIO OBJETIVO Praça Monsenhor Vicente de Freitas, 188 João Câmara – Rio Grande do Norte - 59550-000			
Aluno (a):			Nota:_____
Turma: 1ª Série	Ensino Médio	Questionário de satisfação	Data: ___/___/2022
Disciplina: *Física*		**Profª** *Valesca Taciele*	

QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

Prezado estudante, este questionário é um instrumento de coleta de informações que tem como objetivo conhecer sua opinião a respeito das aulas práticas computacionais de Física utilizando o software computacional, Modellus.

Sua colaboração é de extrema importância e poderá contribuir para melhorias futuras da minha dissertação de mestrado intitulada *"Uma proposta de sequência didática para estudar o MRU, MRUV, queda livre e lançamento vertical para cima utilizando o software Modellus"*. Conto com a participação e sinceridade de todos.

2. Você já conhecia o software Modellus?
   ( ) sim
   ( ) não
7. Sentiu dificuldade na utilização dos simuladores?
   ( ) sim
   ( ) não
8. O uso dos simuladores facilitou a compreensão dos conteúdos?
   ( ) sim
   ( ) não
9. Você acha que a utilização de simuladores em sala de aula é uma ferramenta importante no seu processo de ensino-aprendizagem?
   ( ) sim
   ( ) não
10. Deixe sua opinião sobre o uso de simuladores nas aulas de física