DELMA PEREIRA DE ANDRADE

UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE MODELLUS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE CINEMÁTICA

JI-PARANÁ, RO
FEVEREIRO DE 2019

DELMA PEREIRA DE ANDRADE

UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE MODELLUS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE CINEMÁTICA

Dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) através do Polo do Campus de Ji-Paraná, da Universidade Federal de Rondônia, como parte dos quesitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física, sob orientação da Prof.ª Dra. Queila da Silva Ferreira

JI-PARANÁ, RO
FEVEREIRO DE 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Fundação Universidade Federal de Rondônia

Gerada automaticamente mediante informações fornecidas pelo (a) autor (a)

A5531u Andrade, Delma.

Utilização do Software Modellus como ferramenta no ensino de cinemática / Delma Andrade. -- Ji-Paraná, RO, 2019.

109 f : il.

Orientador (a): Prof.ª Dra. Queila da Silva Ferreira

Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) Fundação Universidade Federal de Rondônia

1.Ensino de Física. 2.Modelagem Computacional. 3.Física - Estudo e ensino. I. Ferreira, Queila da Silva. II. Título.

CDU 53:004

Bibliotecário (a) Marlene da Silva Modesto Deguchi CRB 11/609

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO DE JI-PARANÁ/UNIR – PJIPAMNPEF

UNIR | SBF | MNPEF

ATA DE AVALIAÇÃO DA DISSERTAÇÃO DO CURSO DE MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – POLO JI-PARANA

Aos dezoito dias do mês de fevereiro do ano de 2019, às 09 horas e 00 minutos, no Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física (LAPEF) do *Campus* da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) de Ji-Paraná, reuniu-se a Banca Examinadora que foi composta pelos três examinadores: Prof. Dr. João Batista Diniz, Profa. Dra. Beatriz Machado Gomes, Profa. Dra. Maria Rosangela Soares, para avaliarem o trabalho de dissertação de Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo de Ji-Paraná/UNIR intitulado "**UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE MODELLUS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE CINEMÁTICA**", da aluna *DELMA PEREIRA DE ANDRADE*. A banca foi presidida pela orientadora Profa. Dra. Queila da Silva Ferreira o qual não participou na arguição e nem na avaliação do trabalho de dissertação. Após a apresentação, o candidato foi arguido apenas pelos três integrantes da Banca Examinadora por noventa (90) minutos. Ao final da arguição, a Banca Examinadora, em sessão reservada, aprovada a candidata com o conceito B, conforme as regras de aprovação estabelecidas no Regimento do MNPEF. Nada mais havendo a tratar, a avaliação foi encerrada às 11 horas e 28 minutos, dela sendo lavrada a presente ata, assinada por todos os três membros da Banca Examinadora e pela orientadora.

Queila da S. Ferreira
Profa. Dra. Queila da Silva Ferreira – PJIPAMNPEF/UNIR
Orientadora (presidente)

Beatriz M. Gomes
Profa. Dra. Beatriz Machado – PJIPAMNPEF/UNIR
Primeiro Membro

Prof. Dr. João Batista Diniz – PJIPAMNPEF/UNIR
Segundo Membro

M. Rosangela Soares
Profa. Dra. Maria Rosangela Soares – PGECN/UNIR
Terceiro Membro (Membro externo)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram na minha formação nesses anos de mestrado, em especial a minha orientadora pela paciência, dedicação e colaboração, agradeço também aos colegas da turma de 2016, aos professores do curso e principalmente agradeço aos meus familiares.

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

RESUMO

UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE MODELLUS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE CINEMÁTICA

Delma Pereira de Andrade

Orientadora: Profª. Drª. Queila da Silva Ferreira

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

Nos dias atuais nos deparamos com a evolução cada vez mais rápida da tecnologia, e a introdução das Tecnologias no âmbito educacional é uma realidade e a escola deve acompanhar esse desenvolvimento. Assim, destaca-se a importância do uso da tecnologia, principalmente com o uso de aplicativos e softwares, como uma ferramenta de trabalho útil e necessária para que haja uma aprendizagem significativa, e melhore a relação entre alunos e professores. Dessa forma, este trabalho possui o objetivo de utilizar as tecnologias educacionais para explicar conceitos físicos de Cinemática, e assim, contribuir para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, além de mostrar aos alunos e professores a viabilidade do uso da simulação e modelagem computacional no ensino de Física, bem como também comparar os resultados com o método tradicional de ensino. Para verificar esta viabilidade foi elaborado um produto Educacional. Este produto é um guia prático de como utilizar o software Modellus para simulação e também modelagem computacional. Foi aplicado um questionário antes da aplicação do produto, observou-se que dos alunos que participaram deste questionário, poucos conheciam os conceitos básicos de movimento uniforme e movimento uniformemente variado. Contudo, após a aplicação do produto a grande maioria dos alunos demonstraram compreender melhor os conceitos básicos para estes tipos de movimento. Ao final foi possível observar que o uso de computadores, bem como o uso do software Modellus para simular e modelar eventos físicos, além de facilitar o processo de ensino e aprendizagem, também tornam as aulas mais divertidas e dinâmicas. Dessa forma o aluno passa a ser o construtor do seu conhecimento tornando o aprendizado mais significativo.

Palavras-chave: Ensino de Física. Modelagem computacional. Simulação de eventos.

ABSTRACT

UTILIZATION OF MODELLUS SOFTWARE AS A TOOL IN KINEMATICS TEACHING

Delma Pereira de Andrade

Orientadora: Profª. Drª. Queila da Silva Ferreira

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação na Fundação Universidade Federal de Rondônia no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

In the present day we are faced with the increasingly rapid evolution of technology, and the introduction of technologies in education is a reality and the school must follow this development. Thus, the importance of using technology, especially with the use of applications and software, as a useful and necessary work tool for meaningful learning and improving the relationship between students and teachers is highlighted. Thus, this work aims to use the educational technologies to explain physical concepts of kinematics, and thus, contribute to improve the teaching and learning process, as well as showing students and teachers the feasibility of using simulation and computational modeling in the teaching physics, as well as compare the results with the traditional method of teaching. To verify this feasibility an educational product was elaborated. This product is a practical guide on how to use Modellus software for simulation as well as computational modeling. A questionnaire was applied before the application of the product, it was observed that of the students who participated in this questionnaire, few knew the basic concepts of uniform movement and uniformly varied Movement. However, after the application of the product the vast majority of students demonstrated a better understanding of the basic concepts for these types of movement. In the end, it was possible to observe that the use of computers, as well as the use of Modellus software to simulate and model physical events, besides facilitating the teaching and learning process, also make classes more fun and dynamic. In this way the student becomes the constructor of his / her knowledge making learning more meaningful.

Keywords: Physics education. Computational modeling, Simulation of events.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2. 1- Representação da posição e do deslocamento de um objeto 4
Figura 2.2- Simulação de deslocamento de um corpo utilizando o software Modellus. 5
Figura 2.3- Representação de um eixo para a posição de um movimento 6
Figura 2.4- Resolução de uma situação problema.....7
Figura 2.5- Direção de movimento de um corpo.....9
Figura 2.6- Representação gráfica dos movimentos (a) progressivos e (b) retrógrados 10
Figura 2.7- Representação gráfica da função da velocidade no MU, em (a) velocidade escalar positiva e em (b) velocidade escalar negativa. 10
Figura 2.8- Representação do gráfico v x t.....11

Figura 3.1- Turma A respondendo ao questionário I 31
Figura 3.2 - Turma B respondendo ao questionário I.....32

Figura 4.1 – Imagem dos alunos da Turma A tendo primeiro contato com Software Modellus. 34
Figura 4.2- Ilustração Interface do software Modellus. 34
Figura 4.3- Ilustração da interface do Modellus no ícone modelo matemático. 35
Figura 4.4- Ilustração do software Modellus no ícone "Parâmetros". 35
Figura 4.5- Ilustração do ícone "Objetos" no software Modellus 36
Figura 4.6- Ilustração do software Modellus no ícone animação. 36
Figura 4.7- Ilustração do software Modellus no ícone "Tabela e Gráfico".....36
Figura 4.8 – Ilustração do software Modellus representando a primeira situação problema.... 37
Figura 4.9 - Ilustração do software Modellus representando a simulação da primeira situação problema. 38
Figura 4.10- Ilustração do software Modellus representando a segunda situação problema... 39
Figura 4.11- – Ilustração do software Modellus representando a simulação da segunda situação problema 40
Figura 4.12- Ilustração do software Modellus representando a terceira situação problema..... 40
Figura 4.13- Ilustração do software Modellus representando a simulação da terceira situação problema. 41
Figura 4.17- Representação 1 da modelagem computacional usando o software Modellus.... 42
Figura 4.18- Representação 2 da modelagem computacional usando o software Modellus. 43
Figura 4.19- Representação 3 da modelagem computacional usando o software Modellus. 43
Figura 4.20- Exercício resolvido pelo aluno B18.....44
Figura 4.21- Exercícios resolvido pelo aluno B28. 45
Figura 4.22- Exercício resolvido pelo aluno B10.....46

Figura 5.1- Resposta fornecida pelo aluno A08 a questão 1 do Questionário I. 48
Figura 5.2- Questão 2 e a respectiva resposta de um aluno para o questionário I.....50
Figura 5.3- Questão 3 e a respectiva resposta de um aluno para o questionário I.....51
Figura 5.4- Questão 4 e respectiva resposta de um aluno para o questionário I. 53
Figura 5.5- Questão 5 e respectiva resposta de um aluno para o questionário I. 54
Figura 5.6- Questão 6 e respectiva resposta de um aluno para o questionário I. 56
Figura 5.7- Questão 7 e respectiva resposta de um aluno para o questionário I 58
Figura 5.8- Questão 8 e respectiva resposta de um aluno para o questionário I. 59
Figura 5.9- Questão10 e resposta do aluno A 08.....62
Figura 5.10- Questão10 e resposta do aluno A 23. 62
Figura 5.11- Questão11 e resposta do aluno A08. 62
Figura 5.12- Questão12 e resposta do aluno A08. 63
Figura 5.13- Questão12 e resposta do aluno B18.....64
Figura 5.14- Representação da questão 1 e resposta de um aluno para o questionário II.....64
Figura 5.15- Representação da questão 1 e resposta de um aluno A 32 para o questionário II. 65
Figura 5.16- Representação da questão 3 e da resposta do aluno A 32 para o questionário II. 66
Figura 5.17- Representação da questão 3 e da resposta do aluno A 36 para o questionário II 67
Figura 5.18- Representação da questão 3 e da resposta do aluno A 27 para o questionário II 67
Figura 5.19 - Representação da questão 4 e resposta de um aluno para o questionário II.....67
Figura 5.20- Representação da questão 5 e resposta do aluno A 3 para o questionário II.....68
Figura 5.21- Representação da questão 6 e da resposta do aluno A 32 para o questionário II. 69
Figura 5.22- Representação da questão 7 e resposta de um aluno para o questionário II. 69
Figura 5.23- Representação da questão 8 e resposta de um aluno para o questionário II. 69

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1- Demonstrativo das etapas do método de Herbart e do método de Bacon sobre aprendizagem.....19

Quadro 3. 1- Cronograma de execução da pesquisa 30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1- Representação da reposta da questão 1 48
Gráfico 5.2- Gráfico da reposta da questão 1 para turma.....50
Gráfico 5.3- Gráfico de percentual das repostas da questão 1 para as turmas A e B.....50
Gráfico 5.4- Representação gráfica das respostas da questão 2 para as turmas A e B.. 51
Gráfico 5.5- Representação gráfica da resposta da questão 3 para o questionário I da turma A 52
Gráfico 5.6- Representação gráfica da resposta da questão 3 para o questionário I da turma B 52
Gráfico 5.7- Representação gráfica da resposta da questão 4 para as turmas A e B 54
Gráfico 5.8- Representação gráfica da resposta da questão 5 para as turmas A e B 55
Gráfico 5.9- Representação gráfica da resposta da questão 6 para as turmas A e B 57
Gráfico 5.10- Representação gráfica da resposta da questão 6 para as turmas A e B ... 57
Gráfico 5.11- Representação gráfica da resposta da questão 7 para as turmas A e B ... 59
Gráfico 5.12- Representação gráfica da resposta da questão 8 para a turma A..... 60
Gráfico 5.13- Representação gráfica da resposta da questão 8 para a turma B..... 60
Gráfico 5.14- Gráfico com resultado da resposta da questão 1 do questionário II..... 65
Gráfico 5.15- Gráfico com resultado da resposta da questão 2 do questionário II..... 66
Gráfico 5.16- Gráfico com resultado da resposta da questão 4 do questionário II..... 67
Gráfico 5.17- Gráfico com resultado da resposta da questão 5 do questionário II..... 68
Gráfico 5.18- Gráfico com resultado da resposta da questão 6 do questionário II..... 69
Gráfico 5.19- Gráfico com resultado da resposta da questão 7 do questionário II..... 70
Gráfico 5.20- Gráfico com resultado da resposta da questão 8 do questionário II..... 70

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 ... 1
INTRODUÇÃO ... 1
CAPÍTULO 2 ... 3
REFERENCIAL TEÓRICO ... 3
2.1. O Estudo da Cinemática ... 3
2.1.1 Conceitos de velocidade média e velocidade instantânea ... 6
Velocidade Média ... 6
Velocidade Instantânea ... 8
2.1.2 – Movimento Uniforme (MU) ... 8
2.1.3 – Movimento Uniformemente Variado (MUV) ... 11
2.1.3.1 - Funções Horárias do M.U.V. ... 14
Função horária da velocidade ... 14
Função horária da posição para o MUV ... 15
2.2 Fundamentos de aprendizagem ... 17
2.2.1 - O ensino tradicional ... 17
2.2.2 – Tecnologia Versus Gerações ... 21
2.2.3 - O Uso das Tecnologias Aplicadas ao Ensino ... 24
2.2.4 - Teoria de Aprendizagem Segundo Lev Vygotsky ... 25
2.2.5 - Aprendizagem Significativa Segundo David Ausubel ... 26
2.3 – O Software Modellus ... 27
METODOLOGIA ... 29
3.1. Contexto teórico do trabalho ... 29
3.2 – Local e execução do trabalho ... 29
DESENVOLVIMENTO E EXECUÇÃO DA PESQUISA ... 33
4. 1. Sobre o Produto Educacional e sua Aplicação ... 33
4.1.1 – Turma A: Apresentação do Produto Educacional ... 33
4.1.2 - Manipulando o Software Modellus ... 37
4.1.3 – Modelagem computacional ... 42
4.2 –Turma B: Método Tradicional ... 44
RESULTADOS E DISCUSSÕES ... 47
5.1. Análise dos Questionários ... 47
5.1.2 - Da aplicação e Resultado do Questionário I ... 47
5.1.3 - Aplicação e Resultado do Segundo Questionário ... 64
5.2 - Conclusões ... 71

CONSIDERAÇÕES FINAIS 73
REFERÊNCIAS 75
APÊNDICE 1 - PRODUTO EDUCACIONAL 77
APÊNDICE 2 - Questionário I 92
ANEXO 95

CAPÍTULO 1
INTRODUÇÃO

A escola, assim como a sociedade em que vivemos, está cada vez mais influenciada pelo uso de mídias e tecnologias que avançam dia após dia. Neste novo mundo, estamos nos deparando com a evolução cada vez mais rápida de novas ciências, tais como a introdução das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no âmbito educacional.

A realidade é que os jovens estão cada vez mais envolvidos com o uso dessas tecnologias dentro e fora da sala de aula, desde cedo eles lidam com aparelhos, sofisticados ou não, exemplificando com a televisão, telefone, celular, internet, dentre outros. Por conseguinte, eles desejam e cobram um ensino atualizado com metodologias voltadas para o mundo virtual.

Os recursos tecnológicos atrativos, usados como ferramentas de ensino e aliados com uma metodologia pedagógica contribuem para um ensino-aprendizagem mais significativo capaz de mudar valores, formas de pensar e aprender de maneira mais interessantes e integrados. Ainda, os recursos tecnológicos quando bem utilizados, associados a um bom planejamento e, concentrando no que o aluno está aprendendo e não somente no que aprendeu, somente terá a contribuir para o desenvolvimento das habilidades e competências necessárias para a construção do conhecimento crítico e cientifico. Além disso, os sistemas educacionais devem se adequar as novas tecnologias, pois estas têm grande influência sobre o desenvolvimento da política, da economia e dos saberes da sociedade.

Para aplicação desta pesquisa, foi utilizado uma metodologia voltada para análise e comparação de dados. A ferramenta tecnológica empregada foi o computador, com o software Modellus instalado; este é capaz de simular eventos da natureza em forma de comandos matemáticos e gráficos. Assim, o presente trabalho destaca a importância do uso de novas tecnologias, como aqueles que simulem episódios do cotidiano, como uma ferramenta de trabalho útil e necessária para que haja uma aprendizagem significativa, e melhore a relação entre alunos e professores. Valida-se assim, que a aplicação de tecnologias no ensino de Física tem por objetivo além de motivar e estimular os jovens para o encaminhamento nas suas formações para a vida e para o exercício da cidadania, consolidar o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos, possibilitando o prosseguimento de estudos sobre o assunto por meio de um ambiente virtual. Desse modo o presente trabalho tem por objetivo averiguar se o uso do Software Modellus no estudo de movimentos retilíneos facilita a aprendizagem que envolve tais conceitos.

O presente trabalho foi divido por tópicos de apresentação, no Capítulo 2, aborda-se a fundamentação teórica, sobre os conceitos de Física, voltados para o estudo dos movimentos retilíneos, bem como a fundamentação teórica de aprendizagem que norteou esta pesquisa e uma breve revisão sobre o avanço das gerações tecnológicas e do software Modellus.

O Capítulo 3 aborda a metodologia aplicada à pesquisa. O Capítulo 4 trata-se sobre o produto educacional e sua aplicação em sala de aula. Já no Capítulo 5 aborda-se a aplicação e a análise dos questionários que foram aplicados para realização da pesquisa. E por fim, o Capítulo 6 trará as considerações finais.

CAPÍTULO 2
REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O Estudo da Cinemática

O estudo da cinemática é fundamental para que se conheça os conceitos de Movimento Uniforme (MU) e Movimento Uniformemente variado (MUV). Deste modo, a Cinemática é a parte da Mecânica que estuda os movimentos dos corpos em função das grandezas físicas: posição, velocidade, tempo, aceleração e deslocamento, sem revelar suas causas (Kazuhito e Fuke, 2017).

Porém, como saber se um determinado corpo está em movimento ou parado? É importante, assim, determinar um ponto fixo que sirva de referência para o movimento. Tal ponto é dito de Referencial Inercial. Logo, um objeto pode estar em movimento para um dado referencial, entretanto, poderá está parado com relação a um segundo referencial que se mova juntamente com o objeto. Exemplificando,

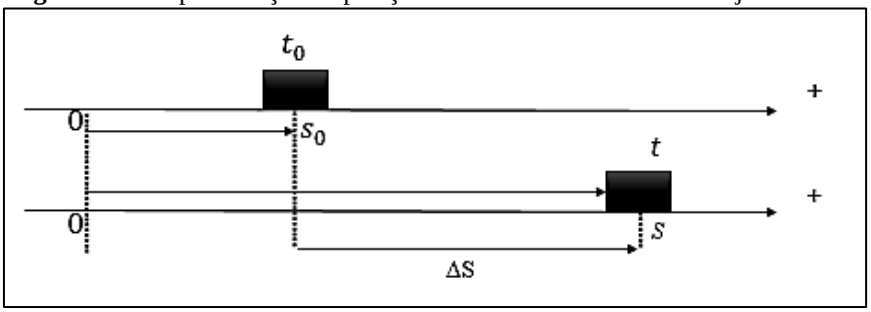
> "Suponha que você veja um pato voando para o norte a 300 Km/h. Para um outro pato voando ao lado, o primeiro pato parece estacionário. Em outras palavras, a velocidade de uma partícula depende do referencial de quem está observando ou medindo a velocidade. Para os nossos propósitos, um referencial é um objeto físico ao qual fixamos nosso sistema de coordenadas. No dia-a-dia, esse objeto é frequentemente o solo. Por exemplo, a velocidade registrada em uma multa de trânsito é sempre medida em relação ao solo. A velocidade relativa ao policial seria diferente se o policial estivesse se movendo enquanto medisse a velocidade (Halliday, Resnick e Walker, 2006, p. 78)."

Ainda, (Ramalho, Nicolau e Toledo, 2007, p.16), "um ponto material está em movimento em relação a um dado referencial quando sua posição, nesse referencial, varia no decurso do tempo". O conceito de referencial também é aplicado nas dimensões dos corpos que estão sendo estudados, por exemplo, o conceito de ponto material é relativo, assim, um ônibus pode ser considerado um ponto material enquanto transita por duas cidades, mas não quando faz manobra numa estação rodoviária (Bonjorno, 2016).

Tipler e Mosca (2011), "quando não é especificado nenhum referencial, consideramos os movimentos com relação a Terra". Desse modo, para a maioria dos eventos tem-se a Terra como referencial inercial.

Quando um objeto se move de um ponto a outro pode-se calcular o seu deslocamento, partindo assim de uma dada posição inicial (S_0) e num dado instante inicial (t_0), até uma posição final (*S*), correspondendo um certo instante final (*t*)conforme a Figura 2.1.

Figura 2. 1- Representação da posição e do deslocamento de um objeto



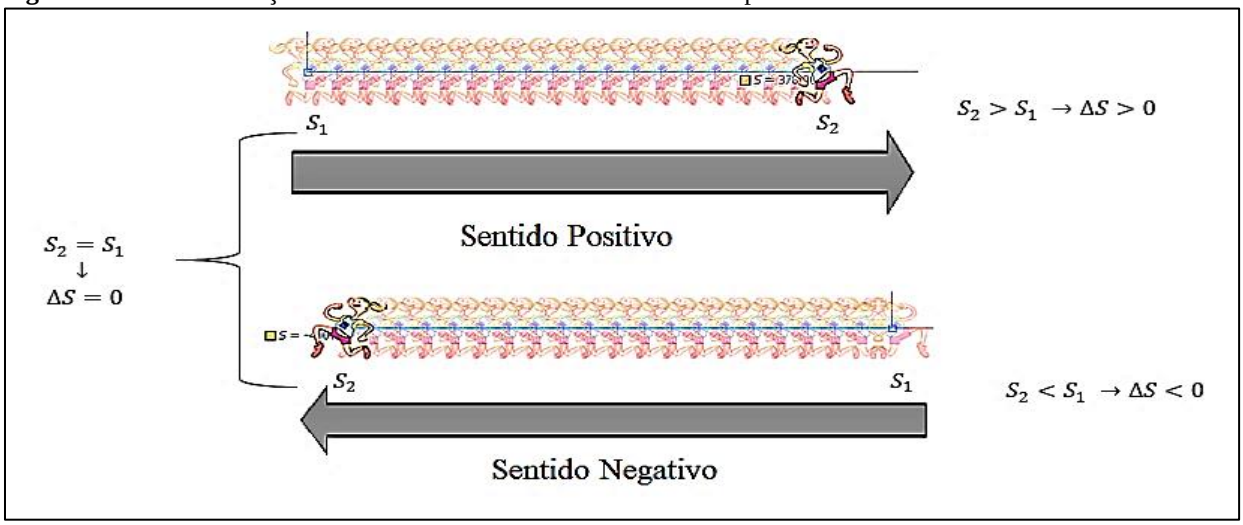
De modo geral, pode-se representar o deslocamento de acordo com a equação (2.1):

$$\Delta S = S - S_0 \quad . \tag{2.1}$$

No Sistema Internacional de unidade (SI), a unidade de *S* (comprimento) é o metro (*m*), mas, temos também no sistema CGS (centímetro – grama - segundo) a unidade, centímetro (*cm*), para representar o comprimento.

Quando um corpo se desloca de um ponto ao outro, teremos algumas situações com relação a seu deslocamento a primeira é que, se sua posição final for maior que a sua posição inicial, então este corpo se desloca no sentido favorável da trajetória, porém, se sua posição final for menor do que a sua posição inicial, este corpo estará se deslocando no sentido contrário da trajetória, e por fim, se um corpo deslocar-se de um certo ponto e retornar a esse mesmo ponto então seu deslocamento será nulo, conforme se observa na Figura 2.2.

Figura 2.2- Simulação de deslocamento de um corpo utilizando o software Modellus.



O símbolo delta (Δ), quando usado para expressar uma fórmula matemática, geralmente indica a variação de alguma grandeza, ou seja, a diferença entre o valor inicial e final desta grandeza.

De forma análoga ao deslocamento (Equação 2.1), pode-se representar o intervalo de tempo (Δt), conforme a Equação (2.2):

$$\Delta t = t - t_0 \, . \tag{2.2}$$

No SI a unidade de *t* (tempo) é o segundo (*s*), mas, também é comum o uso de unidades como hora (h), milissegundo (ms), entre outros submúltiplos. Este intervalo de tempo (Equação 2.2), representa o período de tempo que um dado objeto leva para se mover de um ponto a outro.

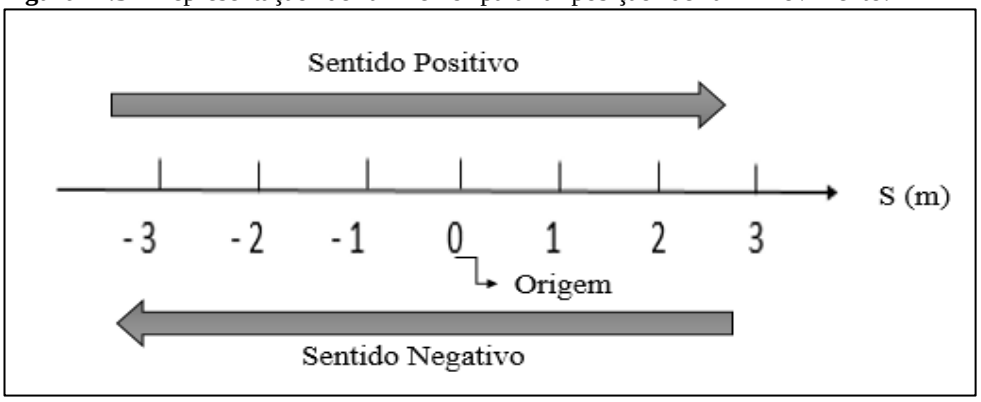
O deslocamento não significa a distância percorrida, como o valor de quilômetros que aparece no painel dos carros. (Kazuhito e Fuke, 2017),

> "O deslocamento é um exemplo de grandeza vetorial, uma grandeza que possui módulo, direção e sentido…, mas tudo de que necessitamos aqui é a ideia de que o deslocamento tem duas características: (1). Seu *módulo* é a distância (tal como o número de metros) entre as posições inicial e final. (2). Sua direção e sentido, de uma posição inicial para uma posição final, podem ser representados por um sinal de mais ou por um sinal de menos se o movimento se dá ao longo de um único eixo (Halliday, Resnick e Walker, 2006, p. 17)."

Por exemplo, se uma partícula começa um movimento partindo da posição inicial S_0 igual a 2 m e para na posição de 15 m, logo o deslocamento realizado por esta partícula será de 13 m. Entretanto, se considerar que a partícula parta da posição inicial S_0 igual a 15 m e para na posição de 2m, aí tem um deslocamento de – 13 m. O sinal negativo indica que a partícula estará se movendo no sentido onde se encontra a origem das posições, sendo deste modo, o

deslocamento considerado uma grandeza vetorial, pois possui intensidade (valor numérico), direção e sentido. Logo, pode-se adotar uma orientação para o sentido da trajetória do movimento de um objeto, conforme mostra a Figura 2.3.

Figura 2.3- Representação de um eixo para a posição de um movimento.



2.1.1 Conceitos de velocidade média e velocidade instantânea

Velocidade Média

Velocidade é uma grandeza física de suma importância para poder descrever o movimento realizado por um dado objeto. Em suma a velocidade média de um corpo é expresso pela razão do seu deslocamento pelo intervalo de tempo gasto durante este deslocamento. Assim considerando as Equações (2.1) e (2.2), obtemos a Equação (2.3) para representar a velocidade média (v_m) de um corpo (Bonjorno, 2016)

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S - S_0}{t - t_0} \quad . \tag{2.3}$$

Observando a Equação (2.3), temos como unidade para a velocidade, no SI, o metro por segundo (*m/s*), mas também é comum submúltiplos como *km/h* (quilômetros por hora), *cm/s* (centímetros por segundo), entre outros, na qual representa a unidade de comprimento por unidade de tempo.

Por exemplo, seja um ciclista que se move partindo do Km 5 as 6 horas da manhã e chega ao Km 55 as 16 horas do mesmo dia, a velocidade média adquirida pelo ciclista seria de 5 Km/h, conforme mostra a Figura 2.4.

Figura 2.4- Modelo de resolução de uma situação problema.

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S - S_0}{t - t_0} = \frac{55 - 5}{16 - 6} = \frac{50}{10} = 5 \text{ km/ h}$$

Ainda, exemplificando,

> "Assim para um carro que percorresse a estrada São Paulo-Rio (suposta retilínea) em dez horas, a velocidade média entre partida e chegada seria de 400 km/10 h = 40 km/h. Mas isto informa muito pouco sobre o movimento durante o percurso. O carro poderia ter parado durante algumas horas em algum ponto intermediário, e poderia ter desenvolvido velocidade médias bem maiores em algumas etapas do percurso. Seria bem informativo dar o valor de $\vec{v}$ em diferentes etapas do percussor, e isto descreveria tanto melhor o movimento quanto mais curtas as etapas, pois o erro cometido ao aproximar de trechos curtos do percurso por movimentos uniformes vai diminuindo à medida que encurtamos esses trechos." (Nussenzveig, 2002, p.25)

Observa-se pela afirmação de Nussenzveig (2002), que a velocidade média de um corpo pode sofrer variações ao longo do movimento, contudo é possível obter um valor mais exato para a velocidade se trabalhar com trechos menores durante o percurso.

> "A velocidade escalar média $S_{méd}$ é uma forma diferente de descrever com que rapidez uma partícula está se movendo. Enquanto a velocidade média envolve o deslocamento da partícula Δx, a velocidade escalar média é definida em termos da distância total percorrida (o número de metros percorridos, por exemplo), independentemente da direção. Como a definição de velocidade escalar média não inclui a direção do movimento, ela não possui um sinal algébrico. Em alguns casos, $S_{méd}$ é igual (a não ser pela ausência de sinal) a $v_{média}$." (Halliday, Hesnick e Walker, 2008, p. 17)

Desse modo, tem-se que a velocidade média leva em consideração apenas as posições inicial e final do móvel bem como o instante em que se encontra nestas posições, enquanto que a velocidade escalar média, considera toda distância do decorrer do percurso.

Velocidade Instantânea

A velocidade instantânea (v) é aquela que pode ser observada no velocímetro dos carros, ela marca a velocidade naquele determinado instante. Pode-se dizer que se o intervalo de tempo da velocidade média tende a ser cada vez menor, sendo mais próximo de zero possível, obtém-se o valor da velocidade instantânea. Assim, de acordo com a Equação (2.4), temos que a velocidade instantânea é igual ao limite (*lim*) da velocidade média quando Δt tende a zero.

$$v = \lim_{\Delta t \to 0} v_m = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} \ . \tag{2.4}$$

Pode-se dizer que se obtém uma maior precisão no valor da velocidade quando o intervalo de tempo está em ordem de décimos, centésimos ou até milésimos de segundos (Bonjorno e Clinton, 1999). Do mesmo modo, de acordo com Nussenzveig (2002) a velocidade de um carro não sofre muita variação em intervalos de tempo < 0,1 *s*, sendo assim quanto menor for o intervalo de tempo mais a velocidade média se aproxima da velocidade instantânea.

2.1.2 – Movimento Uniforme (MU)

Se a velocidade instantânea de um móvel for igual a velocidade média durante todo percurso, pode-se dizer que a velocidade se manteve constante, assim, se um móvel tiver o mesmo deslocamento num mesmo intervalo de tempo (conforme a Equação (2.5), Bonjorno, 2016), dizemos que este realiza um Movimento Uniforme (MU), se o movimento ocorre em trajetória retilínea tem-se um Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) (Conforme será apresentado na subseção 2.1.3)

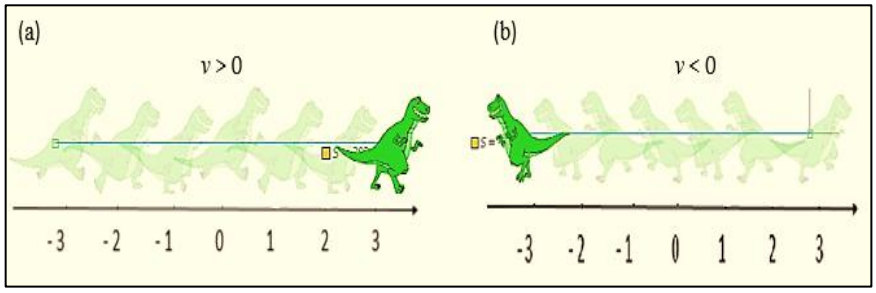
$$v = v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \text{constante} \neq 0 \quad . \tag{2.5}$$

Pode-se classificar ainda o movimento de acordo com o sinal algébrico da velocidade:

- Se $v > 0$, o movimento é progressivo, pois $S > S_0$
- Se $v < 0$, o movimento é retrógrado, pois $S < S_0$

Também pode-se dizer que, se um objeto se move no sentido positivo, favorável da trajetória, tem – se um movimento progressivo. De mesmo modo, se um objeto se move no sentido contrário da trajetória, tem-se um movimento retrógrado, note que a classificação do movimento em progressivo ou retrógrado depende apenas da orientação da trajetória, conforme pode ser visto na Figura 2.5 (a) e (b).

Figura 2.5- Direção de movimento de um corpo**,** em (a) tem-se a representação feita no software Modellus de um dinossauro correndo no sentido positivo da trajetória; em (b) tem-se a representação feita no software Modellus de um dinossauro correndo no sentido contrário à trajetória.



Pode-se obter uma função horária para posição no MU, partido das Equações (2.3) e (2.5), de modo que o instante inicial (t_0) seja igual a zero. Assim, obtém-se a função da posição para o MU (Equação (2.6)),

$$S = S_0 + v.t \quad . \tag{2.6}$$

Utilizando a Equação (2.6) é possível determinar a posição de um móvel em um instante qualquer, desde que o movimento seja uniforme, ou seja, a velocidade seja constante e diferente de zero. Como se pode observar, a Equação (2.6) é representada por uma função do 1º grau, sendo que os gráficos representados por estas funções são expressos por meio de retas. Assim, para o MU, se o movimento for progressivo, o móvel se desloca no sentido positivo da trajetória, logo em um gráfico da posição em função do tempo (*S* x *t*) será representado por uma reta crescente (Figura 2.6 (a)). De modo análogo, se um móvel de desloca no sentido contrário da trajetória, o gráfico *S* x t, terá uma reta decrescente (Figura 2.6 (b)).

A Figura 2.6, representa o movimento de um móvel cuja posição varia no decorrer do tempo, porém é possível obter a representação gráfica para a função da velocidade em função do tempo, conforme a Figura 2.7.

Figura 2.6- Representação gráfica dos movimentos (a) progressivos e (b) retrógrados

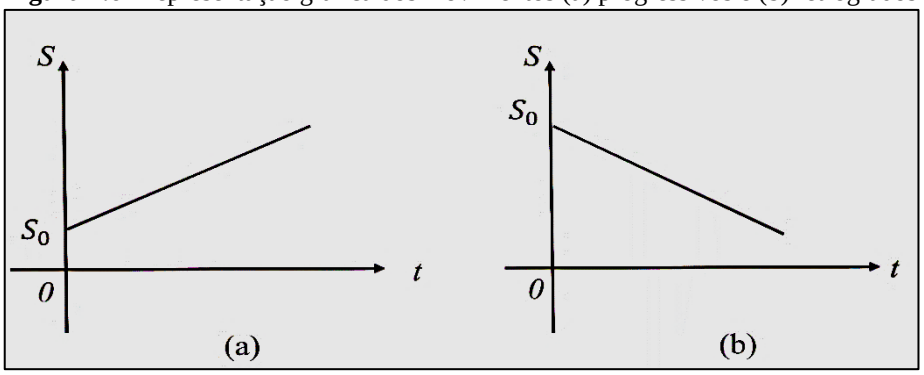
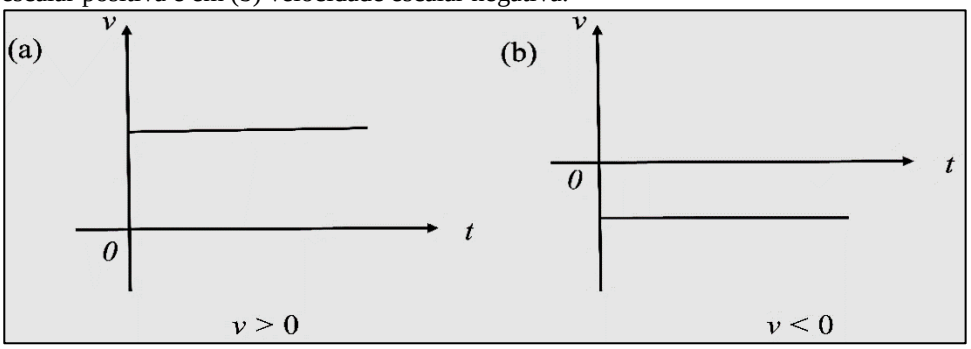
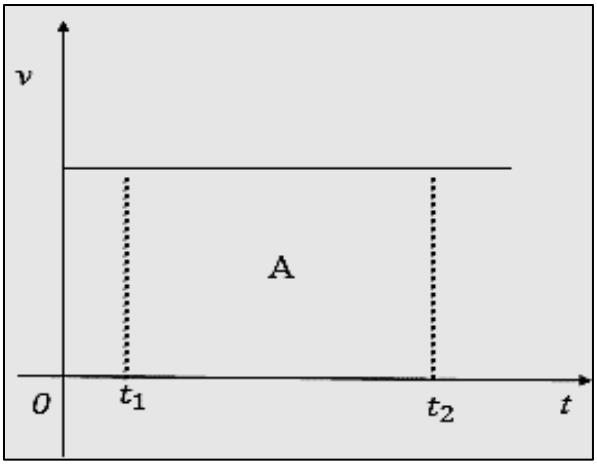


Figura 2.7- Representação gráfica da função da velocidade no MU, em (a) velocidade escalar positiva e em (b) velocidade escalar negativa.



A Figura 2.7, mostra o gráfico da velocidade em função do tempo (v x t) sendo representado por uma reta constante paralela ao eixo dos tempos. Assim, se a velocidade for positiva (movimento progressivo), a reta do gráfico (v x t) estará acima do eixo do tempo (Figura 2.7(a)), contudo se a velocidade for negativa (movimento retrógrado) a reta do gráfico (v x t) estará abaixo do eixo do tempo (Figura 2.7(b)). Contudo o gráfico da função da velocidade do MU, tem uma propriedade muito importante, "A área da região compreendia entre a reta representativa e o eixo dos tempos mede, numericamente, o módulo da variação do espaço ΔS do móvel no intervalo de tempo considerado (Nicolau e Toledo, 1999, p. 34)"

Figura 2.8- Representação do gráfico v x t



$$\Delta S \overset{N}{=} A \ . \tag{2.7}$$

2.1.3 – Movimento Uniformemente Variado (MUV)

Se um móvel adquiri uma certa velocidade no decorrer do percurso, sofrendo algumas variações num certo intervalo de tempo, então, este móvel possui uma grandeza física conhecida por aceleração. Assim, se um carro percorre um trecho com velocidade de 20 m/s e no intervalo de 1 s sua velocidade aumentar para 30 m/s, então sua velocidade terá acrescido de 10 m/s no intervalo de 1 s.

Portanto, pode-se definir aceleração média (a_m) como a variação da velocidade *v* por unidade de tempo, conforme Equação (2.8) (Bonjorno, 2016).

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} \quad . \tag{2.8}$$

De acordo com a Equação (2.8), a aceleração média do móvel também pode ser expressa pela razão da diferença das velocidades final e inicial ($v - v_0$), respectivamente, e pelo tempo final e inicial ($t - t_0$), respectivamente. "A aceleração escalar média é uma grandeza algébrica, sendo seu sinal o mesmo da variação de velocidade (Δv). Assim, quando a velocidade escalar diminui, Δv é negativo e, portanto, a aceleração escalar média é negativa." (Nicolau e Toledo, 1998, p. 20)

No SI, a unidade de aceleração é o *m/s²*, também é comum o uso de unidades como o *km/h², cm/s²*.

> "(...) Outras unidades são usadas em alguns problemas, mas todas estão na forma comprimento/tempo². Da mesma forma que o deslocamento e a velocidade, a aceleração possui um módulo e uma direção (também é uma grandeza vetorial) o sinal algébrico representa seu sentido em relação a um eixo, ou seja, uma aceleração com valor positivo tem sentido positivo de um eixo, enquanto uma aceleração com valor negativo tem o sentido negativo." (Halliday, Resnick e Walker, 2008, p. 15)

Se o intervalo de tempo na Equação (2.8) tender a intervalos cada vez menores, tem-se o que chama de aceleração instantânea (*a*) (Equação (2.9)), temos que a aceleração instantânea é o limite (*lim*) da aceleração média quando o intervalo de tempo tende a zero.

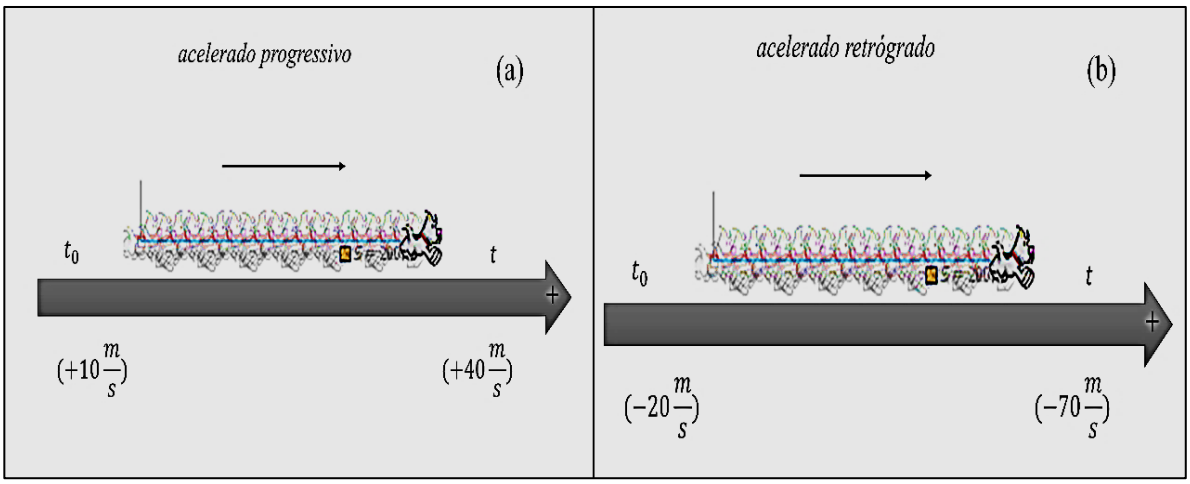
$$a = lim_{\Delta t \to 0}\, a_m = lim_{\Delta t \to 0}\, \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad . \tag{29}$$

Desse modo o sinal algébrico da aceleração depende exclusivamente da velocidade no decorrer do tempo, pois se a variação da velocidade for positiva a aceleração também será positiva, mas se a variação da velocidade for negativa, então a aceleração também será negativa.

Conhecendo o sinal algébrico, bem como o sentido da velocidade e da aceleração, pode-se classificar o movimento em acelerado ou retardado (Figuras 2.9 e 2.10). No movimento acelerado o módulo da velocidade escalar aumenta no decorrer do tempo. Dependendo da orientação da trajetória, pode ocorrer duas situações (Ramalho, Nicolau e Toledo, 2007, P.51):

- Acelerado progressivo:
  Sendo $v > 0$ e $a > 0$, temos $a_m = \Delta v/\Delta t > 0$ (Figura 2.9 (a))
- Acelerado retrógrado:
- Sendo $v < 0$ e $a < 0$, temos $a_m = \Delta v/\Delta t < 0$ (Figura 2.9 (b))

Figura 2.9- Exemplo de movimento acelerado (parte realizada no Modellus), sendo que em (a) tem-se um movimento a favor da trajetória (acelerado progressivo); em (b) o movimento é contrário a trajetória (acelerado retrógrado).

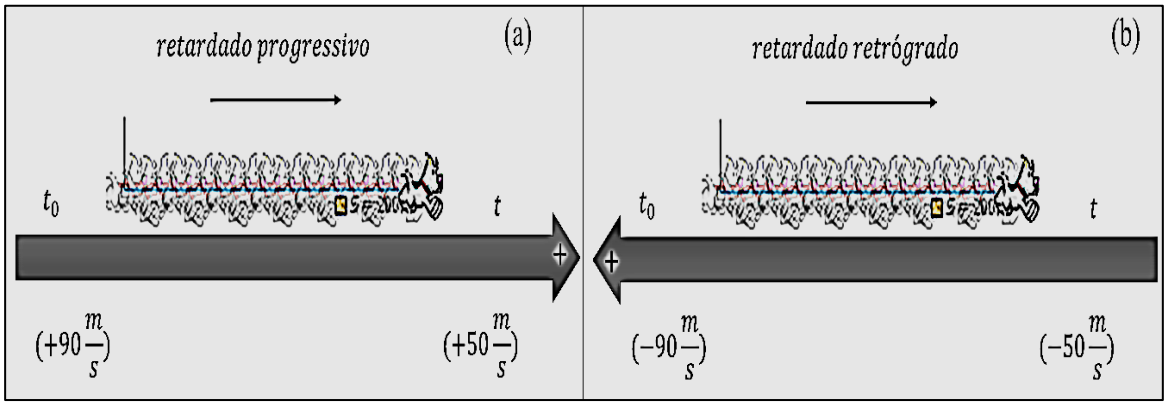


Conforme pode ser visto na Figura 2.10, no movimento retardado o módulo da velocidade diminui no decorrer do tempo. E dependendo da orientação da trajetória, assim como no movimento acelerado, podem ocorrer duas situações distintas (Ramalho, Nicolau e Toledo, 2007, P.51):

- Retardado progressivo:

  Sendo $v > 0$ e $a < 0$, temos $a_m = \Delta v/\Delta t < 0$ (Figura 2.10 (a))
- Retardado retrógrado:
- Sendo $v < 0$ e $a > 0$, temos $a_m = \Delta v/\Delta t > 0$ (Figura 2.10 (b))

Figura 2.10– Exemplo de movimento retardado (parte realizada no Modellus), sendo que em (a) tem-se um movimento a favor da trajetória (retardado progressivo); em (b) o movimento é contrário a trajetória (retardado retrógrado).



Em suma, se tem um MUV quando a aceleração instantânea se mantém constante e diferente de zero, de acordo com a Equação (2.10):

$$a = a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = constante \neq 0 \ . \quad (2.10)$$

> " MUV é, portanto, aquele movimento em que a velocidade escalar sofre variações sempre iguais em intervalos de tempos iguais. Em consequência, a aceleração escalar instantânea do movimento é constante. A aceleração escalar média é, portanto, é igual à aceleração escalar em qualquer instante". (Nicolau & Toledo 1998, p. 38)

Caso o movimento com aceleração ocorra em uma trajetória retilínea, tem-se um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).

2.1.3.1 - Funções Horárias do M.U.V.

Função horária da velocidade

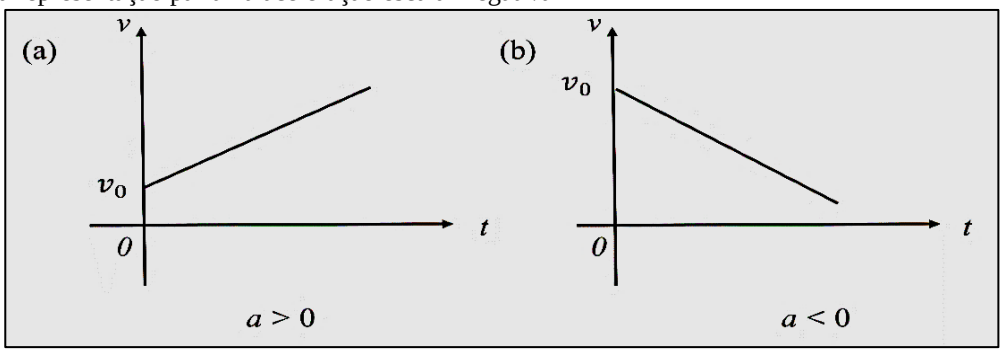
Considerando as Equações (2.8) e (2.9) (Bonjorno, 2016), para um móvel em movimento, e considerando que esse móvel comece seu movimento partindo do repouso, onde $t_0 = 0$, obtém-se a função horária da velocidade para o MUV, conforme a Equação (2.11),

$$v = v_0 + a.t \quad . \quad (2.11)$$

Note que na Equação (2.11), a velocidade inicial (v_0) e a aceleração (a) são constantes, ou seja, não variam durante o movimento. Ainda, como a Equação (2.11) é função do 1º grau, o gráfico que representa a velocidade em função do tempo (v x t) é representada por uma reta, conforme indica a Figura 2.11.

Figura 2.11- Representação gráfica da velocidade em função do tempo *(v x t)* para o MUV. Sendo que em (a) tem-se a representação para uma aceleração escalar positiva e em (b) tem-se a representação par uma aceleração escalar negativa

.

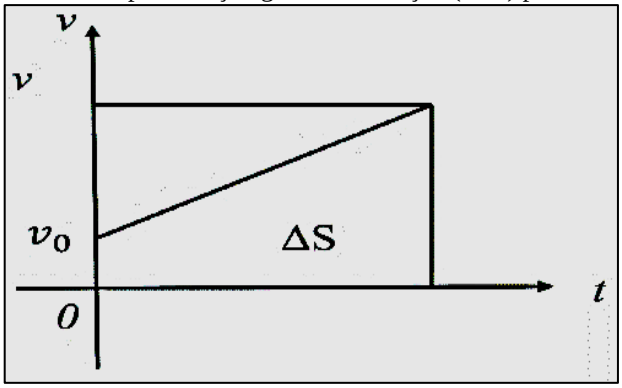


No gráfico da Figura 2.11(a), tem-se uma aceleração positiva, desse modo a velocidade aumenta no decorrer do tempo, por isso obtém-se uma reta crescente, contudo no gráfico (b) da Figura 2.11 tem-se uma aceleração negativa, sendo a função representada por uma reta decrescente, pois a velocidade diminui no decorrer do tempo. Vale ressaltar que a área é numericamente igual ao deslocamento (Equação (2.7)) para o gráfico da velocidade em função do tempo (*v* x *t*) (Bonjorno, 2016).

Função horária da posição para o MUV

Ao considerar o gráfico da velocidade em função do tempo, e possível observar que a posição do móvel também varia com o tempo.

Figura 2.12 -Representação gráfica da função (*v* x t) para o MUV.



Suponha que um móvel descreve um movimento de acordo com o gráfico da Figura 2.12, como o deslocamento pode ser expresso pela área do trapézio, obtém-se a expressão matemática para o deslocamento de acordo com a Equação (2.12),

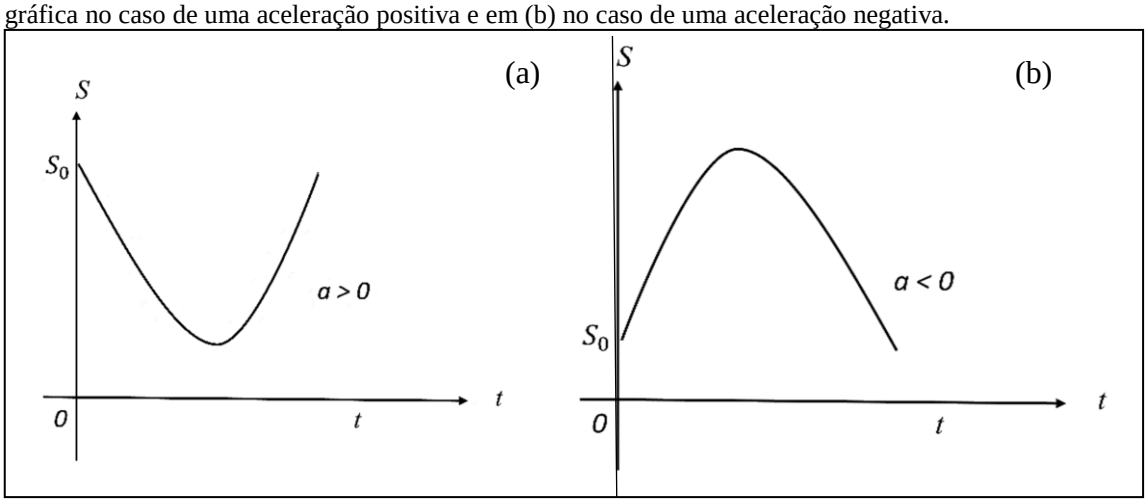
$$\Delta S = \frac{(v_0 + v)}{2}.t \ . \tag{2.12}$$

Substituindo as Equações (2.1) e (2.11) na Equação (2.12), se obtém a *função horária da posição* para o MUV (Equação (2.13)).

$$S = S_0 + v_0.t + \frac{1}{2}.a.t^2 \ . \tag{2.13}$$

Na Equação (2.13), os valores de S_0, v_0 e a são constantes, ou seja, no decorrer de um dado MUV, seus valores não se alteram. Ainda, como esta é uma equação do 2º grau, o gráfico da posição em função do tempo (S x t) é representado por uma parábola (Figura 2.13.).

Figura 2.13- Representação dos gráficos da função (S x t) para o MUV). Em (a) tem-se a representação gráfica no caso de uma aceleração positiva e em (b) no caso de uma aceleração negativa.



Na Figura 2.13 (a), se a aceleração for positiva ($a > 0$) a parábola terá concavidade voltada para cima, porém se a aceleração for negativa ($a < 0$) a parábola terá concavidade voltada para baixo (Figura 2.13 (b)).

"Consideremos no gráfico horário do MUV um instante t qualquer. Se traçarmos em correspondência a esse instante, uma tangente geométrica a curva, obteremos uma reta

> que formará um ângulo θ com a direção do eixo dos tempos. O coeficiente angular dessa reta medirá numericamente a velocidade escalar *v* do móvel no instante considerado". (Nicolau e Toledo, 1998, p.47),

2.2 Fundamentos de aprendizagem

2.2.1 - O ensino tradicional

Quando se fala em ensino tradicional, a primeira ideia que remete é uma sala com alunos sentados em suas carteiras e um professor no qual transmiti conhecimento apenas na forma oral e por meio de resolução de problemas. No entanto, o ensino tradicional remete desde o início do século IX, quando o homem decidiu que o conhecimento é direito de todos e dever do estado.

> "A constituição dos chamados "sistemas nacionais de ensino" data de meados do século passado. Sua organização inspirou-se no princípio de que a educação é direito de todos e dever do Estado. O direito de todos a educação decorria do tipo de sociedade correspondente aos interesses da nova classe que se consolidara no poder: a burguesia. Tratava-se, pois, de construir uma sociedade democrática, de consolidar a democracia burguesa. Para superar a situação de opressão, própria do Antigo Regime, e ascender a um tipo de sociedade fundada no contrato social celebrado livremente entre os indivíduos, era necessário vencer a barreira da ignorância Só assim seria possível transformar os súditos em cidadãos, isto é, em indivíduos livres... " (Saviani, 1991. p. 18)

Desse modo, a sociedade tenta equilibrar anos de atraso, pois antes dessa decisão, de que o conhecimento é direito de todos, o conhecimento era quase que exclusivo das pessoas com condições mais abastadas, porém devido a necessidade de mão de obra especializada, fez se necessário ampliar o conhecimento para classes menos favorecidas.

Ainda, segundo Leão (1999), "Mas o que interessa analisar sobre a escola tradicional é que ela continua existindo de modo semelhante ao que foi no seu início. Isso nos intriga e nos desafia." Desse modo, independente das razões que fundaram o ensino tradicional, o fato é que ele ainda é muito utilizado no modelo atual de ensino por muitos professores, principalmente aos de professores de exatas e ciências da natureza.

> Nunca se havia discutido tanto a formação do cidadão como durante os seis anos de vida da Revolução Francesa. A escola pública é filha dessa revolução burguesa. Os grandes teóricos iluministas pregavam uma educação cívica e patriótica inspirada nos princípios da democracia, uma educação laica, gratuitamente oferecida pelo Estado para todos. Tem início com ela a ideia da unificação do ensino público em todos os

> graus. Mas ainda era elitista: só os mais capazes podiam prosseguir até a universidade. (Gadotti, 1995. p.88, apud Leão, 1999, p. 190)

A linha filosófica da escola tradicional (Leão, 1999) está ancorada no iluminismo que surgiu com a Revolução Francesa, na qual tem-se por tema a liberdade, igualdade e fraternidade. Fato é que ao se tratar de ensino, ainda se continua o pleito de elitizar ou classificar quem pode ou não obter determinado conhecimento e a que nível se pode obter tal conhecimento, ou seja, na atualidade ainda se obtém sistemas seletivos.

Os aspectos epistemológicos do ensino tradicional (Leão, 1999), refere-se ao ato de transmitir anos de conhecimentos formulados ao aluno, dessa forma fez-se necessário a divisão do ensino por etapa, apenas acreditando que este possui uma inteligência apta de aprender sem distinção, de forma igual para todos os indivíduos. Em suma, o aluno apenas receberia o conhecimento que o professor estaria transmitindo a ele.

> "Acreditamos que a escola tradicional ora se utilizou do inatismo - o que tem origem no essencialismo do século XVII - e ora do ambientalismo - originado do fenomenismo do século XVIII - para seu suporte epistemológico, não importando, inclusive, o fato de serem contraditórios. Grosso modo, ou o aluno aprendia os conteúdos escolares porque era portador de uma inteligência inata, ou sua aprendizagem estava diretamente relacionada à quantidade ou qualidade da experiência escolar em determinado conteúdo. Consequentemente, como o historicismo veio superar essas duas primeiras estratégias, foi a partir dessa epistemologia historicista que se originou o construtivismo." (Leão, 1999, p. 191)

Em seu conceito teórico e metodológico (Leão, 1999), o ensino tradicional se baseia na apresentação formal, de modo expositivo, onde o professor é o único que detém o conhecimento, portanto, cabendo ao professor organizar e difundir o conhecimento.

> "No entanto, esse ensino dito tradicional se estruturou através de um método pedagógico, que é o método expositivo, que todos conhecem, todos passaram por ele, e muitos estão passando ainda, cuja matriz teórica pode ser identificada nos cinco passos formais de Herbart.... o passo da preparação significa basicamente a recordação da lição anterior, logo, do já conhecido; através do passo da apresentação, é colocado diante do aluno um novo conhecimento que lhe cabe assimilar; a assimilação, portanto o terceiro passo, ocorre por comparação, daí por que eu o denominei assimilação-comparação - a assimilação ocorre por comparação do novo com o velho; o novo é assimilado, pois, a partir do velho. Esses três passos correspondem, no método científico indutivo, ao momento da observação. Trata-se de identificar e destacar o diferente entre os elementos já conhecidos. O passo seguinte, o da generalização, significa que, se o aluno já assimilou o novo conhecimento, ele é capaz de identificar todos os fenômenos correspondentes ao conhecimento adquirido." (Saviani, 1991, p. 55)

Desse modo, de acordo com Saviani (1991, p, 55, apud Leão, 1999, p 193), tem-se o Quadro 2.1. Em resumo pode-se observar que o método de Herbart ainda é muito utilizado no ensino tradicional moderno, bem como o método de Bacon, logo, o próprio ensino tradicional está servindo de base para novas concepções pedagógicas.

Quadro 2.1- Demonstrativo das etapas do método de Herbart e do método de Bacon sobre aprendizagem.

Método de Herbart				**Método de Bacon**		
1º Passo	Preparação	Recordação da lição anterior, ou seja, do que já é conhecido.				
2º Passo	Apresentação	O aluno é colocado diante de um novo conhecimento que deve assimilar.		1º Passo	Observação (os três primeiros passos de Herbart correspondem ao 1º Passo de Bacon)	Identificar e destacar o diferente entre os elementos já conhecidos.
3º Passo	Assimilação-comparação	A assimilação ocorre por comparação onde o novo é assimilado a partir do velho.				
4º Passo	Generalização	o aluno deve ser capaz de identificar todos os fenômenos correspondentes ao conhecimento adquirido.		2º Passo	Generalização (Corresponde ao 4º Passo de Herbart)	Subsunção sob uma lei extraída dos elementos observados, pertencentes a determinada classe de fenômenos, de todos os elementos (observados ou não) que integram a mesma classe de fenômenos.
5º. Passo	Aplicação	Verificar, através de exemplos novos, se o aluno efetivamente assimilou o que lhe foi ensinado.		3º. Passo	Confirmação (Corresponde ao 5º. Passo de Herbart)	Se o aluno aplicou corretamente os conhecimentos adquiridos a assimilação está confirmada. Pode-se afirmar que ao ensino correspondeu uma aprendizagem.

Fonte: Leão, 1999, p.193

No Brasil, a maioria dos conceitos de ensino de Física, bem como o ensino de ciências no geral, são transmitido de forma tradicional, devido ao costume e também a sua implementação na escola.

O ensino de "ciências" só passou ser implementado no currículo escolar brasileiro na década de 20, ainda assim, não de forma obrigatória. Contudo, somente ganhou relevante importância na década de 40, quando o Brasil firma parceria com os Estados Unidos para equipar algumas escolas técnicas industriais (CW da Rosa e AB da Rosa, 2012).

Para Moreira (apud CW da Rosa e AB da Rosa, 2012) a história da física no Brasil começa com a participação do PSSC (*Physical Science Study Committee*), projetos aplicados para ensinar física por meio de experimentos, sem levar em consideração os processos de ensino aprendizagem.

Ainda, de Acordo com CW da Rosa e AB da Rosa (2012), o Brasil passou por uma adaptação focando no ensino profissionalizante, com isso surgiu os cursos técnicos. Contudo, o ensino de física somente adquiriu estabilidade com a criação da Lei de Diretrizes e Bases – LDB (Lei nº 9.394/96), e sendo suporte para os Parâmetros curriculares Nacionais (PCN) passa a determinar que as disciplinas escolares devem ser trabalhadas com o intuito de desenvolver as potencialidades do aluno, esta por sua vez, orienta a ministrar os conteúdos escolares focando nas competências e habilidades que o aluno adquire no âmbito educacional.

> Um ensino por competências representa, dentro da nova legislação, uma possibilidade de superação do ensino de Física atualmente desenvolvido nas escolas. Ou seja, quer libertar-se e transcender do ensino tradicional, recheado por conceitos, leis e fórmulas tratados de forma desarticulada em relação ao mundo vivido pelo aluno e pelo professor, com insistência na automatização em resolução de exercícios e na memorização. O que o documento aponta é para uma Física que contribua para a constituição de uma cultura científica no aluno, que lhe possibilite a compreensão de fatos e fenômenos naturais e a relação dinâmica do homem com a natureza. (RICARDO, 2005, apud CW da Rosa e AB da Rosa, 2012)

Desde a década de 20 o ensino tradicional vem sofrendo mudanças para os métodos novos, onde se baseiam na ideia de construtivismo, como o próprio nome sugere é algo que está em constante construção, desse modo o conhecimento é algo que modifica e se constrói a cada instante, e desse modo se dá uma maior importância ao processo de como se obteve tal conhecimento do que ao método utilizado. Em suma tem-se uma maior consideração a formação do indivíduo por meios dos processos cognitivos.

2.2.2 – Tecnologia Versus Gerações

Vivemos em mundo dominado pelas tecnologias nas suas mais variadas formas. O uso dos eletrodomésticos que facilitam nosso dia-dia no que diz respeito às necessidades domésticas, e até o uso de smartphone, facilitando a comunicação e aumentando as relações sociais, através do uso da internet, sendo esta uma ferramenta poderosa no sistema de comunicação mundial

> "O termo tecnologia, de origem grega, é formado por tekne ("arte, técnica ou ofício") e por logos ("conjunto de saberes"). É utilizado para definir os conhecimentos que permitem fabricar objectos e modificar o meio ambiente, com vista a satisfazer as necessidades humanas. " (Conceito.de tec. 2018).

Um fato é que os jovens estão superando as barreiras do tempo cada vez mais cedo, pois a tecnologia os auxiliam quase que instantaneamente em qualquer que seja suas dificuldades, por exemplo, crianças com total domínios de jogos exibindo um avanço na sua coordenação motora e raciocínio lógico.

Em síntese, pode-se considerar que tecnologia é toda ferramenta que o homem é capaz de produzir para modificar seu ambiente de modo a satisfazer seu bem-estar, assim, pode-se considerar o fogo, a roda e entre outros meios primitivos tecnológicos.

Um grande marco na história da tecnologia se dá no período da primeira e segunda revolução industrial onde se aperfeiçoa as máquinas térmicas e impulsiona o mercado de trabalho (coleg. Revol. 2018).

> "A Primeira Revolução Industrial veio com a invenção das máquinas movidas a vapor... A Segunda Revolução Industrial, ocasionada pelo alto desenvolvimento industrial pós-guerra, introduziram a metalúrgica, a siderúrgica e a química como as novas ascendentes da indústria e trouxe consigo os novos métodos de produção. " (coleg. Revol. 2018)

O período que antecede a Segunda Guerra Mundial é marcado pela geração chamada de tradicional, devido à escassez de recursos básicos, essa geração aprendeu a valorizar as experiências coletivas, bem como o trabalho e o respeito as tradições. Contudo, no período que sucede a Segunda Guerra Mundial, surgi os descendentes da geração tradicional, os conhecido *Baby Boomers*, que em português significa explosão de bebês, devido ao período de grande crescimento demográfico. A geração *Baby Boomers* refere-se às pessoas nascidas entre 1943 e 1963. São consideradas pessoas motivadas, otimistas e *workaholies* (*pessoas viciadas em trabalho*). Nasceram no período de crescimento econômico, no final e após a segunda Guerra

Mundial, por isso idealizavam atuar na reconstrução de um novo mundo pós-guerra. (Santos *et al*. 2011).

Como os *Boomers* são crias de uma geração tradicional, essa geração acabou por herdar essa característica, portanto indo de um extremo de obediência a um outro extremo de rebeldia, nesse período as pessoas lutavam mais pelos seus direitos trabalhista, no Brasil, por exemplo, a juventude lutava contra a tirania da ditadura militar. O período que data o nascimento de uma pessoa pode não condizer com a sua geração, outros fatores como o local e sua formação educacional e também de consciência cidadã são fatores importantes (Santos *et al.* , 2011).

> "Nesse contexto surgiram, então, dois perfis dos jovens: o disciplinado e o rebelde. Os disciplinados aceitavam as condições impostas pelos pais e exerciam um comportamento um tanto quanto correto, ingressavam na vida adulta com maior rapidez e buscavam a estabilidade na empresa e a constituição de família. Quanto aos jovens rebeldes, na sua maioria, eram filhos de pais ricos e militares e buscavam transgredir todas as regras da sociedade, usando cabelos compridos, fazendo sexo antes do casamento, fumando e usando roupas coladas ao corpo. Além disso, seguiam as influências de personagens do cinema, lutavam ativamente pela liberdade política e exigiam mudanças nesse cenário. Também foram líderes de movimentos feministas, homossexuais, civis." (Santos *et al*., 2011)

Os filhos das gerações *Baby Boomers* e Tradicional são conhecidas como Geração X, remete mais ou menos entre a década de 60 à década de 80. A Geração X ainda é marcada pela preocupação de estabilidade no emprego, porém, almejam ter, também, sucesso na vida pessoal. Esta geração vivenciou um grande momento da história como os avanços nas lutas políticas e sociais.

Para Lombardia (2008, apud Santos *et al.*, 2011) as inovações tecnológicas avançaram significativamente deixando grandes marcas na juventude da época, favorecendo a aceleração das atividades.

A geração que sucede a Geração X é dita como Geração Y ou *Millennials* **(**geração do milênio**)**. Esta geração data do período da década de 80 até o final da década de 90.

> "As pessoas dessa geração são consideradas ambiciosas, individualistas, instáveis, todavia, preocupadas com o meio ambiente e com os direitos humanos. Também são identificadas como esperançosas, decididas, coletivas e com um bom nível de formação, geralmente agindo sem autorização e desenvolvendo um alto poder e/ou pretensão de consumo. Tendem a fazer várias coisas ao mesmo tempo, gostam de variedade, desafios e oportunidades. Outra característica marcante das pessoas da geração Y é que aceita a diversidade, convive muito bem com as diferenças de etnia, sexo, religião e nacionalidades em seus círculos de relação" (Loiola 2009, apud Santos *et al.*, 2011).

Contudo, a geração Y não vivenciou grande mudanças no meio social e político, eles usufruíram dos resultados das lutas das gerações anteriores, vivendo assim numa democracia por direito. Um grande aspecto que abrange essa geração, foi o fato dela acompanhar o grande avanço tecnológico, no qual viria a influenciar não somente esta, mas também futuras gerações.

O avanço da tecnologia em um espaço de tempo tão curto, influenciou as gerações seguintes não somente no que diz a educação e o mercado de trabalho, a tecnologia em si modificou todo ambiente familiar bem como as relações humanas. Essa modificação vem a afetar as ditas Geração Z (ou *Touch - tocar*) e a Geração Alpha (α).

A geração Z abrange mais ou menos o período de 2000 à 2009.

> "Nascidos em meio a um turbilhão político e financeiro, a Geração Z é preocupada com seu dinheiro e em fazer do mundo um lugar melhor. É a primeira geração 100% digital e já nascem em um mundo conectado. Desse modo, se usam da internet e das tecnologias digitais para se tornarem mais inteligentes, seguros e maduros, mesmo muito novos. Costumam ser dispostos a trabalhos voluntários, conscientes da importância da educação e possuem fortes noções éticas e sociais. De modo geral, é a geração que abraça a diversidade absorvida na internet e lidera a mudança ao agir no mundo por meio de ações práticas. " (Paula, 2017)

Parte da Geração Z ainda estão na escola ou finalizando esta etapa, são conhecidos como nativos digitais (Penteado, 2018), não compreende a vida sem internet, velocidade, inovação e tecnologia, o que modifica todo padrão das cooperativas e os sistemas educacionais.

> "No ambiente educacional, essa geração é a que começa a sentir as primeiras mudanças (mesmo que pequenas) no processo de ensino-aprendizagem. Mesmo assistindo aulas no modo tradicional, os recursos tecnológicos começaram a ser utilizados e aos poucos a necessidade de modernizar esse processo foi sentida. " (Penteado, 2018)

Contudo, a Geração Alpha abrange os nascido a partir de 2010, é uma geração que já nasce conectada, geralmente mais agitados, e aptos a mudança. Acredita-se que essa geração irá causar um grande impacto na sociedade, seja no mercado trabalho ou nas relações humanas.

> "A geração Alpha é adaptável, independente, mais autossuficiente e mais preparada para desafios. Além disso, muitos especialistas já antecipam que esse grupo será mais inteligente e mais criadores de conteúdo, produtos e serviços que as gerações anteriores. Mesmo que ainda crianças, isso se explica pelo fato de que desde que nasceram recebem estímulos sensoriais a todo momento, seja por meio de animações, aplicativos, jogos interativos ou outros recursos que são disponibilizados facilmente. Esse é outro motivo pelo qual dificilmente eles aceitarão o modo tradicional de ensino. O alto volume de estímulos que recebem desde cedo requer métodos de ensino mais modernos, dinâmicos, interativos e personalizados. Por isso, a tecnologia na educação é imprescindível para eles. " (Penteado, 2018)

2.2.3 - O Uso das Tecnologias Aplicadas ao Ensino

As tecnologias são utilizadas na educação desde muito tempo, já que pode definir "tecnologia educacional, o conjunto de técnicas, processos e métodos que utilizam meios digitais e demais recursos como ferramentas de apoio aplicadas ao ensino, com a possibilidade de atuar de forma metódica entre quem ensina e quem aprende" (Ramos, 2012), dessa forma pode-se afirmar que o quadro branco, pincéis e outros recursos didáticos são também tecnológicos. Atualmente os profissionais da educação utilizam recursos sofisticados, como por exemplo, o uso de projetor de imagens, vídeos, lousas digitais, dentre outros. Porém, o uso de computadores na educação ainda gera certa insegurança, pois muitos profissionais da educação por ainda não dominarem certas inovações temem serem substituídos pelas máquinas. É impraticável imaginar alunos das Gerações Z e Alpha aprendendo exclusivamente pelo ensino tradicional, é necessário que o profissional da educação se qualifique no uso das tecnologias, pois os alunos vivenciam uma era de total informatização, com os conhecimentos disponíveis a um "*clic*", e assim o professor terá o papel de mediador e não de transmissor do conhecimento.

> "O computador é um meio didático: assim como temos o retroprojetor, o vídeo, etc, devemos ter o computador. Nesse caso o computador é utilizado para demonstrar um fenômeno ou um conceito, antes do fenômeno ou conceito ser passado ao aluno. De fato, certas características do computador como a capacidade de animação, facilidade de similar fenômenos, contribuem para que ele seja facilmente usado na condição de meio didático. No entanto, isso pode ser caracterizado como uma subutilização do computador se pensarmos nos recursos que ele oferece como ferramenta de aprendizagem. " (Valente,1991)

Um dos papéis do professor é motivar e estimular a curiosidade do aluno para busca de novos saberes, porém, no que diz respeito à física no ensino médio, o que acontece é que os alunos temem esta disciplina, não pelo conceito em si, mas sim pela matemática que envolve as resoluções dos problemas que descreve os fenômenos da natureza. Segundo Valente (1991), uma forma de evitar as técnicas matemáticas é o uso de material pedagógico que permite ao aluno manuseá-los facilitando o desenvolvimento de conceitos matemáticos, mas isso só é eficiente se o aluno conseguir formalizar os conceitos envolvidos em um dado fenômeno.

> "(...) isso não significa que as técnicas não tenham importância no processo de aprendizagem, mas sim, que uma coisa não deve ser explorada em detrimento de outra. Além disso, o ensino tradicional de matemática vê a técnica desvinculada do conceito, enquanto que a compreensão da técnica só ocorre quando o aluno compreender os conceitos matemáticos a que ela se refere. Portanto, a mudança do paradigma educacional deve ser acompanhada da introdução de novas ferramentas

> que devem facilitar o processo de expressão do nosso pensamento. Esse é um dos papeis do computador." (Valente, 1991)

Ainda segundo Valente (1991), o modelo que melhor descreve o professor como mediador é o modelo construtivista fornecido por Vygotsky. Para esse modelo ser válido, o professor deve atuar na Zona Proximal de Desenvolvimento (ZPD), ou seja, a distância entre a capacidade que um indivíduo tem de resolver problemas sozinho e a capacidade que este tem de resolver problemas com a ajuda de outros indivíduos (Moreira, 1999).

> "Assim, para a criação de ambientes de aprendizagem baseados no computador onde o conhecimento é construído ..., é necessário que o software tenha certas características que facilitem as atividades de descrição, reflexão e depuração. Nas linguagens de programação são encontradas a maior parte dessas características, embora, dependendo da linguagem de programação utilizada, nós tenhamos essas atividades mais ou menos facilitadas." (Valente, 1991)

2.2.4 - Teoria de Aprendizagem Segundo Lev Vygotsky

Uma das teorias que tem relevância com o presente trabalho é a teoria de aprendizagem de Lev Vygotsky. Sua ideia está baseada no socioconstrutivismo, dessa forma o desenvolvimento do homem ocorre num ambiente social sendo, porém construído através da sua história, desse modo pode-se dizer que o homem interage com o meio no qual está inserido. Porém, esta interação com o meio ocorre através do uso de instrumentos e signos.

> "Um instrumento é algo que possa ser usado para fazer alguma coisa; um signo é algo que significa alguma outra coisa. Existem três tipos de signos: 1) indicadores, são aqueles que têm uma relação de causa e efeito com aquilo que significam (e. g., fumaça indica fogo, porque é causada por fogo); 2) icônicos, são imagens ou desenhos daquilo que significam; 3) simbólicos, são os que têm uma relação abstrata com o que significam. As palavras, por exemplo, são símbolos linguísticos, os números são signos matemáticos, a linguagem, falada e escrita, e a matemática são sistemas de signos" (Moreira, 1999, p. 111)

Dessa forma, esses instrumentos podem ser físicos ou abstratos. Os instrumentos físicos são aqueles que podem ser sentidos ou vistos, já os abstratos que configuram os simbólicos, podem ser baseados nas crenças, valores e costumes.

A teoria de aprendizagem de Vygotsky pode ser baseada em três pilares: 1) as funções psicológicas necessitam de uma estrutura biológica, desse modo leva-se em consideração as atividades cerebrais do indivíduo; 2) a característica histórica, o funcionamento psicológico se desenvolve a partir das relações entre o indivíduo e o meio no qual está inserido; 3) A mediação,

a relação entre o homem e o mundo é mediada por símbolos, como por exemplo a linguagem, pois dessa forma ocorre uma maior compreensão do mundo.

> "... Aliás, a asserção de que os processos mentais superiores do indivíduo têm origem em processos sociais é um dos pilares da teoria de Vygotsky. Outro é a ideia de que esses processos mentais só podem ser entendidos se entendermos os instrumentos e signos que os mediam. O terceiro pilar da sua teoria é o chamado "método genético-experimental" por ele utilizado na análise do desenvolvimento cognitivo do ser humano." (Driscoll 1995, p.225, apud Moreira, 1999, p. 110)

Desse modo, o indivíduo pode evoluir nos processos mentais, passando de elementar para superior, por exemplo, uma criança que não sabe usar corretamente os talheres para se alimentar ela primeiramente necessita de uma outra pessoa, mas partindo da orientação ou mesmo observando essa pessoa, ela consegue alimentar-se sozinha. Através dá evolução nos processos mentais o homem evolui de um ser biológico para um ser histórico (sociocontrutivismo).

Ainda, para Vygotsky o desenvolvimento e a aprendizagem ocorre pelo que ele denominou de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), o aprendizado de um indivíduo ocorre com a ajuda de uma estrutura cognitiva mais desenvolvida, ou seja, com ajuda de outro indivíduo. Assim, o indivíduo que está aprendendo, está num estágio dito de Zona de Desenvolvimento Real (DZR), que corresponde a atual estrutura cognitiva do aprendiz, uma vez ocorrido o aprendizado, independente da interação, este chegará a fase da Zona de Desenvolvimento Potencial (ZDP), que é o conhecimento que se almeja atingir.

De acordo com Moreira (1999, p.116), pode-se definir o limite inferior pelo nível real de desenvolvimento do aprendiz e o superior por processos instrucionais, como o que ocorre com o brincar, no ensino formal e informal. Mas se tratando de sala de aula, o professor deve estabelecer a ZDP com o aluno. "O ensino se consuma quando aluno e professor compartilham significados" (Moreira, 1999, p. 120).

2.2.5 - Aprendizagem Significativa Segundo David Ausubel

David Ausubel distingue a aprendizagem em duas formas, a aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica. A aprendizagem mecânica ocorre por meio da memorização, este processo de memorizar faz parte de uma metodologia de um ensino tradicional, mas considera-se que o aprendiz não conheça nada do assunto a ser abordado. A outra, a aprendizagem significativa, ocorre por meio de um conhecimento pré-existente, ou seja, ocorre uma interação

entre a nova informação com algo existente na estrutura cognitiva do indivíduo, na qual Ausubel definiu como conceito subsunçor.

> "Em física, por exemplo, se os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do aluno, eles servirão de subsunçores para novas informações referente a certos tipos de força e campo como, por exemplo, as forças e o campo eletromagnético. Entretanto, este processo de ancoragem da nova informação resulta em crescimento e modificação do conceito subsunçor. Isso significa que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos, ou limitados e poucos desenvolvidos, dependendo da frequência com que ocorre aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor. " (Moreira, 1999, p. 153)

Ainda, de acordo com esta teoria de aprendizagem de Ausubel, a aprendizagem mecânica pode evoluir para uma aprendizagem significativa, por exemplo, caso o professor tenha que ensinar algo que necessite de um determinado conhecimento prévio, o aluno poderá por meio de memorização obter tal conhecimento prévio, porém este será ancorado a um novo conhecimento, de modo que o aluno consiga relacionar ou fazer com que haja uma interação entre o novo e o velho conhecimento, de modo que este tenha um significado para o aluno.

2.3 – O Software Modellus

O software Modellus é de livre acesso, criado para educadores das áreas especificas, como física, química, matemática e ciências, que desejam uma ferramenta a mais para incrementar suas aulas com o uso de tecnologia.

Ainda, de acordo com Andrade (2016) o software Modellus é um programa de simulação e modelagem computacional, desenvolvido para fins educacionais, utilizado para a criação e exploração de animações a partir de um dado fenômeno.

A simulação computacional ocorre quando o aluno transcreve um determinado fenômeno numa ferramenta virtual de aprendizagem tendo um suporte por parte do professor, desse modo o aluno não será o construtor do modelo, ele apenas irá reproduzir algo já pronto. Já a modelagem computacional, esta sim permite ao aluno construir seu próprio modelo sem que haja uma intervenção por parte do professor.

> "Estratégias de ensino que fazem uso da modelagem computacional tem um potencial muito grande para permitir que o conhecimento do aluno seja desenvolvido não a partir da ideia de uma ciência pronta, mas sim a partir da construção desses modelos que passam por sua vez por simplificações, aproximações e idealizações, e guiado por

> esses processos o aprendizado se torna mais amplo e significativo.” (Andrade, 2016, p. 20)

Desse modo, o software Modellus pode ser visto por um aspecto construtivista, caracterizado pela modelagem computacional, na qual permite ao indivíduo participar da construção de um modelo que represente um dado fenômeno natural, onde se baseia as leis da física.

> “A ideia básica do programa é criar uma animação através de um modelo matemático relativo a um fenômeno natural através do uso das equações que regem tal fenômeno. Para tanto, o programa cria links entre essas equações com os elementos interativos que o programa oferece, tais como uma partícula, um vetor, ou uma imagem, de modo que a situação física possa ser animada. O Programa também possui saídas gráficas que permitem a análise das relações entre as diversas variáveis de um dado modelo”. (Andrade, 2016, p.48)

O programa Modellus pode ser baixado gratuitamente na página www.modellus.pt**,** mas para que o computador execute o software é necessário que tenha a versão do programa Java instalado. Nessa página, também é possível encontrar outras informações sobre o programa, além de alguns exemplos de modelos prontos para aplicações.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

3.1. Contexto teórico do trabalho

Para realizar este trabalho, utilizou-se aulas expositivas, inseridas no contexto de ensino tradicional, para uma dada turma de ensino médio. E em outra turma, além de uma revisão sobre o tema abordado, utilizou-se o computador para executar o software Modellus, no qual pode ser considerado um ambiente virtual de aprendizagem. Os conceitos de física abordados em ambas as turmas foram conceitos de Movimento Uniforme e Movimento Uniformemente Variado.

Em um primeiro momento em ambas as turmas foi aplicado um questionário **(**Apêndice 2**)**, no qual será abordado na secção 4.3, cujo o interesse era saber se os alunos já haviam tido algum contato com os conceitos de física no nono ano do ensino fundamental, outro interesse era saber se os alunos conheciam alguns conceitos sobre movimento uniforme e movimento uniformemente variado.

3.2 – Local e execução do trabalho

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Acre – IFAC, Campus Tarauacá, localizado na BR-364, Km 359, Tarauacá – AC, CEP: 69970-000. O campus está entre os mais novos da rede IFAC, sendo implantado a quase quatro anos, inicialmente com cursos subsequentes, somente a partir de 2015 foram ofertados dois cursos, sendo o de Técnico em Floresta e de Agricultura, ambos integrado ao ensino médio. Atualmente o Campus de Tarauacá conta com os cursos técnicos integrados em Floresta, Agricultura, Administração e Finanças.

O produto educacional foi aplicado para a turma do primeiro ano do curso técnico integrado em Floresta da turma de 2018. Já com a turma de primeiro ano do curso técnico integrado em Finanças, foi empregado o método tradicional. A turma de Finanças, foi utilizada apenas como forma de comparativo (amostra padrão), de modo a verificar a eficiência dos métodos de ensino, entre o tradicional e aquele que se utiliza tecnologia educacional. Vale ressaltar que os alunos destas turmas são aqueles que se encaixam na geração Z, os nativos digitais.

A escolha dessas turmas foi devido a ementa das turmas, onde um dos conteúdos programáticos era o estudo da cinemática, tema no qual o produto educacional aborda. A execução da pesquisa ocorreu no 1º semestre de 2018, e sucedeu conforme o Quadro 3.1.

Para uma melhor avaliação e organização dos resultados, bem como da coleta de dados, dividiu-se as turmas em turma A e turma B. Onde, a turma A representa os alunos do 1º ano do curso Técnico integrado em Floresta, e a turma B representa os alunos do 1º ano do curso integrado em Finanças.

Na primeira etapa, conforme o quadro 3.1, houve a aplicação do questionário, nesse momento participaram um total de 25 alunos da turma A e 20 alunos da turma B. Já na terceira etapa, participaram 19 alunos da turma B, e na quarta etapa para a turma A, participaram 23 alunos.

Quadro 3. 1- Cronograma de execução da pesquisa.

Etapas da pesquisa	**Turma A**	**Tempo de duração**	**Turma B**	**Tempo de duração**
1º etapa	Aplicação do questionário I	1 aula de 50 minutos	Aplicação do questionário I	1 aula de 50 minutos
2º etapa	Apresentação e simulação do software Modellus	3 aulas de 50 minutos	Revisão dos temas referente a MU e MUV.	4 aulas de 50 minutos
3º etapa	Modelagem computacional com o uso de software Modellus	3 aulas de 50 minutos	Resolução de problemas.	1 aula de 50 minutos
4º etapa	Aplicação do questionário II	1 aula de 50 minutos	_____	_____

A execução da pesquisa para a Turma B ocorreu em 3 etapas, utilizando apenas o método tradicional de ensino, onde o professor transmite o conhecimento e este é verificado por meio de resoluções de problemas. Contudo, para a Turma A, a execução da pesquisa ocorreu

em 4 etapas, usando um método diferente do tradicional, mais voltado para a realidade desta geração (Etapas 2 e 3 - Quadro 3.1)

O questionário I **(**Apêndice 2**)** foi feito de modo a obtermos um quantitativo de dados referente aos conceitos abordados de MU e MUV, e assim, após a aplicação das etapas 2, 3 e 4 do quadro 3.1, verificou-se quais dos métodos de ensino teve um maior impacto sobre o ensino e aprendizagem dos alunos. A aplicação e a análise desses questionários serão apresentadas no Capítulo 4. Já os problemas propostos na etapa 3, do Quadro 3.1, para a Turma B sob forma de resolução de problemas e para a Turma A na forma de modelagem computacional encontram-**se** no anexo 1**,** deste trabalho.

As Figuras 3.1 e 3.2 apresentam imagens dos alunos das Turmas A e B, respectivamente, respondendo ao questionário I. Os rostos dos alunos foram alterados a fim de preservar suas identidades.

Figura 3.1- Turma A respondendo ao questionário I.

Figura 3.2 - Turma B respondendo ao questionário I.

CAPÍTULO 4
DESENVOLVIMENTO E EXECUÇÃO DA PESQUISA

4. 1. Sobre o Produto Educacional e sua Aplicação

O produto educacional desenvolvido **(**Apêndice 1**)** é um guia prático no qual apresenta algumas instruções de como utilizar o software Modellus no ensino de Física, precisamente no estudo de movimentos retilíneos, tais como, MRU e MRUV. Desse modo, o produto educacional intitulado "Iniciação à Modelagem Computacional: Utilização do Software Modellus no Ensino de Cinemática", começa descrevendo as funções manuais básicas do programa. Em seguida, é realizada uma rápida revisão sobre MU e MUV, posteriormente foi inserido alguns exemplos práticos de modo que o professor possa fazer simulações computacionais junto com os alunos. Por último, foi inserido no produto uma sugestão de como trabalhar com o software de modo que os alunos possam interagir não somente com o computador, mas também com os demais colegas e o professor.

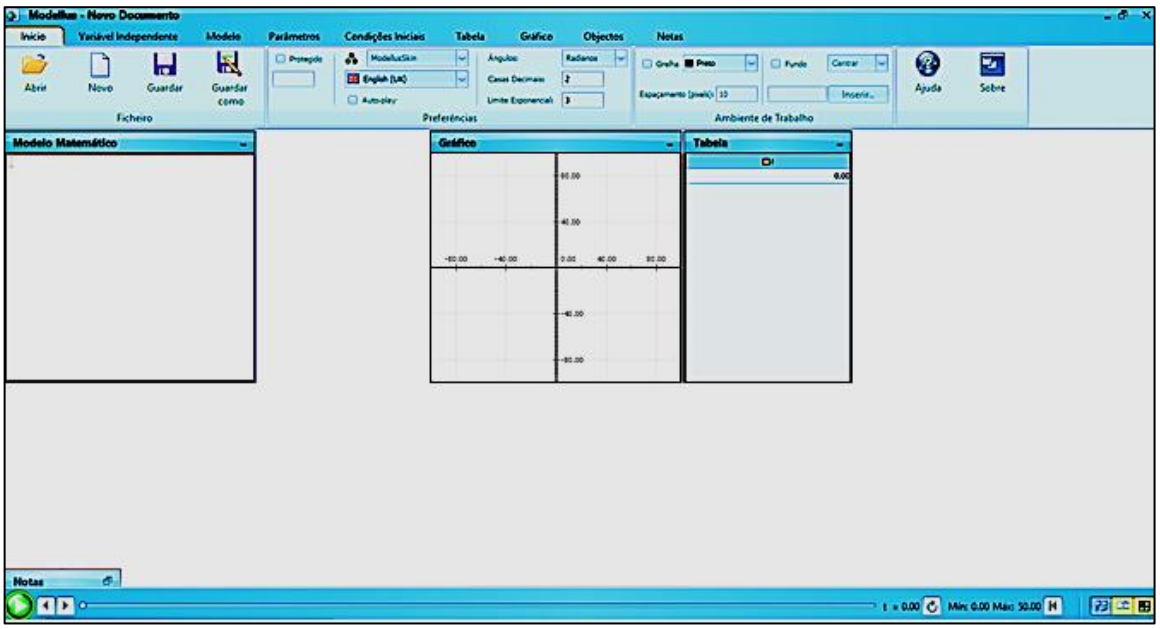
4.1.1 – Turma A: Apresentação do Produto Educacional

No primeiro encontro da 2ª etapa (Quadro 3.1) os alunos foram encaminhados para a sala de informática I no IFAC-Campus Tarauacá (Figura 4.1), onde o software já se encontrava instalado em todos os computadores. Em seguida, foi apresentado aos alunos da Turma A o produto educacional juntamente com o programa que seria utilizado nas próximas aulas, sendo esse o primeiro contato para demonstrar aos alunos como fazer o manuseio do Modellus.

Figura 4.1 – Imagem dos alunos da Turma A tendo primeiro contato com Software Modellus.

Os alunos foram orientados a abrir o programa “Modellus” que estava numa pasta na área de trabalho dos seus respectivos computadores. Ao abrirem o software os alunos observaram a imagem conforme ilustra a Figura 4.2.

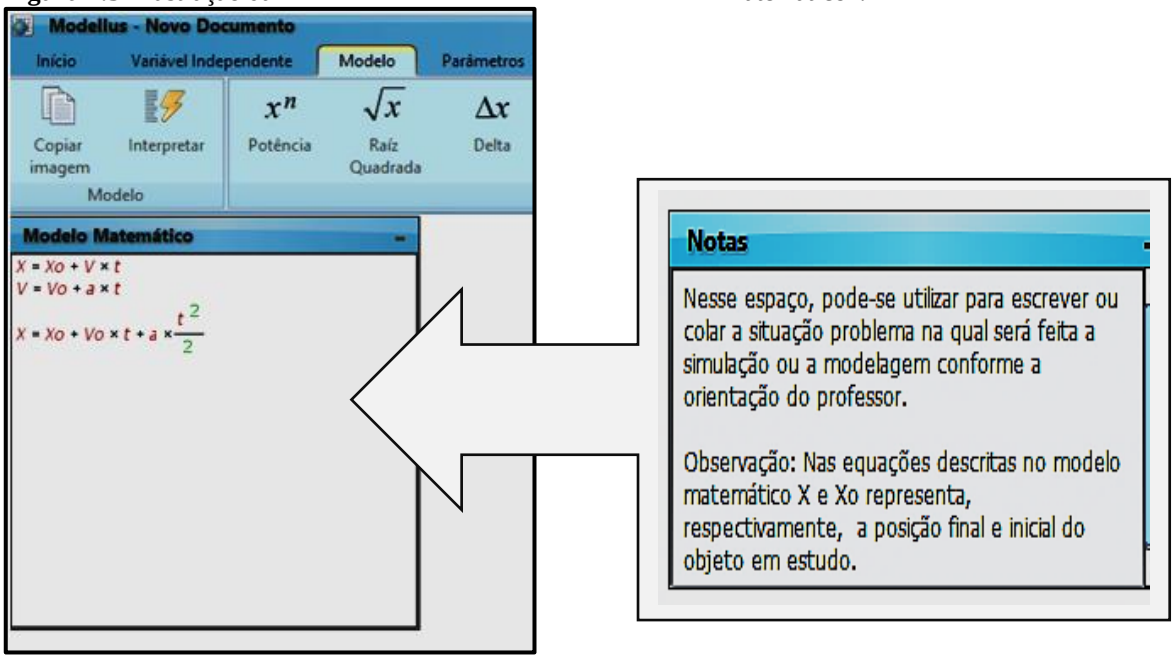
Figura 4.2- Ilustração Interface do software Modellus.



Em seguida, foi mostrado aos alunos o ícone para desenvolvimento de “Modelos Matemáticos” presente no software (Figura 4.3). Nesta janela deveriam digitar as equações que

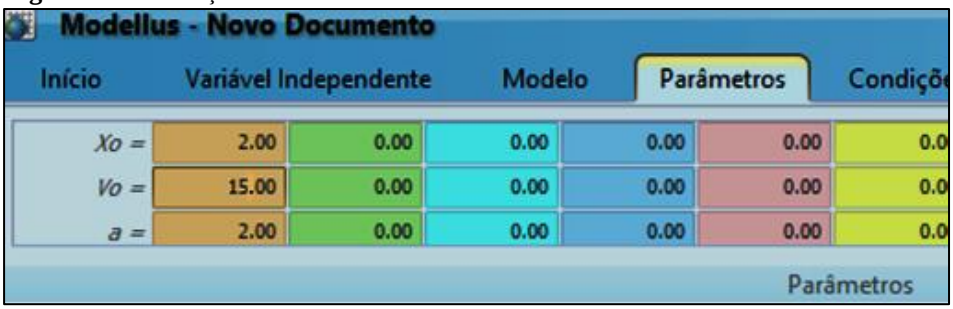
regiam o movimento à ser estudado, também foi mostrado como deveriam ser utilizadas as letras, os números e também as operações matemáticas no Modellus.

Figura 4.3- Ilustração da interface do Modellus no ícone “Modelo Matemático”.



Posteriormente, mostrou-se aos alunos o ícone “Parâmetros” (Figura 4.4), apresentando a eles que neste ícone é possível a inserção e/ou modificação de valores para uma dada grandeza física.

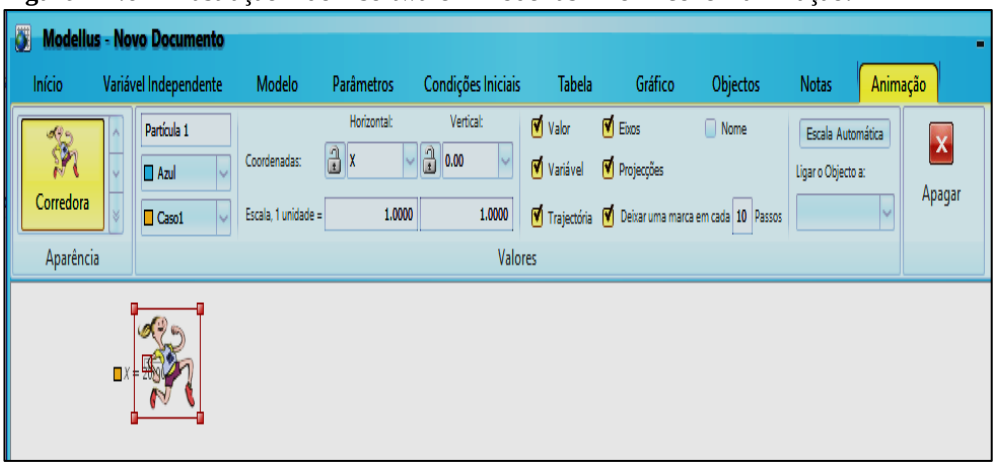
Figura 4.4- Ilustração do software Modellus no ícone “Parâmetros”.



Conforme Figura 4.5, foi exposto aos alunos como inserir “Objetos” para simular eventos e como criar uma animação relacionando o objeto a sua respectiva variável (Figura 4.6).

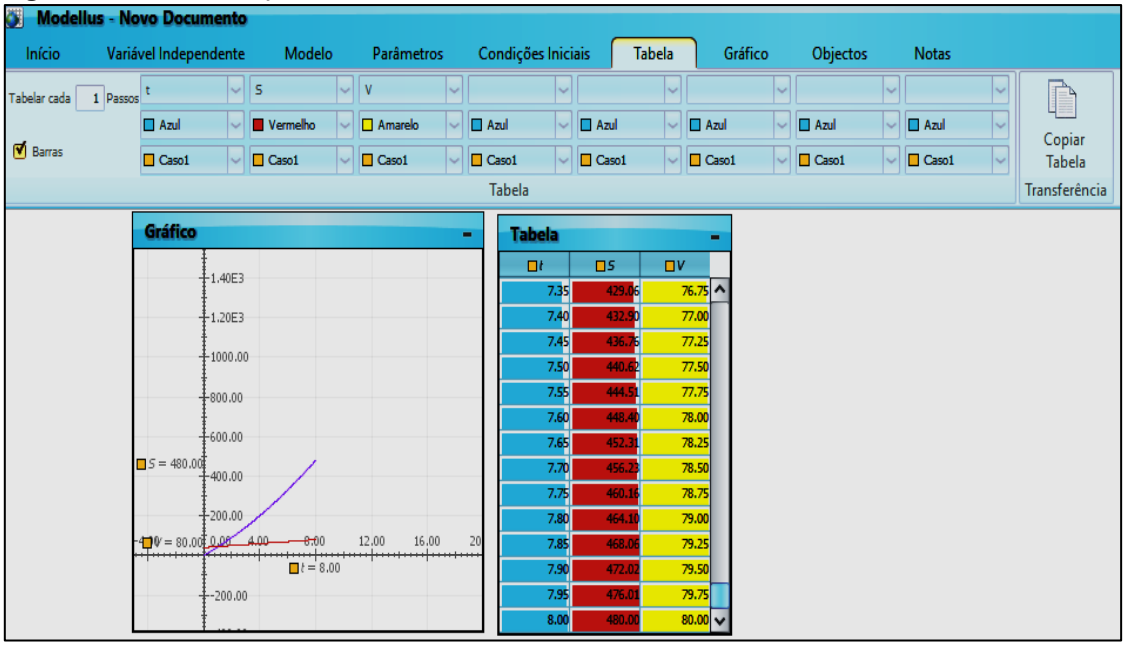
Figura 4.5- Ilustração do ícone "Objetos" no software Modellus.

Figura 4.6- Ilustração do software Modellus no ícone animação.



De modo similar, os alunos foram orientados de como relacionar as variáveis do modelo matemático ao gráfico e a tabela, na qual também é demostrada no estudo do evento, conforme ilustra Figura 4.7.

Figura 4.7- Ilustração do software Modellus no ícone "Tabela e Gráfico".



4.1.2 - Manipulando o Software Modellus

Os conceitos sobre movimento uniforme e movimento uniformemente variado, apresentados no Capítulo 2 deste trabalho, foi apresentado a Turma A antes da realização das simulações computacionais utilizando o Modellus. Por conseguinte, de início foi apresentado aos alunos da Turma A três situações problemas: sendo as duas primeiras sobre conceitos de MU e a terceira a respeito de MUV. Para que eles pudessem acompanhar a execução das simulações, por ser um primeiro contato, a professora fez passo a passo as demonstrações com a turma.

Para a primeira simulação os alunos foram orientados a descrever a situação problema **(**Apêndice 1**)** dentro do ícone "Nota" do Modellus. Após terem tido conhecimento de qual situação deveriam simular, a professora os estimulou a descrever as equações na qual regia o evento (ou movimento), conforme Figura 4.8.

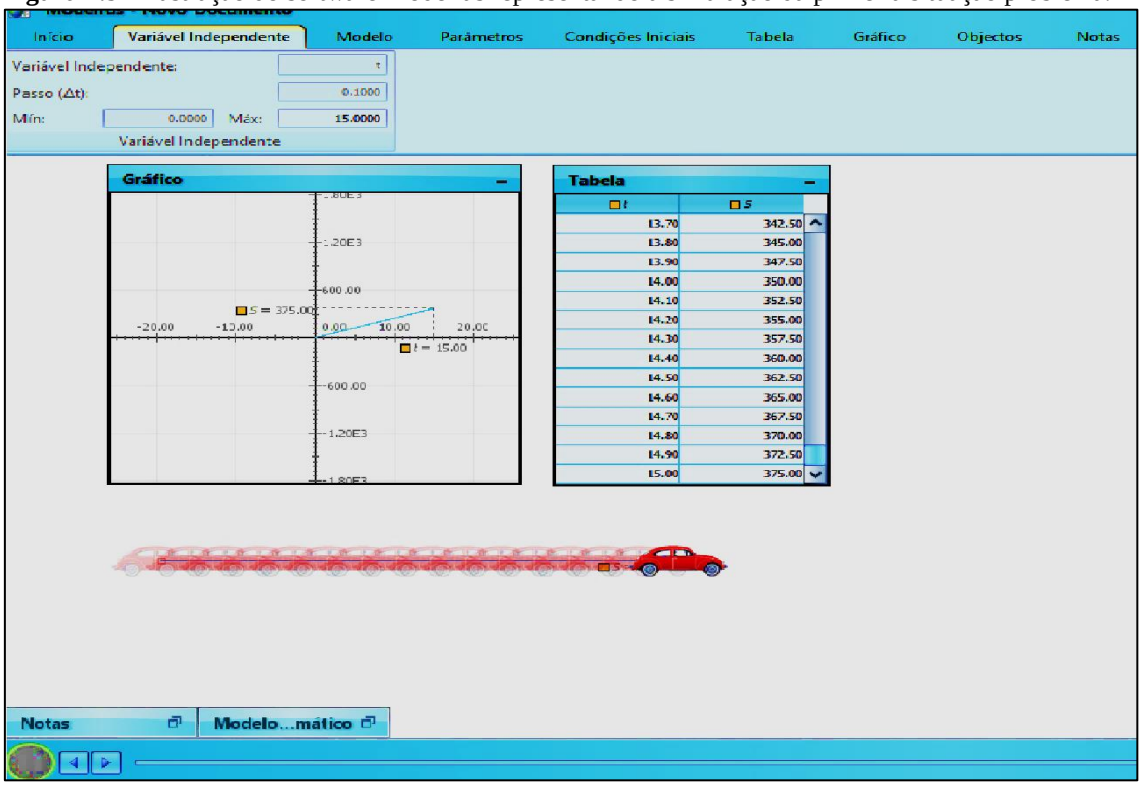
Figura 4.8 – Ilustração do software Modellus representando a primeira situação problema.

Em seguida, os alunos preencheram os valores dos parâmetros e escolheram um objeto para executar o movimento (Figura 4.9), relacionando as coordenadas do objeto ao tipo de deslocamento, dando início a simulação do evento.

Nesta primeira simulação, ficou evidente que embora os alunos tivessem domínio sobre o uso dos smartphones, a dificuldade encontrada por eles foi grande, principalmente ao trabalharem com atalhos básicos que se utilizam no computador, como por exemplo, copiar e

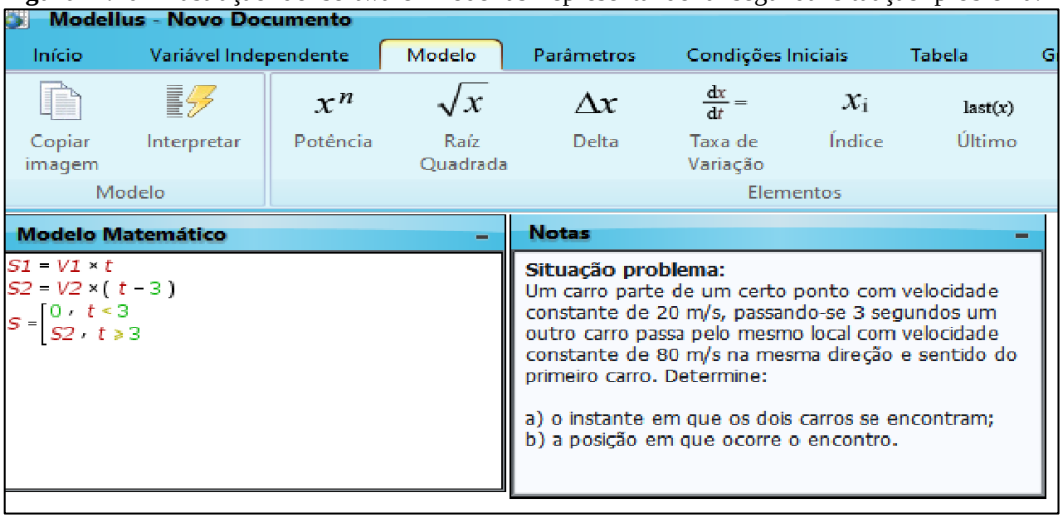
colar algo (*Ctrl+C* e *Ctrl+V*). Somando-se ainda a esta simples contrariedade, eles demonstraram nesse momento uma enorme complexidade de relacionar a equação com o movimento, pois não sabiam direito se tratava-se de um MU ou MUV. Por último, ao finalizar as situações problema também encontraram problemas para obter as respostas, alguns não souberam como localizar resultado na tabela e no gráfico que representava a função do movimento no Software Modellus.

Figura 4.9 - Ilustração do software Modellus representando a simulação da primeira situação problema.



Ao dar início a segunda simulação com a Turma A, foi solicitado a eles que escrevessem primeiramente a situação problema para inicializar a simulação. Para isto, os alunos foram orientados a fazer para o primeiro carro a função S_1e para o segundo carro descrever uma função S_2, a condição S neste caso foi explicitada para que a posição fosse S_2 quando t fosse maior ou igual a 3 segundos (conforme a Figura 4.10).

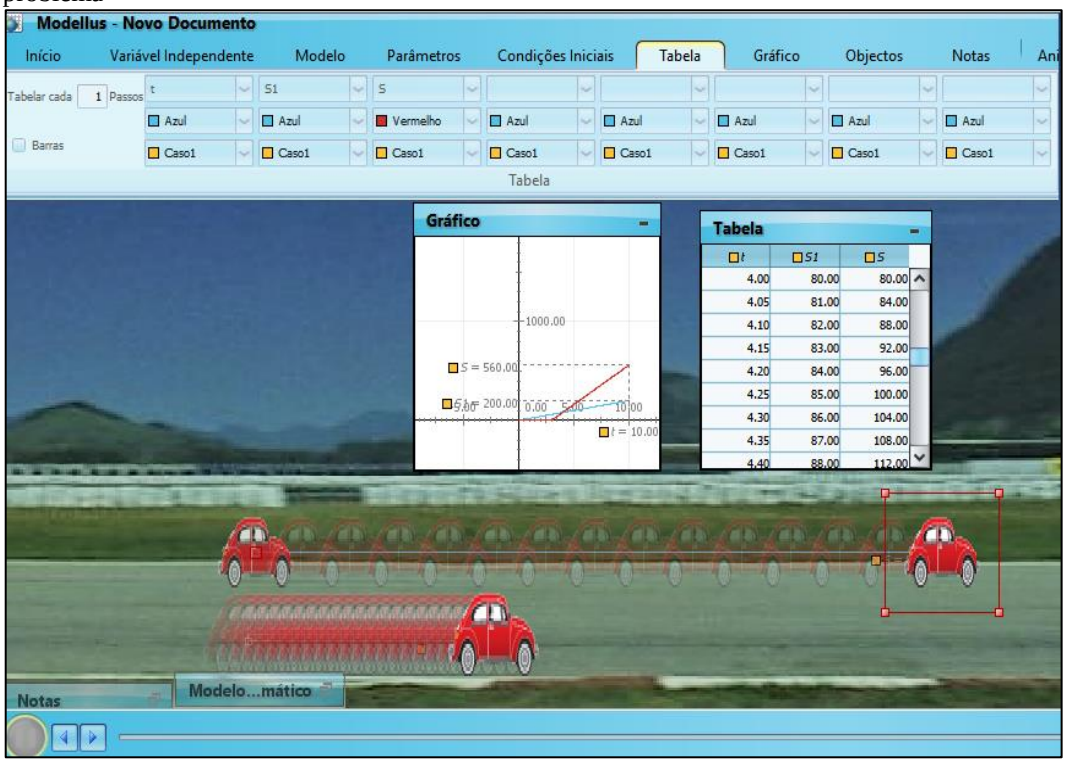
Figura 4.10- Ilustração do software Modellus representando a segunda situação problema.



Neste segundo momento, dentre as dificuldades em manusear o computador, somou-se ainda que os alunos mencionaram que nunca haviam estudado ou utilizado sistemas de equações matemáticas similares as apresentadas na Figura 4.10. Em seguida, eles foram instruídos de como adicionar valores aos parâmetros, por exemplo fazendo V_1 igual a 20 m/s e V_2 igual a 80 m/s.

No passo seguinte os alunos escolheram o objeto para simular o movimento e o ligaram a sua respectiva coordenada. A Figura 4.11, representa a segunda simulação feita pelos alunos. Para saber a resposta da situação problema os alunos verificaram os valores na tabela ou no gráfico, pois o programa efetua os cálculos necessários, ficando para o aluno a interpretação dos resultados.

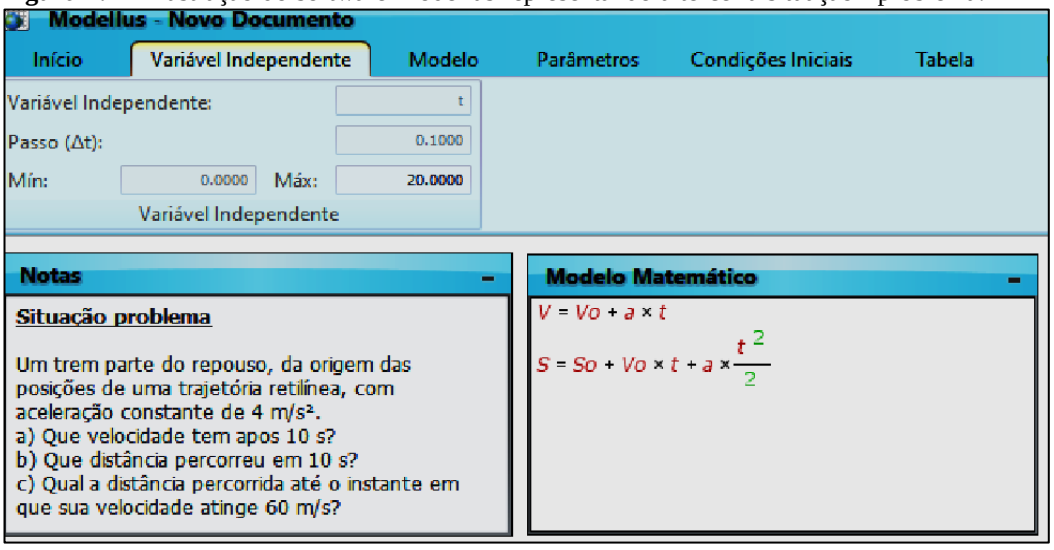
Figura 4.11- – Ilustração do software Modellus representando a simulação da segunda situação problema



Note que a Figura 4.11, na qual representa a simulação da segunda situação problema, foi colocado uma imagem representando uma estrada onde os carros estão se locomovendo, situação similar ao dia a dia.

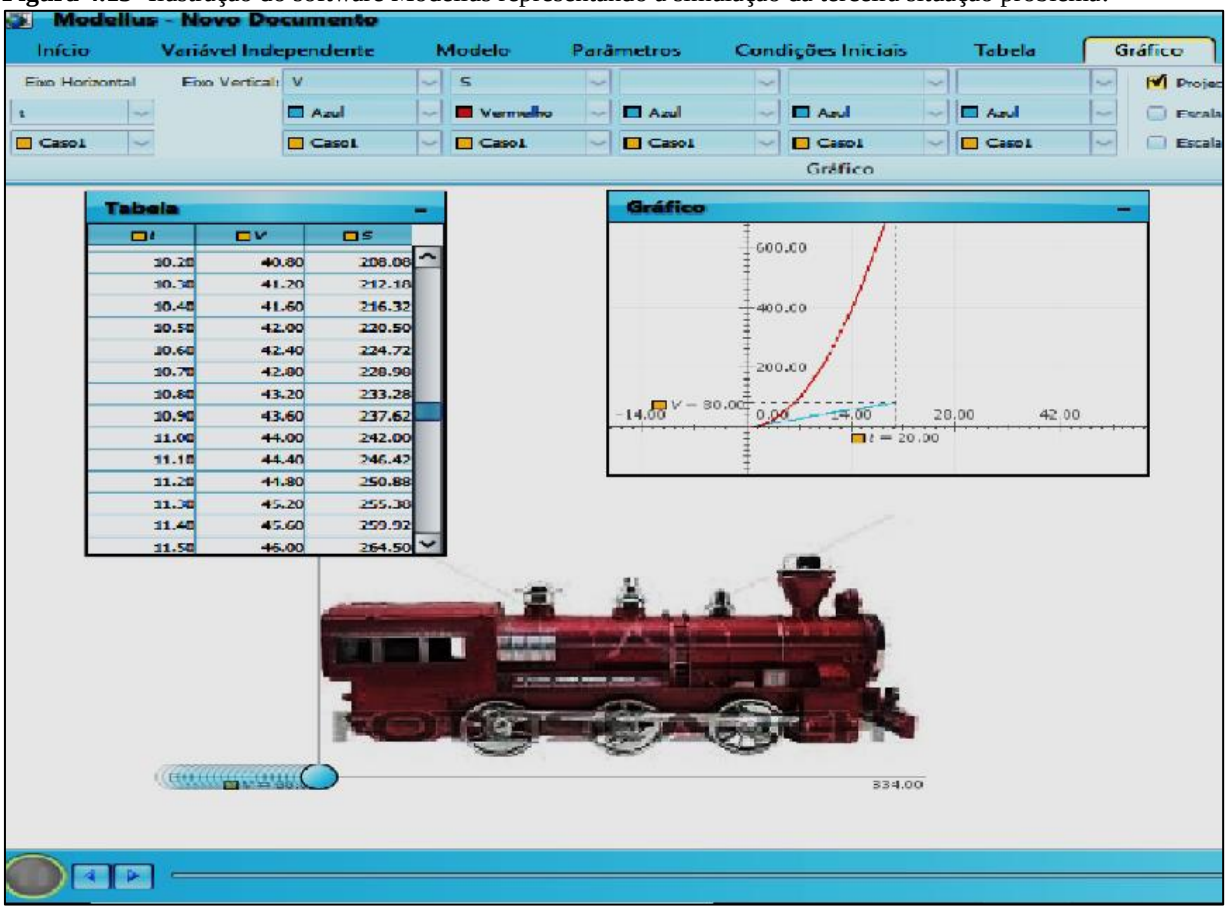
Para executar a terceira e última simulação, os alunos procederam de maneira similar aos dois primeiros casos. Primeiro escreveram a situação problema, em seguida descreveram a equação que regia o movimento (Figura 4.12).

Figura 4.12- Ilustração do software Modellus representando a terceira situação problema.



Logo depois, os alunos foram orientados a inserir os parâmetros para aceleração e os valores da velocidade inicial e da posição inicial. Como objeto de simulação eles adicionaram a imagem de um trem. Para finalizar esta simulação os alunos preencheram as coordenadas do objeto, selecionando a velocidade V e a posição S. Para responder as questões da situação problema os alunos apenas verificaram os valores na tabela ou no gráfico, conforme podem ser vistos na Figura 4.13.

Figura 4.13- Ilustração do software Modellus representando a simulação da terceira situação problema.



Por fim, o produto educacional traz uma sugestão de atividade, propondo ao professor que por ventura venha a utilizar o presente trabalho, para realizar as atividades em equipes de alunos de no máximo três integrantes, propondo a eles uma situação problema envolvendo questões de Movimentos Retilíneos de modo que eles desenvolvam seu próprio modelo com base na situação problema fornecida.

4.1.3 – Modelagem computacional

Conforme descrito no Quadro 3.1 do Capítulo 3, a 3º etapa realizada com a Turma A foi a modelagem computacional. Nesta etapa os alunos foram separados em grupo, pois um indivíduo aprende com os outros devido as trocas de experiências ou conhecimento. O papel da professora neste momento foi somente de auxiliar nos momentos que surgiram dúvidas sobre o manuseio do Modellus. Foi apresentado aos alunos situações problemas diferentes das anteriores **(**Anexo 1), cada grupo de alunos escolheram uma situação problema para executar a modelagem computacional.

As Figuras 4.14 a 4.16 representam algumas das simulações que foram realizadas pelos alunos nesta etapa da pesquisa.

Figura 4.14- Representação 1 da modelagem computacional usando o software Modellus.

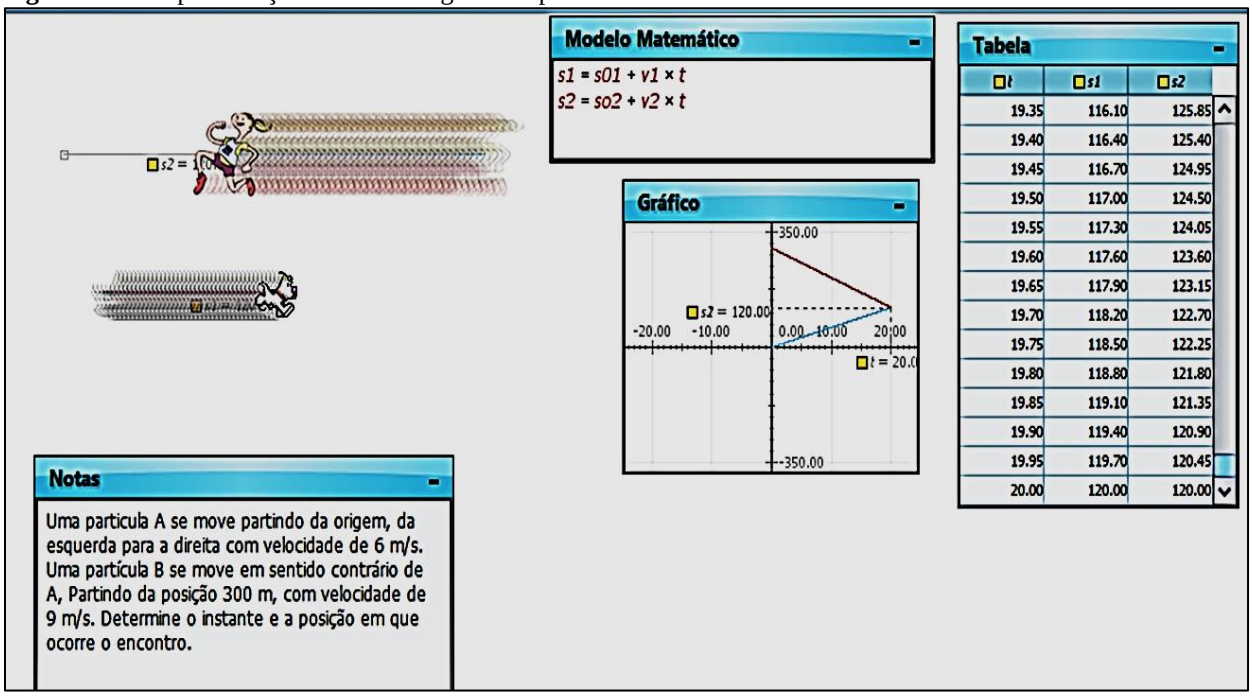


Figura 4.15- Representação 2 da modelagem computacional usando o software Modellus.

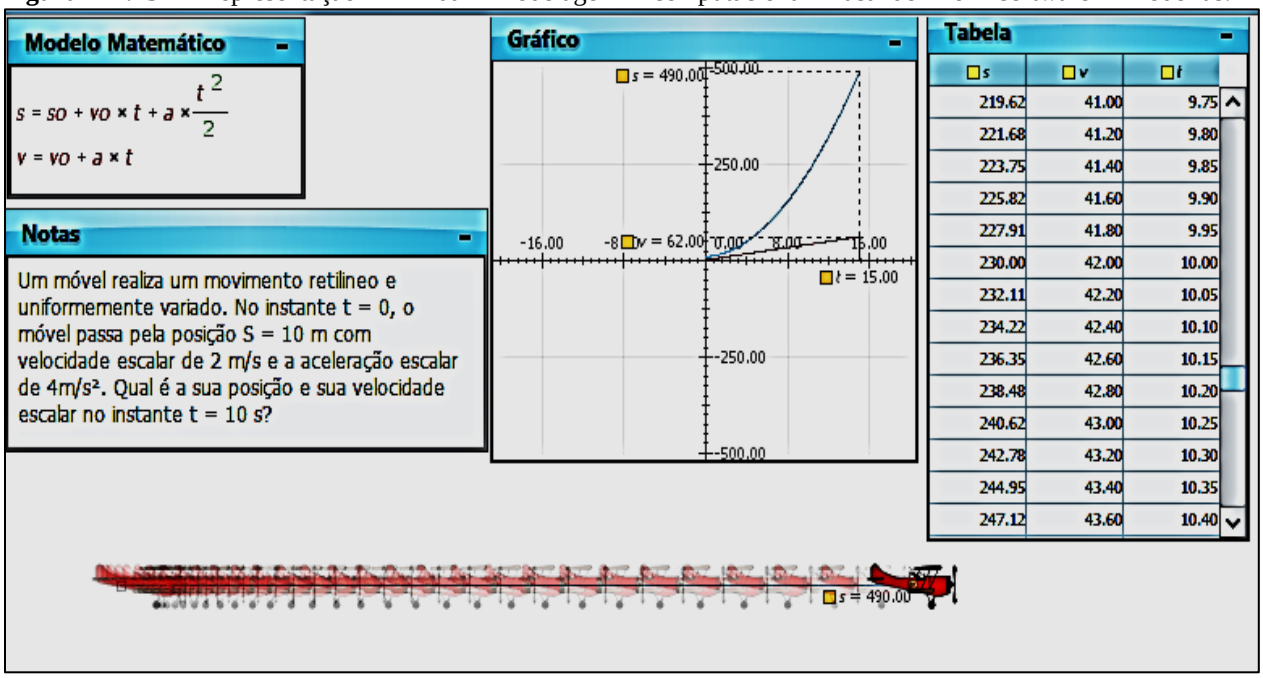
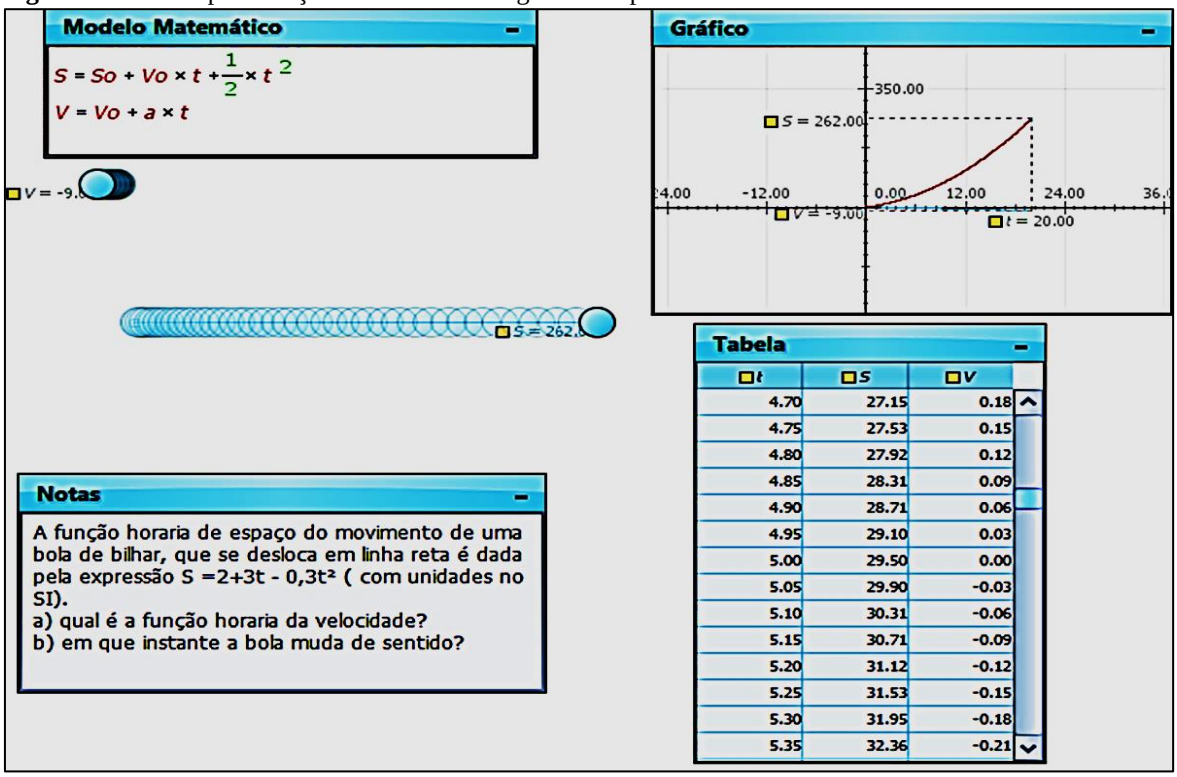


Figura 4.16- Representação 3 da modelagem computacional usando o software Modellus.



Dentre os grupos formados, somente um não conseguiu concluir a modelagem, devido a um problema de interpretação e escrita da situação problema (Problema 6 no Anexo 1 deste

trabalho). Determinados grupos de alunos mencionaram dificuldades de manusear o Modellus e até mesmo de encontrar as respostas nos gráficos e tabelas. Maiores detalhes veremos no Capítulo 5 deste trabalho que irá tratar das análises dos questionários.

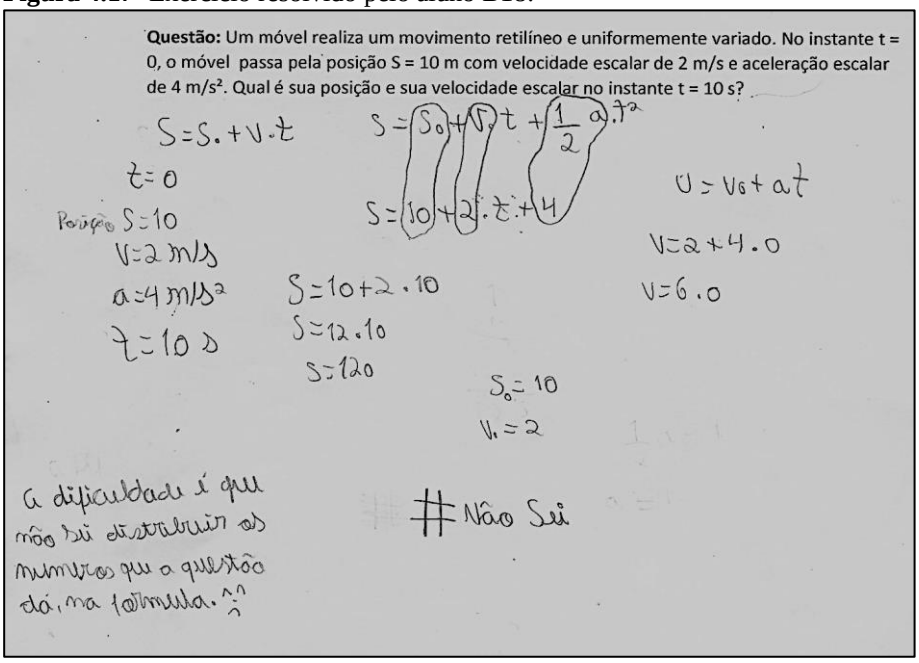
4.2 –Turma B: Método Tradicional

Seguindo o quadro 3.1, a terceira etapa da pesquisa para essa turma consiste na resolução de exercícios. Deste modo, cada aluno resolveu um único exercício na qual envolvia os conceitos de MU e MUV. Os modelos dos exercícios solucionados por eles se encontram no Anexo 1 do presente trabalho.

Após as correções dos exercícios, verificou-se que a grande dificuldade desta Turma é a de interpretação de texto, bem como as operações matemática. Ainda, os alunos não conseguiram relacionar as unidades de medidas com sua respectiva grandeza física o que dificultou operações matemáticas durante a resolução do exercício.

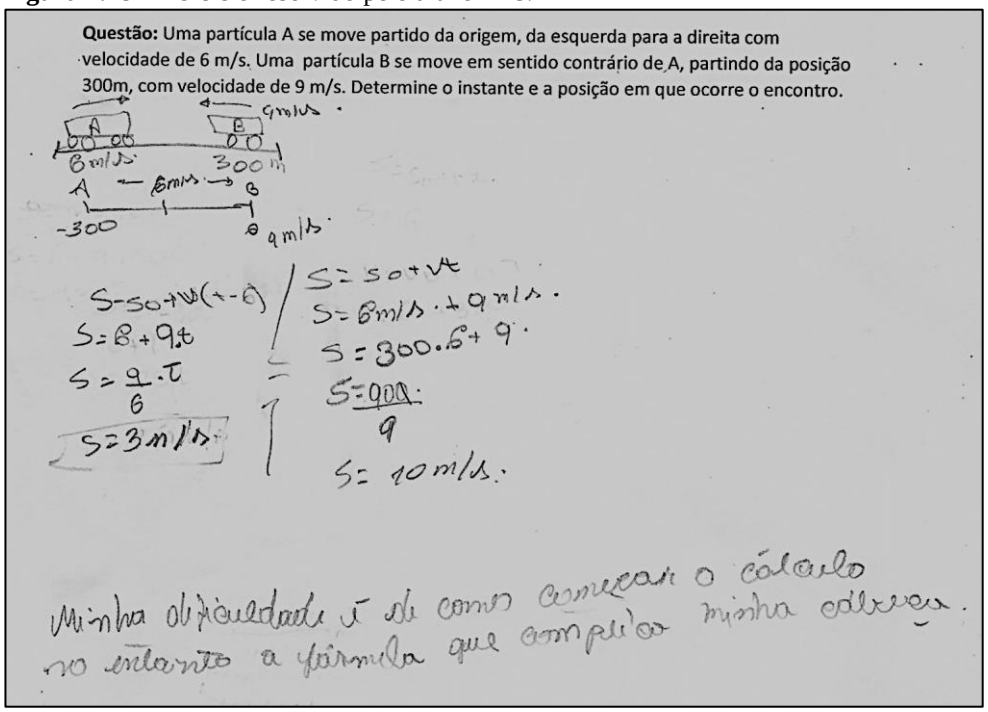
Entretanto, foi possível observar pelo diálogo com a turma, que a parte que envolve as definições dos conceitos de MU e MUV eles conseguiram compreender razoavelmente, porém, segundo eles, a parte matemática torna a física difícil de aprender, devido a empatia que os alunos adquirem pela disciplina.

Figura 4.17- Exercício resolvido pelo aluno B18.



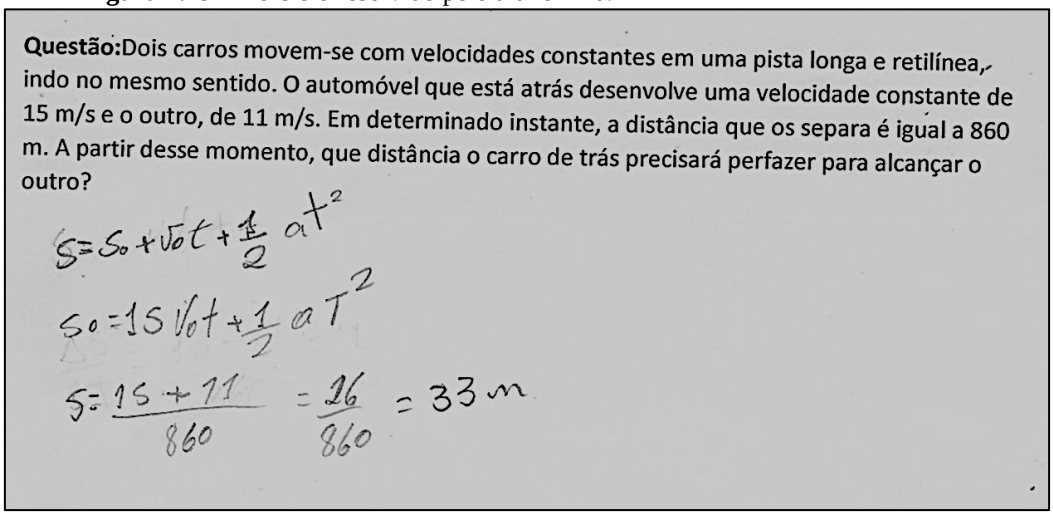
Nota-se na Figura 4.17, que o aluno B18 (a partir de agora quando necessário, os alunos passarão a ser identificados através das letras A ou B ao qual refere-se a Turma e o número que o acompanha está relacionado a ordem na lista de frequência) ao resolver a função da posição, primeiro somou e depois multiplicou, errando uma regra básica das operações matemáticas na qual se aprende ainda no primeiro ciclo do ensino fundamental (1º ao 5º ano do ensino fundamental). O próprio aluno mencionou sua dificuldade de trabalhar com a referida função.

Figura 4.18- Exercício resolvido pelo aluno B28.



Conforme mencionado, na Figura 4.18 é possível observar que o aluno B28 confundiu as unidades de medida, expondo a carência de conhecimento em algo tão trivial, mas de extrema importância para resolução dos exercícios.

Figura 4.19- Exercício resolvido pelo aluno B10.



A resposta apresentada na Figura 4.19 fornecida pelo aluno B10, vem corroborar com as já apresentadas nas Figuras 4.17 e 4.18. Demonstrando novamente as dificuldades na interpretação do problema bem como nas operações matemáticas.

Como pode-se observar os alunos possuem conhecimento das suas dificuldades, e também sentem vontade de supera-las. Não se pode afirmar ao certo se para estes casos as dificuldades apresentadas foram devido a forma como o conteúdo foi abordado, ou se é a deficiência em matemática que acompanha os alunos ao longo de sua jornada escolar.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Análise dos Questionários

Este capítulo irá tratar das aplicações e análise dos questionários. Como mencionado anteriormente, para preservar a identidade de cada aluno bem como dar maior liberdade em responder aos questionários, todos os estudantes que participaram desta pesquisa não foram identificados pelos seus respectivos nomes, mas, representando-os por meio do número da lista de frequência, ou diário de classe. Esta forma de representa-los por meios de códigos é para evitar a exposição do aluno ao público, uma vez que não há interesse em saber dos aspectos do tipo sociocultural e econômico, mas apenas no aspecto educacional no qual tange o ensino e aprendizagem em Física.

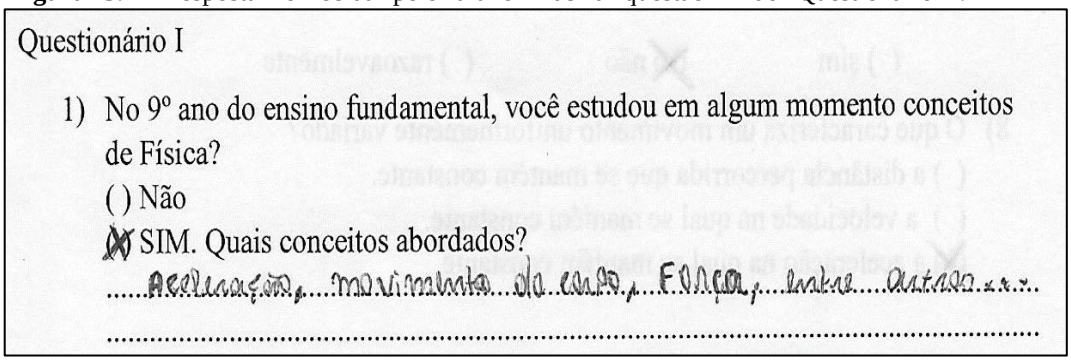
Na primeira etapa (Quadro 3.1) a quantidade de alunos representando a Turma A foi de 25 alunos, enquanto que para a Turma B foi 20 alunos. Os resultados serão retratados nas próximas secções por meio de tabelas e gráficos demonstrando as respostas fornecidas para cada uma das questões dos formulários aplicados as turmas.

5.1.2 - Da aplicação e Resultado do Questionário I

As questões apresentadas a seguir em forma de figuras estão todas descritas no Apêndice 2 do presente trabalho.

A primeira pergunta representada na imagem da Figura 5.1 é referente ao Questionário I, onde teve-se o objetivo de saber se os alunos já haviam estudado algum conteúdo de física na disciplina de ciências no 9º ano do ensino fundamental.

Figura 5.1- Resposta fornecida pelo aluno A08 a questão 1 do Questionário I.


Questionário I

1) No 9º ano do ensino fundamental, você estudou em algum momento conceitos de Física?

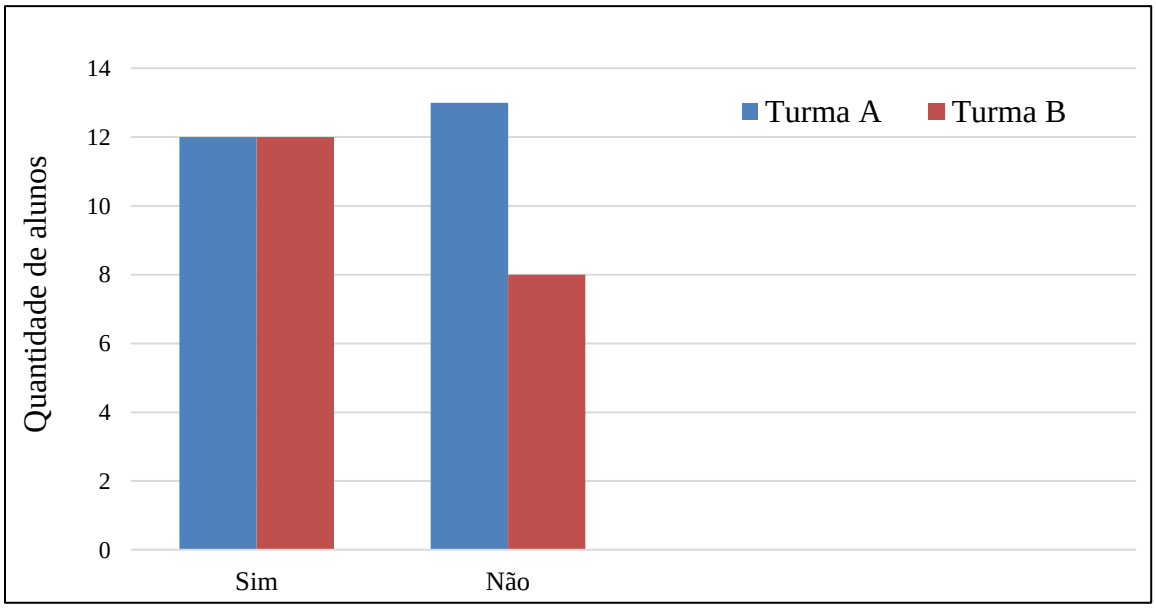
( ) Não

(X) SIM. Quais conceitos abordados?

Aceleração, movimento do carro, Força, Inércia, outros.....

No Gráfico 5.1, tem-se a representação através de barras das repostas da questão 1 fornecidas pelas Turmas A e B. Sendo que o eixo x corresponde a quantidade de alunos que participaram respondendo a esta questão no eixo y as alternativas de respostas (Sim ou Não). É possível verificar que na Turma A (barras na cor azul) que de um total de 25 alunos pesquisados, 12 disseram sim ter estudado alguns conceitos de física ao longo do 9º ano do ensino fundamental, equivalente a 48% da turma. Por outro lado, 13 alunos afirmaram nunca terem estudado nenhum conceito relacionado a física na disciplina de ciências, correspondendo a 52% dos participantes da pesquisa.

Gráfico 5.1- Representação gráfica da reposta da questão 1 para as Turmas A e B.



Seguindo com a análise do Gráfico 5.1, para a turma B (barras em vermelho) de um total de 20 alunos, 12 alunos responderam terem visto conceitos de física e 8 disseram que não, nunca estudaram tais conceitos na disciplina de ciências do 9º ano do ensino fundamental. Sendo

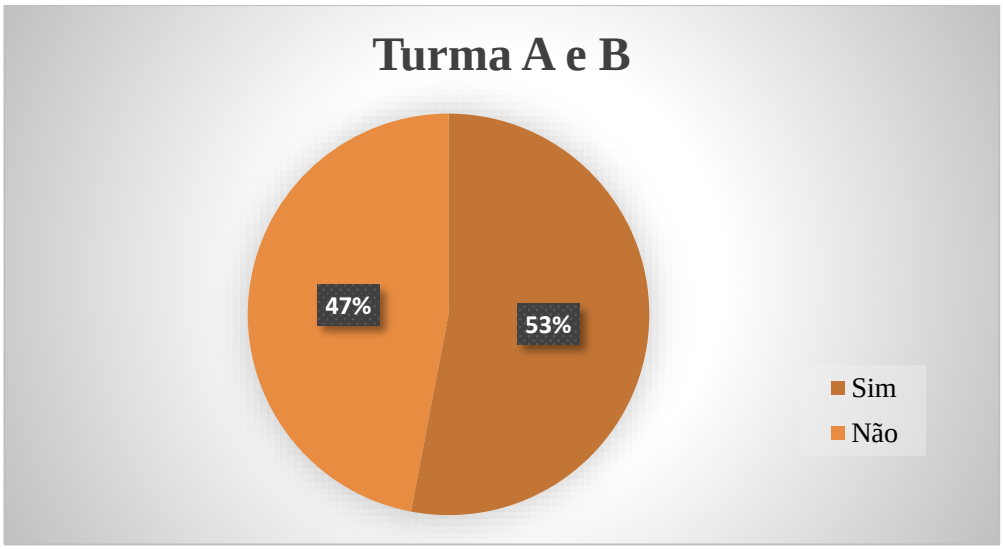
assim, 60% desta turma afirmaram ter estudado física enquanto 40% disseram que não. Caso a resposta fosse afirmativa era solicitado a eles que informassem quais conceitos haviam sido abordados, e coincidentemente tanto os alunos da Turma A quanto da Turma B listaram assuntos relacionados a movimento uniforme e as Leis de Newton. O que está de acordo com os PCN's (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino) **(**Brasil, 2000**),** que diz que no ensino fundamental os conceitos de física devem ser abordados de modo a fazer menção sobre o ambiente da tecnologia e entre outros, contudo tais conceitos deverão ser estudados de forma mais profunda no ensino médio.

> "No ensino fundamental, esses temas dizem respeito ao mundo vivencial mais imediato, tratando do ambiente, da vida, da tecnologia, da Terra, e assim por diante. Já no ensino médio, devem ganhar uma abrangência maior, e também, ao mesmo tempo, uma certa especificidade disciplinar, uma vez que, para desenvolver competências e habilidades em Física, é preciso lidar com os objetos da Física. Devem estar relacionados, portanto, com a natureza e a relevância contemporânea dos processos e fenômenos físicos, cobrindo diferentes campos de fenômenos e diferentes formas de abordagem, privilegiando as características mais essenciais que dão consistência ao saber da Física e permitem um olhar investigativo sobre o mundo real. O tratamento de diferentes campos de fenômenos implica preservar, até certo ponto, a divisão do conhecimento em áreas da Física tradicionalmente trabalhadas, como Mecânica, Termologia, Ótica e Eletromagnetismo, não só pela unidade conceitual que esses campos estabelecem, mas também por permitir uma "transcrição" da proposta nova em termos da compartimentalização anteriormente adotada, reconhecendo-a para superá-la". (Brasil,2000, p. 69)

No Gráfico 5.2, tem-se a soma dos alunos das duas turmas participantes, no qual totaliza 45 alunos. Deste montante é possível observar que aproximadamente 53% disseram ter estudado conceitos de física enquanto que o restante, 47%, disseram não ter estudado nenhum conceito de física no 9º ano do ensino fundamental. O que é preocupante visto que além de não está de acordo com os PCN's, também dificulta o aprendizado do aluno ao adentrar no ensino médio. Pois estes passam a ver a física como algo distante da realidade, ou pior, as vezes o aluno cria uma barreira no aprendizado de Física, por achá-la muito difícil e sem significado na sua vida. Embora se saiba que o avanço tecnológico acontece devido aos avanços nas áreas das ciências que envolvem os conceitos de física, química, biologia e matemática.

Para Mendes (2014), os alunos que nunca tiveram contato com os conceitos de física tende a ter uma maior dificuldade em assimilar tais conceitos, quando comparados com aqueles alunos que em algum momento no ensino fundamental vivenciaram experiências envolvendo conceitos de física.

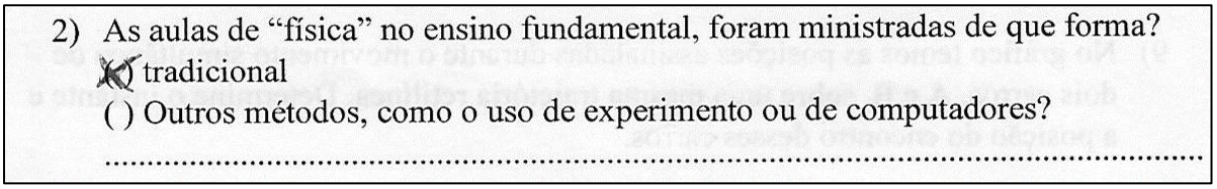
Gráfico 5.2- Gráfico de percentual das respostas da questão 1 para as turmas A e B



Ao fazer análise dos resultados desta primeira questão é possível observar que os 48% dos alunos da Turma A que responderam ter estudado algum conceito de física ao longo do 9ºano não aprenderam de maneira significativa pois, disseram que possuíam vagas lembranças sobre os conceitos abordados, dentre alguns, as "3 leis de Newton", velocidade, inércia, etc. Em contraste com as respostas fornecidas pelos alunos da turma B, onde a maioria disseram com muito mais segurança já ter estudado conceitos de Física. Contudo não se pode tomar uma única questão como sentença, como respondido pelos alunos a grande maioria já estudaram alguns dos conceitos de Física, mas, quando se deparam com a disciplina de física no ensino médio, eles declaram sentir grande dificuldades.

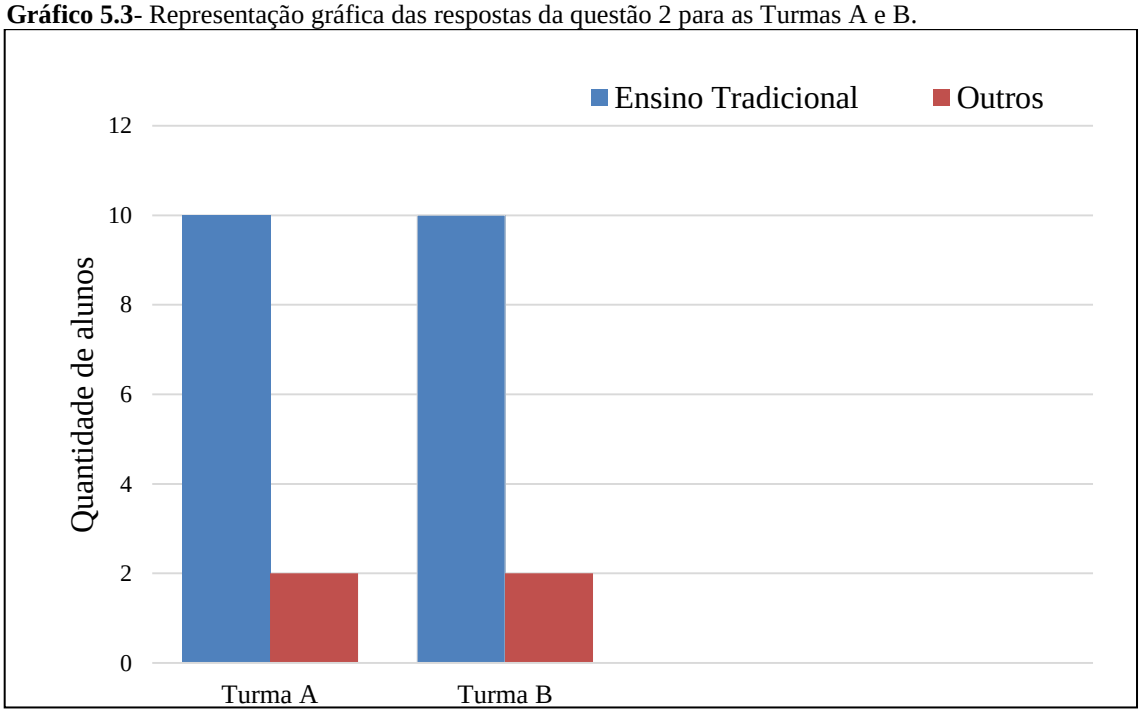
Dando continuidade à investigação, passamos a questão 2 (Figura 5.2) ainda referente ao primeiro questionário, foi feita somente para aqueles que responderam sim na questão 1.

Figura 5.2- Questão 2 e a respectiva resposta de um aluno para o questionário I.


2) As aulas de "física" no ensino fundamental, foram ministradas de que forma?
(X) tradicional
( ) Outros métodos, como o uso de experimento ou de computadores?
.....

O percentual de respostas fornecidas por ambas as Turmas, foi o mesmo para questão 2 (Gráfico 5.3), no que se refere a maneira de como foi abordado os conteúdos de Física no ensino de Ciências do 9º ano do Fundamental.

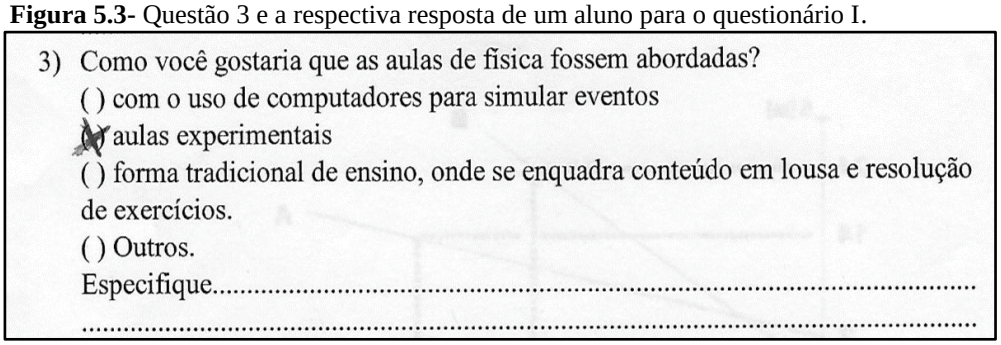
Gráfico 5.3- Representação gráfica das respostas da questão 2 para as Turmas A e B.



O que se nota a partir do Gráfico 5.3, é que o ensino tradicional (barras em azul) ainda exerce uma forte influência no ensino de Ciências, principalmente quando são abordados conteúdos envolvendo Física e Química. Ficando os outros métodos de ensino (barras em vermelho) como o uso de computadores, experimentos de baixo custo dentre outros em segundo plano.

A Figura 5.3, mostra a questão 3 referente ao primeiro questionário, onde foi questionado a forma como os alunos gostariam que as aulas de Física fossem abordadas.

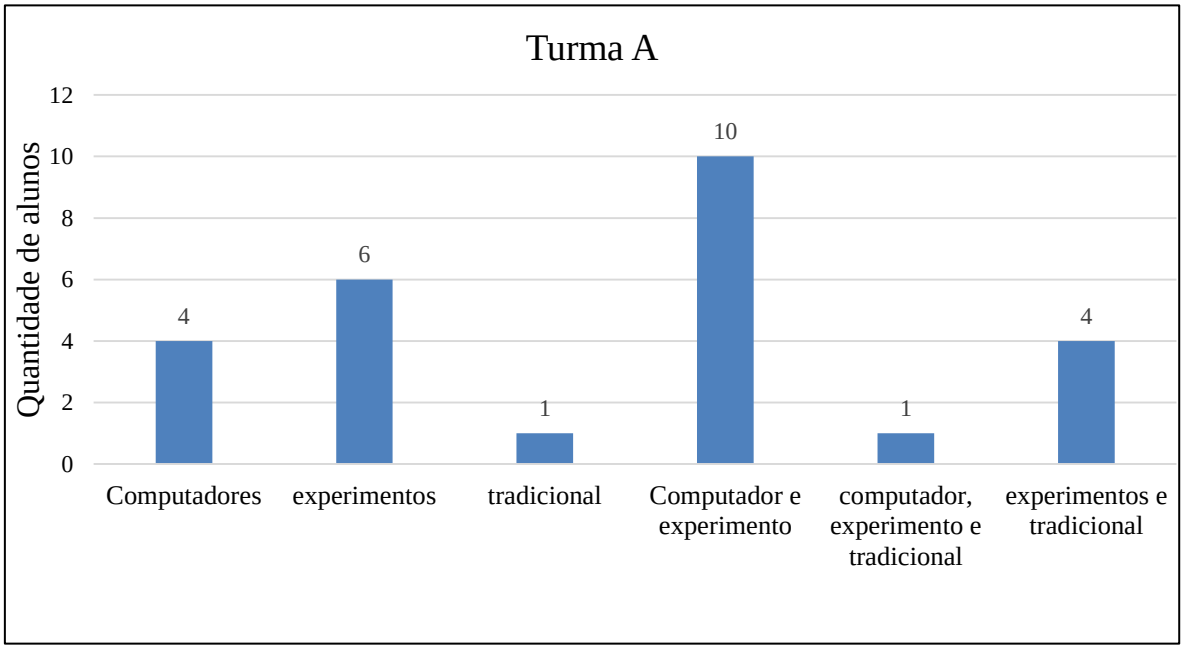
Figura 5.3- Questão 3 e a respectiva resposta de um aluno para o questionário I.


3) Como você gostaria que as aulas de física fossem abordadas?
( ) com o uso de computadores para simular eventos
(X) aulas experimentais
( ) forma tradicional de ensino, onde se enquadra conteúdo em lousa e resolução de exercícios.
( ) Outros.
Especifique.....
.....

O Gráfico 5.4, foi obtido após a tabulação dos dados fornecidos pelos alunos para a questão 3. Observa-se que os alunos da Turma A tem preferência por mais de uma dentre as opções fornecidas. De um total de 25 alunos, 10 gostariam que as aulas fossem abordadas de

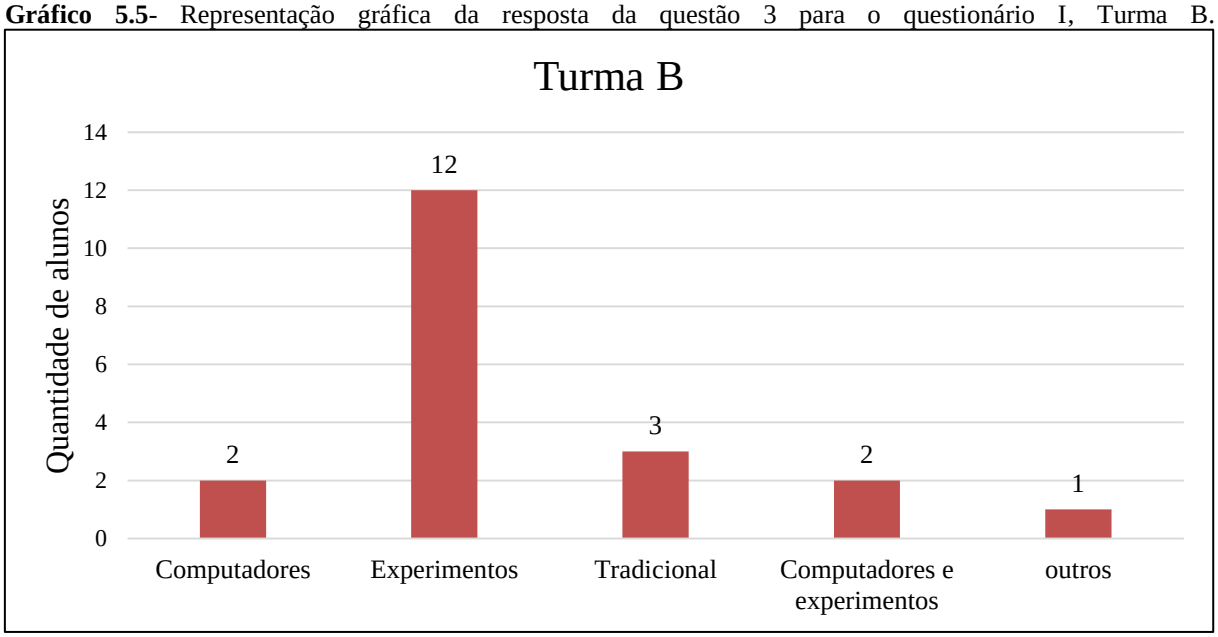
modo utilizando computadores associados a experimentos, onde o aluno pudesse participar ou mesmo visualizar o fenômeno físico. Novamente verificando a necessidade de os alunos estarem de alguma forma participando ativamente do seu processo de ensino, de modo a assimilar melhor o evento ou fenômeno estudado.

Gráfico 5.4- Representação gráfica da resposta da questão 3 para o questionário I, Turma A.



Diferentemente da turma anterior, a Turma B apresentou uma maior disposição por aulas experimentais, conforme pode ser visto no Gráfico 5.5.

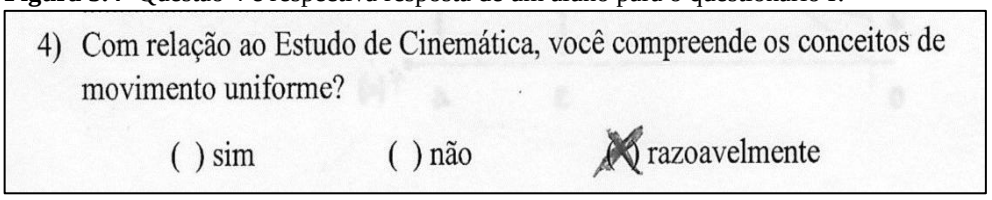
Gráfico 5.5- Representação gráfica da resposta da questão 3 para o questionário I, Turma B.



É interessante observar, que na Turma A apenas 1 aluno de um total de 25 prefere o ensino tradicional (Gráfico 5.4), enquanto que na turma B, 3 alunos de um total de 20 gostariam que o ensino fosse ministrado de forma unicamente tradicional (Gráfico 5.5). Por isso é importante sempre observar as turmas trabalhadas, pois cada uma delas possui um perfil diferenciado tanto no ensino como na aprendizagem, do mesmo modo que cada indivíduo aprende de forma distinta.

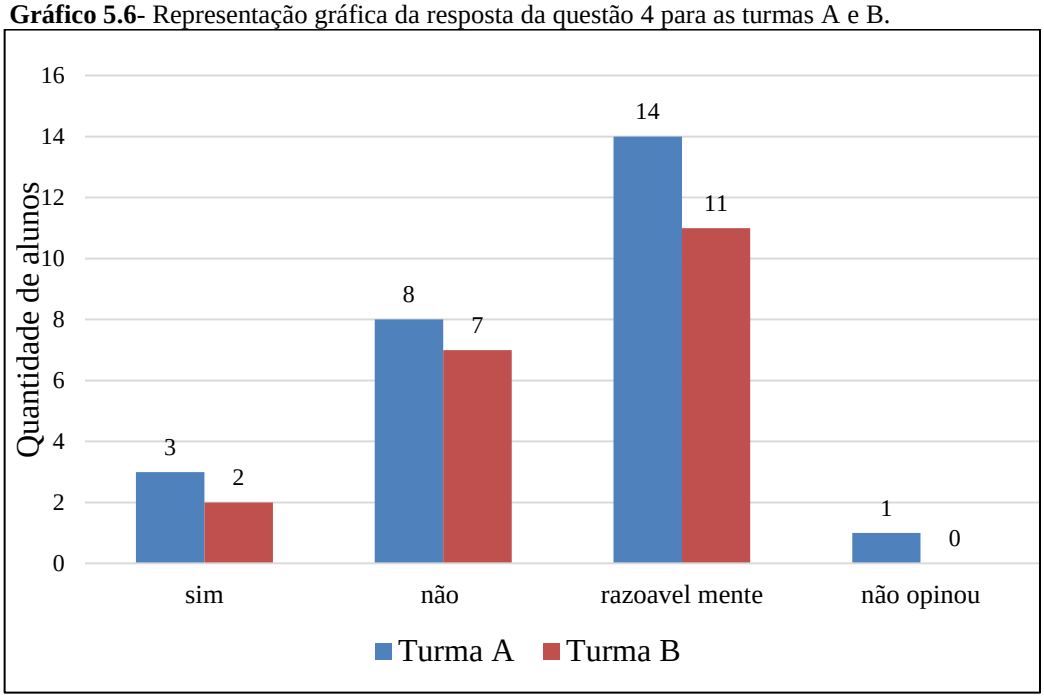
Dentre as respostas para a questão 3, uma foi bem surpreendente, o aluno B 04, que marcou a opção de outros, disse a seguinte frase: “eu queria de um jeito que eu entendesse mais o conteúdo e seus cálculos. ” É interessante analisar o ponto de vista deste aluno, pois revela que eles também se preocupam com a forma didática como o conteúdo é repassado, de modo que eles possam abstrair melhor o assunto abordado.

Figura 5.4- Questão 4 e respectiva resposta de um aluno para o questionário I.



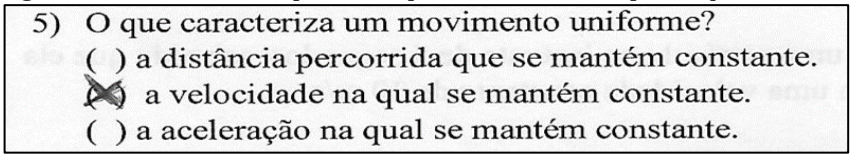
Avaliando a questão 4 (Figura 5.4) na qual se refere ao conhecimento que os alunos possuíam sobre os conceitos básicos do Movimento Uniforme foi possível elaborar o Gráfico 5.6, onde nota-se que a maioria dos alunos tanto da Turma A (barras em azul) quanto da Turma B (barras em vermelho) responderam conhecer razoavelmente os conceitos de MU. Enquanto que, uma minoria, também em ambas as turmas, respondeu que sim, que compreende os conceitos de MU.

Gráfico 5.6- Representação gráfica da resposta da questão 4 para as turmas A e B.



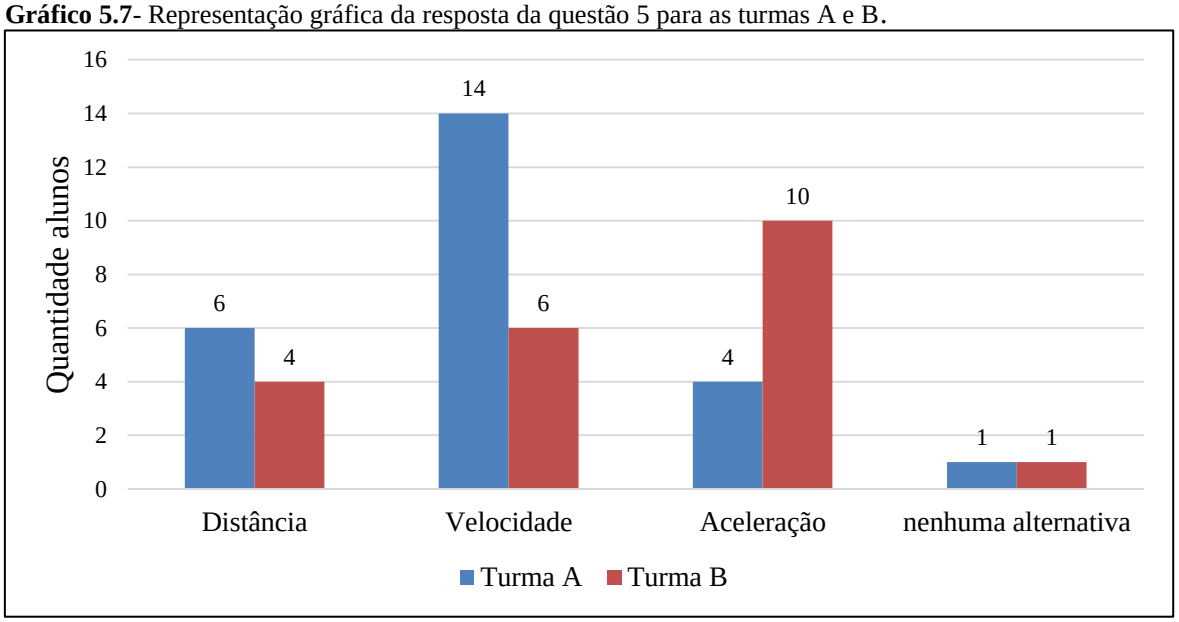
Devido a questão 4 ser uma pergunta de opinião própria, sobre como o aluno avalia o seu conhecimento, perguntou-se aos alunos sobre conceitos básicos de MU, conforme a Figura 5.5, de modo a verificar o nível de conhecimento básico que os alunos possuem com relação ao movimento uniforme.

Figura 5.5- Questão 5 e respectiva resposta do aluno A 08 para o questionário I.



Dentre as opções dadas na questão 5 (Figura 5.5) os alunos das Turma A e B forneceram as respostas conforme pode ser visto no Gráfico 5.7.

Gráfico 5.7- Representação gráfica da resposta da questão 5 para as turmas A e B.

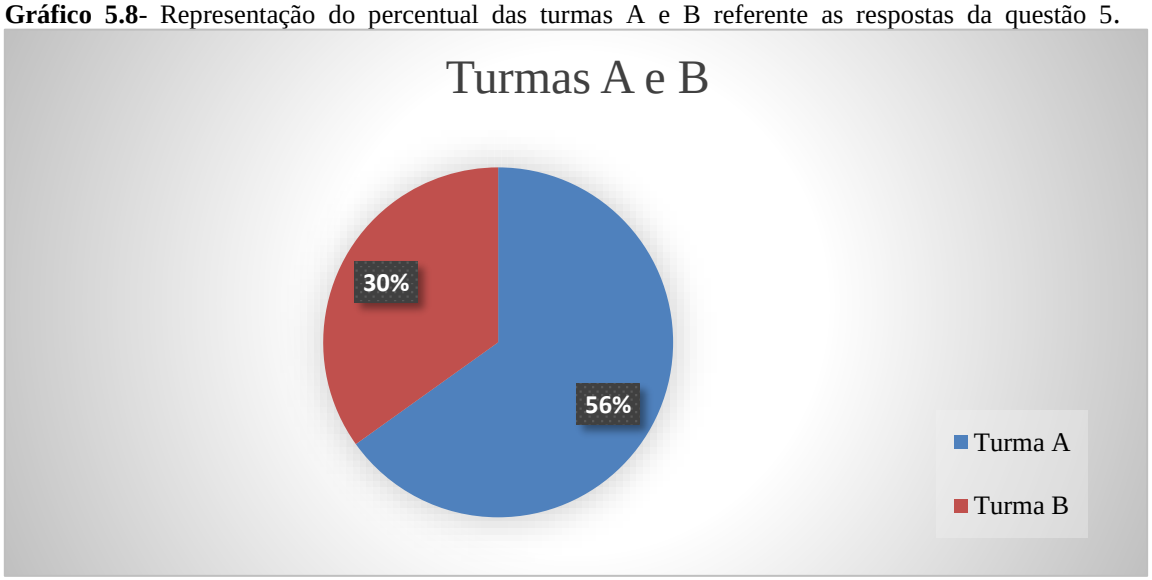


Analisando o gráfico 5.7, é sabido que o que caracteriza o movimento uniforme é o módulo da sua velocidade que se mantém constante no decorrer do tempo. Fazendo uma comparação entre as respostas fornecidas na questão 4 e 5 (Figuras 5.4 e 5.5, respectivamente), obteve-se:

- Para a turma A (barras em azul) - dos 3 alunos que responderam sim, que conheciam os conceitos básicos de movimento uniforme, apenas 1 acertou; já dos 8 alunos que disseram não, 5 acertaram, e 14 daqueles que disseram razoavelmente 8 acertaram.
- Para a turma B (barras em vermelho) - dos 2 alunos que responderam sim, que conheciam os conceitos básicos de movimento uniforme, apenas 1 acertou; já dos 7 alunos que disseram não, 3 acertaram, e 11 daqueles que disseram razoavelmente 2 acertaram.

Desse modo observa-se, conforme Gráfico 5.7, que dentre os 25 alunos da Turma A que responderam este questionário, 14 alunos marcaram a alternativa correta, ou seja 56 % no total da turma (Gráfico 5.8). Porém para a Turma B, de um total de 20 alunos, 6 acertaram a alternativa correta, ou seja, cerca de 30% do total de alunos da turma B (Gráfico 5.8).

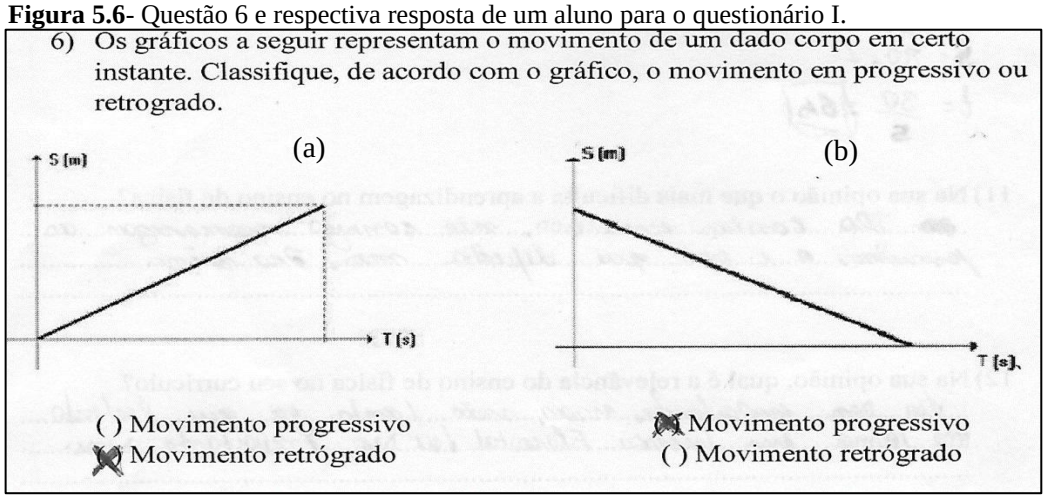
Gráfico 5.8- Representação do percentual das turmas A e B referente as respostas da questão 5.



Desse modo pode-se concluir que os alunos ao responderem as questões 4 e 5 (representadas nas Figura 5.4 e 5.5, respectivamente), estavam equivocados com relação ao seu nível de conhecimento no que diz respeito ao conceito básico que caracteriza o Movimento Uniforme.

Com relação ao estudo de gráficos no MU fez-se pergunta conforme Figura 5.6.

Figura 5.6- Questão 6 e respectiva resposta de um aluno para o questionário I.



Para a questão 6 abordada na Figura 5.6, obteve-se as respostas em relação aos gráficos das letras a e b, conforme pode ser visto nos Gráficos 5.9 e 5.10, respectivamente.

Gráfico 5.9- Representação gráfica da resposta da questão 6, letra (a) para as turmas A e B.

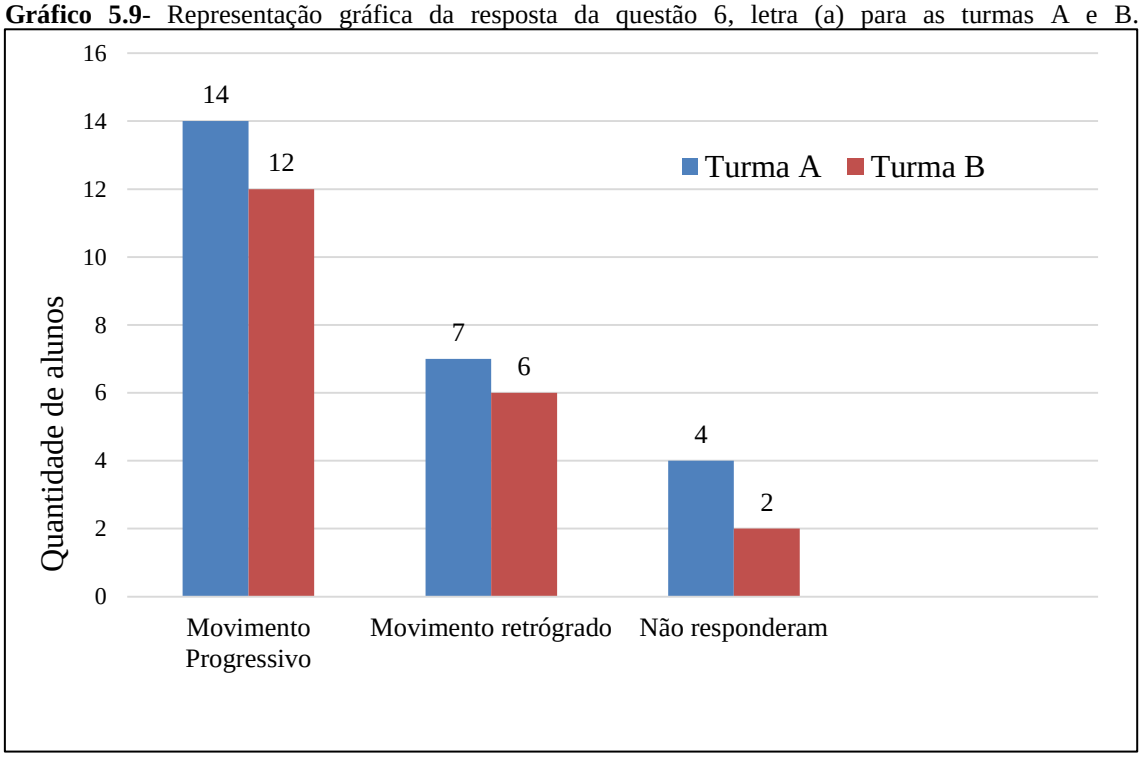
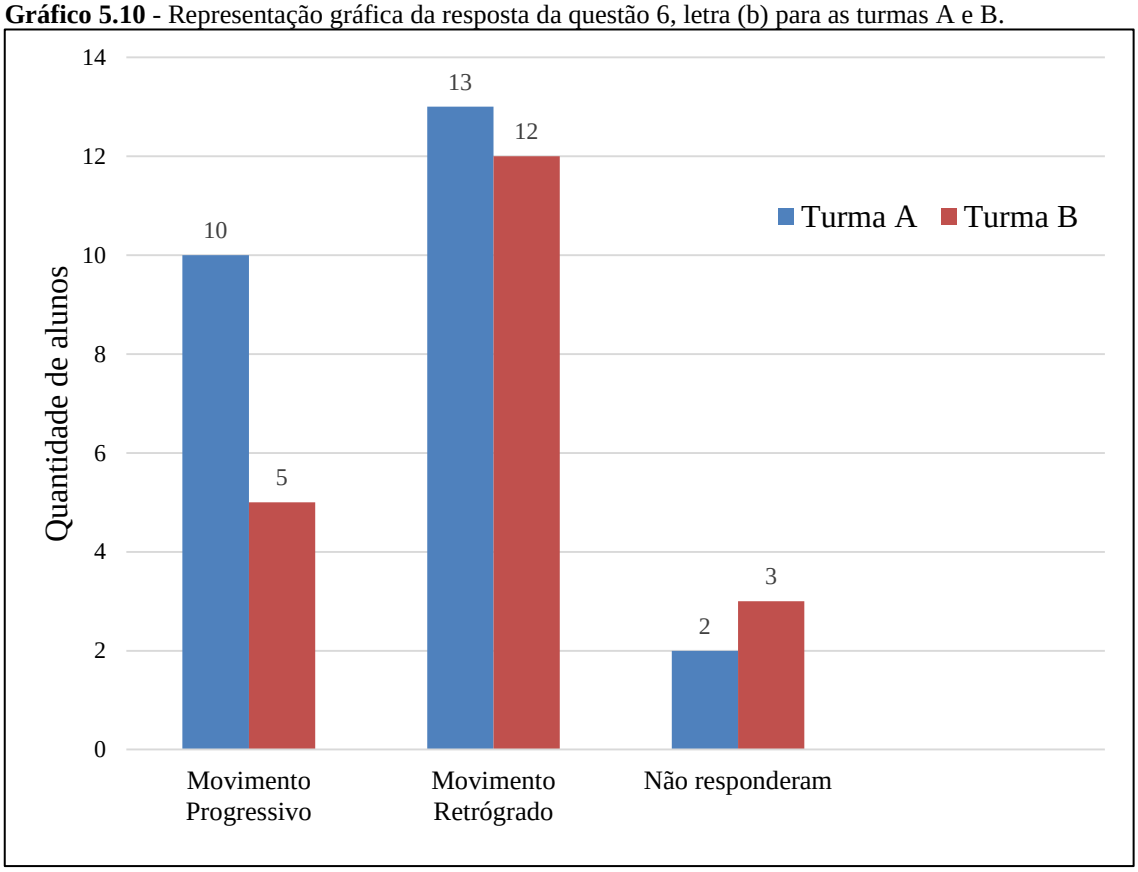


Gráfico 5.10 - Representação gráfica da resposta da questão 6, letra (b) para as turmas A e B.

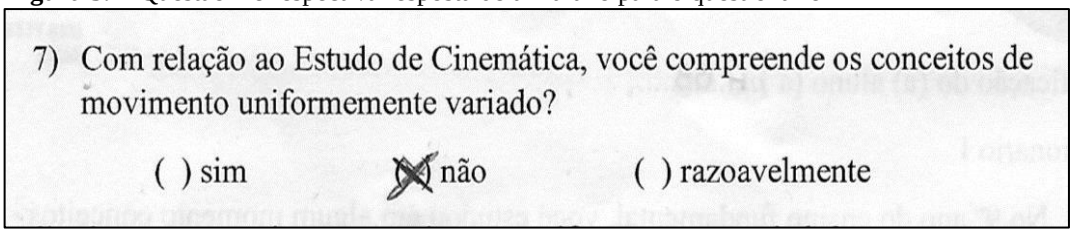


Os gráficos da Figura 5.6, nos quais relacionam o movimento progressivo e movimento retrógrado são descritos de acordo com a equação da posição no MU, desse modo tais gráficos são representados por retas, onde podemos descrever o movimento progressivo, para aquele movimento cujo a posição do móvel aumenta no decorrer do tempo, gerando, portanto, uma reta crescente no gráfico S x T, conforme Figura 5.6 (a), e o movimento retrógrado, para aquele movimento cuja a posição do móvel diminui no decorrer do tempo, gerando assim, uma reta decrescente no gráfico S x T conforme Figura 5.6 (b).

Portanto, para a Turma A (Gráficos 5.9 e 5.10, barras em azul) de um total de 25 alunos, 14 acertaram ao responder que o gráfico com reta crescente descreve o movimento progressivo, e 13 acertaram ao responder que o gráfico com a reta decrescente representa o movimento retrógrado. Do mesmo modo, para a turma B (Gráficos 5.9 e 5.10, barras em vermelho), num total de 20 alunos, 12 acertaram ao responder que o gráfico com reta crescente descreve o movimento progressivo, e 12 acertaram ao responder que o gráfico com a reta decrescente representa o movimento retrógrado.

Até este ponto os alunos haviam respondido perguntas que envolvia somente MU. Contudo, da questão 7 a 10 foi tratado temas relacionados ao Movimento Uniformemente Variado.

Figura 5.7- Questão 7 e respectiva resposta de um aluno para o questionário I

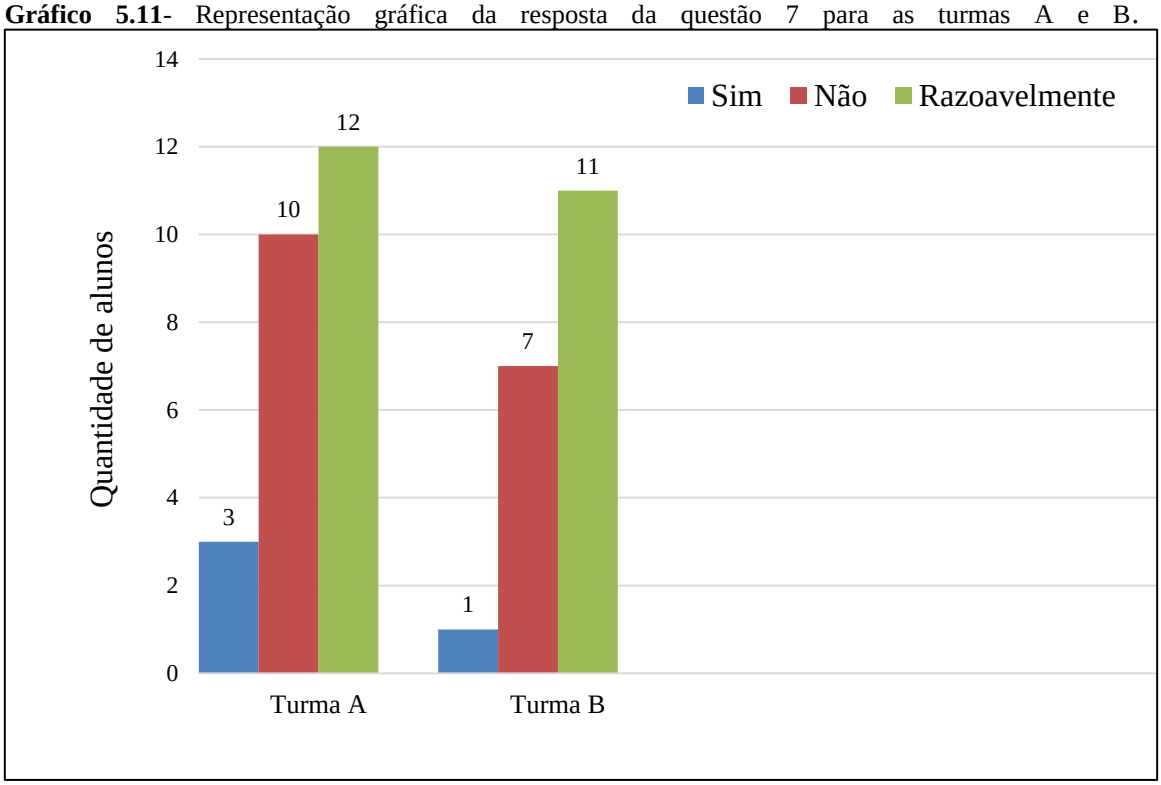

7) Com relação ao Estudo de Cinemática, você compreende os conceitos de movimento uniformemente variado?

( ) sim (X) não ( ) razoavelmente

Na questão 7 (Figura 5.7) foi questionado se eles compreendiam os conceitos referentes ao MUV, alguns alunos responderam à pergunta afirmando não compreender tais conceitos, mesmo tento estudado no decorrer dos dois primeiros bimestres deste ano letivo.

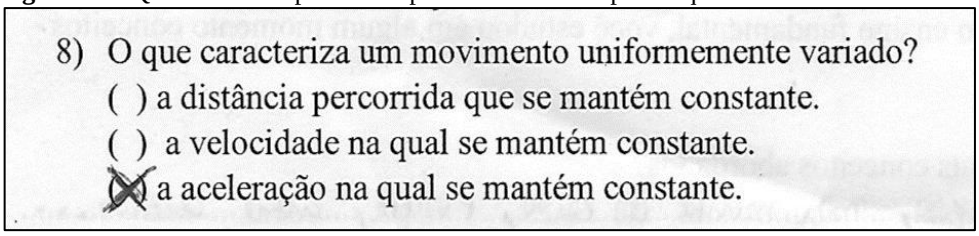
Após a manipulação dos dados referentes as respostas para questão 7, foi elaborado o Gráfico 5.11, neste gráfico é notória a grande dificuldade que os alunos têm em conhecer os conceitos básicos da cinemática, como se pode a maioria deles que participaram desta pesquisa afirmam não ter conhecimento, ou conhecer razoavelmente tais conceitos.

Gráfico 5.11- Representação gráfica da resposta da questão 7 para as turmas A e B.



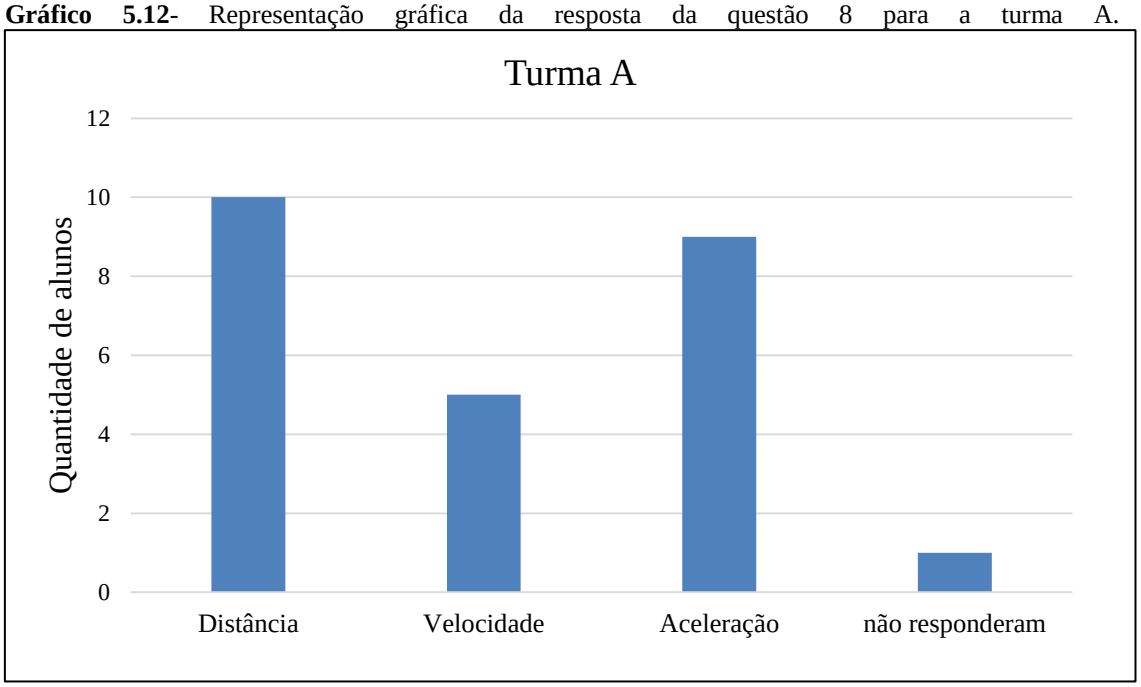
Em seguida, a questão 8 (Figura 5.8) foi formulada a fim de complementar ou até mesmo verificar a validade das afirmativas dos alunos fornecidas na questão 7.

Figura 5.8- Questão 8 e respectiva resposta de um aluno para o questionário I.


8) O que caracteriza um movimento uniformemente variado?
( ) a distância percorrida que se mantém constante.
( ) a velocidade na qual se mantém constante.
(X) a aceleração na qual se mantém constante.

Observou-se que o aluno afirmou na questão 7 não conhecer os conceitos de MUV, porém este mesmo aluno respondeu acertadamente à questão 8, afirmando que, o que caracteriza o movimento uniformemente variado é a aceleração na qual se mantém constante. Para os demais alunos da turma A os resultados podem ser vistos no Gráfico 5.12.

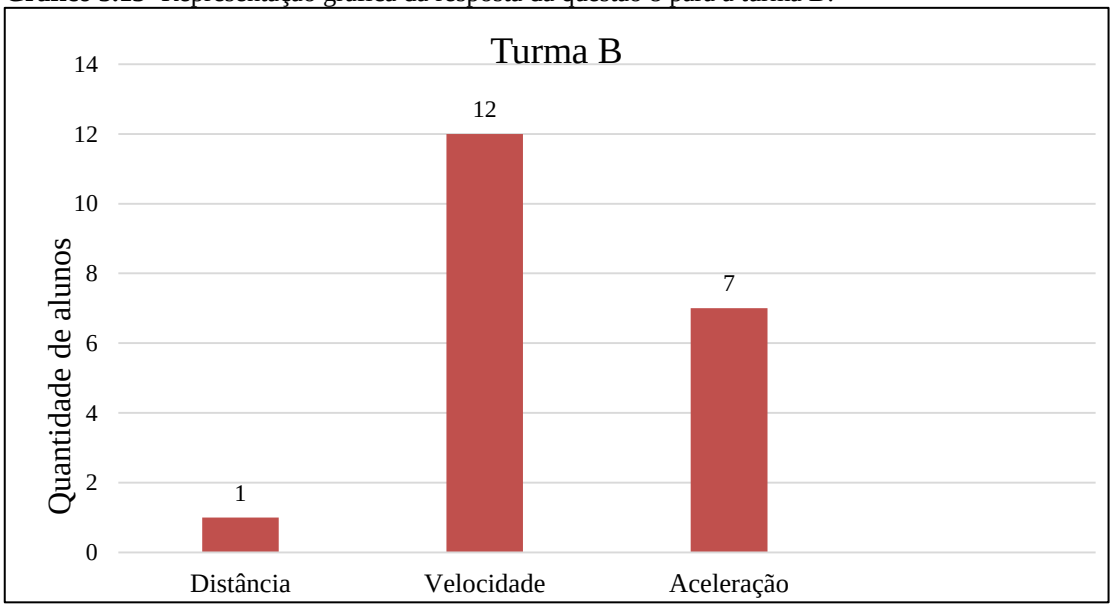
Gráfico 5.12- Representação gráfica da resposta da questão 8 para a turma A.



No Gráfico 5.12 tem-se a quantidade de alunos da Turma A que forneceram as repostas para cada opção da questão 8, sendo que 10 alunos responderam que a distância na qual se mantem constante é o que caracteriza o movimento variado, e somente 9 alunos deram a resposta certa, na qual a aceleração constante é o que caracteriza o MUV.

De forma análoga, o Gráfico 5.13 fornece as respostas dadas pelos alunos da Turma B.

Gráfico 5.13- Representação gráfica da resposta da questão 8 para a turma B.

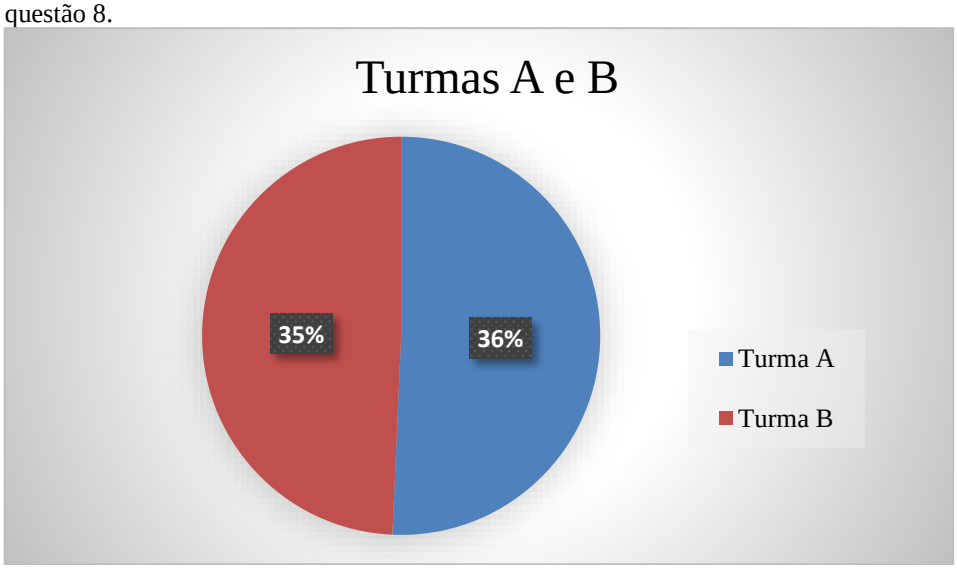


Semelhante a Turma A, a maioria da turma B respondeu incorretamente à questão 8 (Figura 5.8), sendo que 12 alunos responderam que o que caracteriza o MUV é a velocidade na qual se mantem constante, conforme o Gráfico 5.13. Fazendo um comparativo entre as questões 7 (Figura 5.7) e 8 (Figura 5.8), verificou-se o seguinte:

- Para a turma A (Gráfico 5.12) – dos 3 alunos que responderam sim, que conheciam os conceitos básicos de movimento uniformemente variado, apenas 2 acertou; já os 10 alunos que disseram não, 2 acertaram, e dos 12 que disseram conhecer razoavelmente tais conceitos 5 acertaram.
- Para a turma B (Gráfico 5.13) – o único aluno que respondeu sim, que conhecia o conceito básico de movimento uniformemente variado, não acertou; já os 7 alunos que disseram não conhecer tais conceitos, 2 acertaram, e dos 11 alunos que disseram conhecer razoavelmente, 5 acertaram.

Dentre os 25 alunos da turma A, 36% responderam corretamente à questão 8 (Gráfico 5.14), já na turma B, dentre os 20 alunos apenas 35% responderam corretamente (Gráfico 5.14). Contudo, como se trata de questões teóricas e de múltipla escolha, foi proposto aos alunos duas questões práticas.

Gráfico 5.12- Representação do percentual das turmas A e B referente as respostas da questão 8.



Com relação a questão 9 do questionário I (Apêndice 2), nenhum dos alunos das Turmas A e B conseguiram resolver ou ao menos tentaram resolver esta questão. A justificativa fornecida por eles, na grande maioria é que não sabem como começar a desenvolver a questão, sendo que nem mesmo lendo o enunciado conseguiram analisar e resolver matematicamente.

Figura 5.9- Questão10 e resposta do aluno A 08

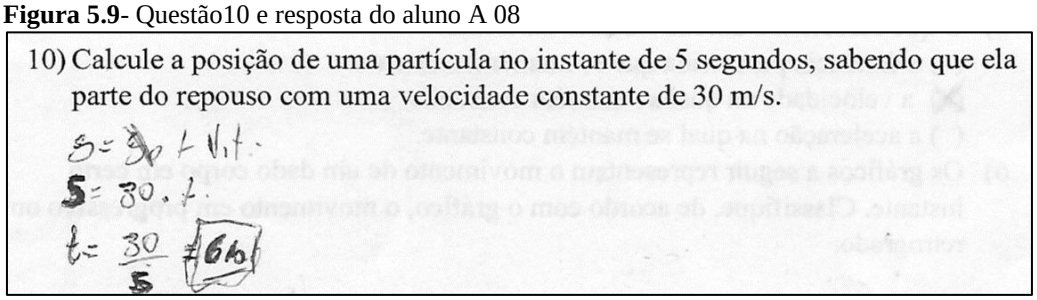
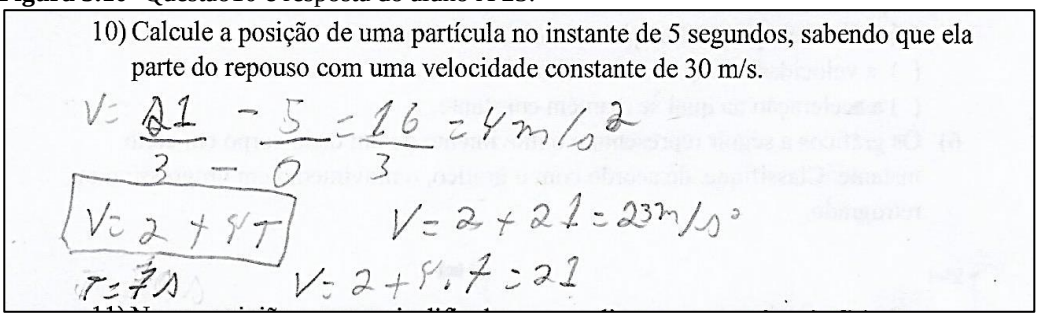


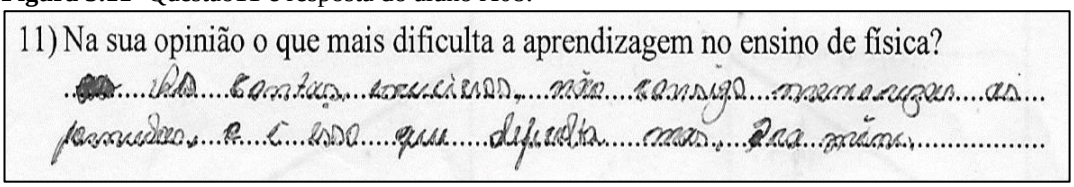
Figura 5.10- Questão10 e resposta do aluno A 23.



Dentre todos os alunos das duas Turmas A e B, apenas os alunos A08 (Figura 5.9) e A23 (Figura 5.10) tentaram resolver a questão 10, os demais não resolveram e/ou nem tentaram. Contudo, observando as respostas dadas pelos dois alunos é possível identificar o erro, a maioria dos alunos do ensino médio trocam as variáveis, seja por não saber resolver as operações básicas da matemática, ou seja, simplesmente por não conhecerem ou não lembrarem das unidades das grandezas físicas, tendo, portanto, dificuldades de saber o que estão calculando.

As questões 11 e 12 finalizam o primeiro questionário, com o intuito de tentar saber e compreender qual a dificuldade que os alunos possuíam na disciplina de Física na parte relacionada a Cinemática, bem como saber se eles acreditam que tal disciplina tem alguma relevância para o seu currículo. Na questão 11 (Figura 5.11) pedia que eles fornecessem sua opinião sobre sua dificuldade no ensino de Física.

Figura 5.11- Questão11 e resposta do aluno A08.



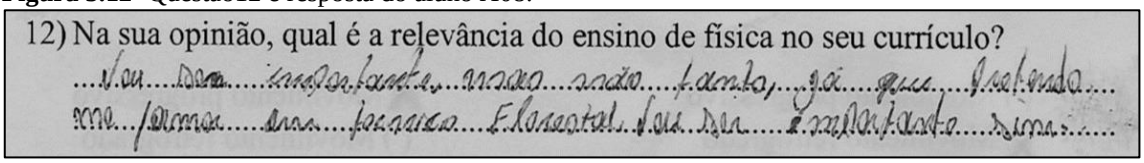
A resposta fornecida pelo aluno A08 (Figura 5.11), diz que sua maior dificuldade está em memorizar as fórmulas, porém outros alunos citaram da dificuldade não somente de memorização das fórmulas, mas também em resolver os exercícios, pois as equações sempre

envolvem letras com números, isso se torna um grande problema pois nos demostra que a dificuldade dos alunos está também relacionada a matemática aplicada na física, o que leva na maioria das vezes a empatia do aluno pela disciplina.

Ainda com relação a questão 11 (Figura 5.11), o aluno B16 disse que "as maneiras, formas de resolução. São muitas diversas formas de resolver uma questão e isso meio que embaraça." Por outro lado, o aluno A12 afirmou que "no passado eu deixei de aprender algumas fórmulas que agora estou precisando e não sei e está dificultando no meu aprendizado." Desse modo, é notório que os alunos têm conhecimento do nível de dificuldade de um dado conteúdo, pois não possuem o conhecimento necessário em matemática para resolver determinado problema de física.

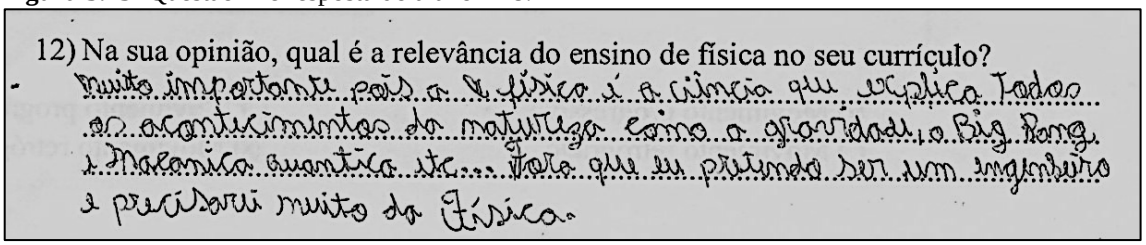
Outras repostas dadas pelos alunos diziam respeito à forma como o conteúdo é abordado, conforme dito pelo aluno A31, "na minha opinião o que mais dificulta o aprendizado é a maneira como o conteúdo é explicado". Ainda, para reforçar essa ideia o aluno B18 disse que "a forma que o professor explica o assunto, por exemplo se o professor tentar explicar muito rápido o entendimento muito complicado já que é um assunto complicado. " Desse modo é perceptível que os alunos têm uma certa preocupação com a forma que o conteúdo é transmitido a eles, ou seja, se importam com a didática da aula, de modo a evitar os cálculos no qual eles tem tantas dificuldades.

Figura 5.12- Questão12 e resposta do aluno A08.



A resposta do aluno A08 para a questão 12 (Figura 5.12) é um tanto que conflitante, pois ao mesmo tempo que afirma não ser importante, ele também reafirma ser importante devido o curso no qual ele estuda no ensino médio integrado, bem como o curso superior que pretende cursar. Porém, pode-se dizer que o aluno A08, bem como maioria dos alunos que responderam a disciplina de física não ter importância no currículo, assim o dizem, pois não consideram a física como uma disciplina capaz de gerar um impacto em suas vidas de forma direta, a maioria que afirmaram que a disciplina de física seria importante relaciona com sua utilização no curso de ensino superior no qual eles desejam cursar. Apenas um número pequeno dos alunos relacionou a importância da disciplina da física no currículo com sua vivência do dia a dia, sendo este considerado como um aprendizado com mais significado. Na Figura 5.13 é possível observar a opinião do aluno B18 com relação a essa importância no dia a dia.

Figura 5.13- Questão12 e resposta do aluno B18.


12) Na sua opinião, qual é a relevância do ensino de física no seu currículo?
muito importante pois a Física é a ciência que explica todos os acontecimentos da natureza como a gravidade, o Big Bang, a Mecânica Quantica etc... Tenho que eu pretendo ser um engenheiro e precisarei muito da Física.

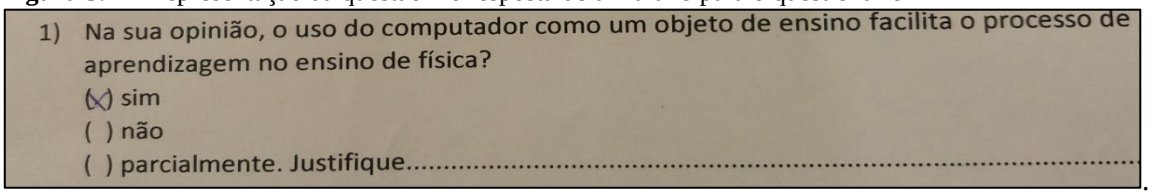
De modo geral, através das respostas dadas por este primeiro questionário, pode-se perceber que os alunos encontram uma certa dificuldade, ou até mesmo uma certa resistência no diz respeito a disciplina de física, alguns por achar a disciplina de difícil assimilação e outros, que corresponde a grande maioria, a dificuldade de resolver a parte matemática que envolve os conceitos físicos, ressaltando, no que diz respeito ao estudo da Cinemática.

5.1.3 - Aplicação e Resultado do Segundo Questionário

Dando continuidade à aplicação dos questionários e sua análise, foi aplicado o questionário II somente aos alunos da Turma A após a aplicação do produto educacional, onde apenas 23 alunos participaram desta etapa.

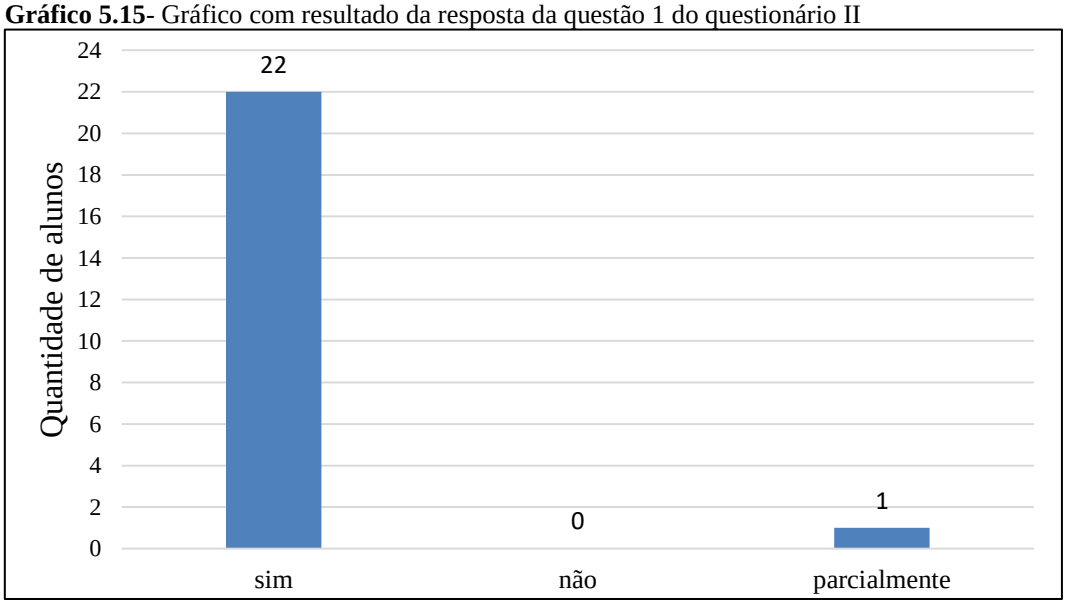
De forma análoga a secção 5.1.2, as questões e suas respectivas respostas serão apresentadas sob forma de figuras. Portanto, a primeira questão conforme pode ser visto na Figura 5.14, diz respeito ao uso do computador como um objeto de ensino aprendizagem no ensino da física.

Figura 5.14- Representação da questão 1 e resposta de um aluno para o questionário II


1) Na sua opinião, o uso do computador como um objeto de ensino facilita o processo de aprendizagem no ensino de física?
(X) sim
( ) não
( ) parcialmente. Justifique.....

Para a primeira questão (Figura 5.14) obteve-se os resultados representados no Gráfico 5.15.

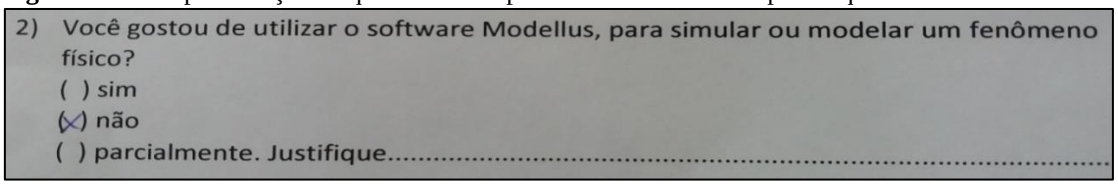
Gráfico 5.15- Gráfico com resultado da resposta da questão 1 do questionário II



Nota-se no gráfico 5.15, que aproximadamente 95,7% dos alunos, ou seja, 22 alunos de um total de 23 alunos, responderam sim, que o uso do computador como um objeto de ensino facilita o processo de aprendizagem no ensino de física. O único aluno que disse parcialmente, foi o aluno A36 no qual afirmou que "no computador há muitas distrações, porém ajuda muito", neste caso o aluno se referia ao uso da internet (no qual foi proibido durante a aplicação do produto), ao invés de fazer as atividades solicitadas com o auxílio do software Modellus.

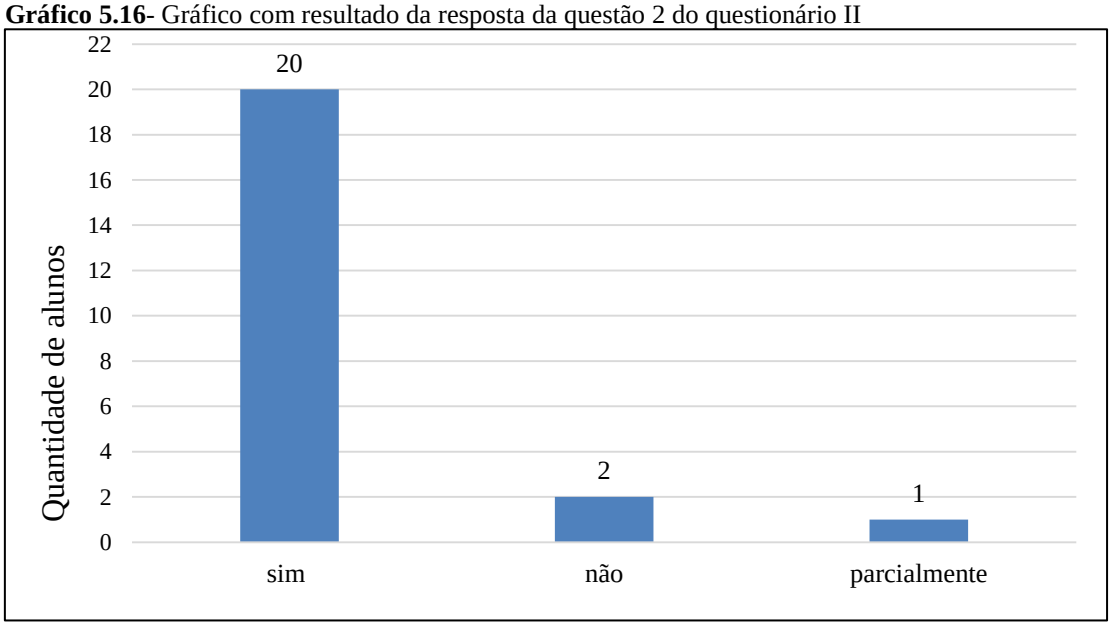
A segunda questão está relacionada diretamente ao uso do software Modellus, conforme Figura 5.15.

Figura 5.15- Representação da questão 1 e resposta de um aluno A 32 para o questionário II.


2) Você gostou de utilizar o software Modellus, para simular ou modelar um fenômeno físico?
( ) sim
(X) não
( ) parcialmente. Justifique.....

Para esta questão obteve-se os resultados representados no Gráfico 5.16.

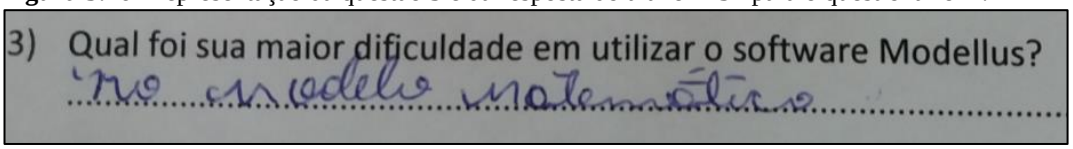
Gráfico 5.16- Gráfico com resultado da resposta da questão 2 do questionário II



Verifica-se através do Gráfico 5.16, que a maioria dos alunos gostou de trabalhar com o software Modellus, os que disseram não ter gostado de utilizar o software não justificaram suas respostas, porém o aluno A25 que respondeu parcialmente, disse que não conseguiu entender muita coisa. Entretanto o aluno A01 disse que é mais divertido, enquanto que o aluno A03 disse ter gostado, embora não tenha aprendido a mexer bem no software, isso devido ao período curto que passou manuseando o software.

Na questão 3, do questionário II, perguntou-se aos alunos qual foi a dificuldade encontrada por eles ao manusear o software Modellus (Figura 5.16).

Figura 5.16- Representação da questão 3 e da resposta do aluno A 32 para o questionário II.



Semelhante ao aluno A32 (Figura 5.16), boa parte dos alunos que responderam que a dificuldade estava no modelo matemático, bem como os parâmetros e a análise dos gráficos e tabelas, isso devido a dificuldade que eles têm em matemática. Do mesmo modo, outros alunos disseram da dificuldade de fazer os objetos da animação se moverem, e outros afirmaram que tiveram um pouco de dificuldade, porém, foram ganhando prática ao manusear o software, conforme se pode constatar nas respostas fornecidas nas Figuras 5.17 e 5.18, respectivamente.

Figura 5.17- Representação da questão 3 e da resposta do aluno A 36 para o questionário II

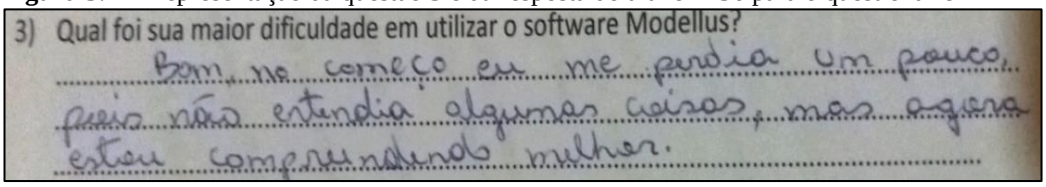
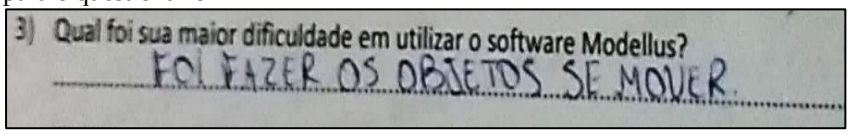


Figura 5.18- Representação da questão 3 e da resposta do aluno A 27 para o questionário II



Ainda com relação a questão 3 do segundo questionário os alunos A03 e A25 disseram que as dificuldades deles foram muitas, pois não conseguiram resolver quase nada no software.

A partir da questão 4 até a questão 8 (Figura 5.19 a Figura 5.20), as perguntas foram concentradas no que diz respeito ao aprendizado referente ao MU e MUV.

Figura 5.19 - Representação da questão 4 e resposta de um aluno para o questionário II.

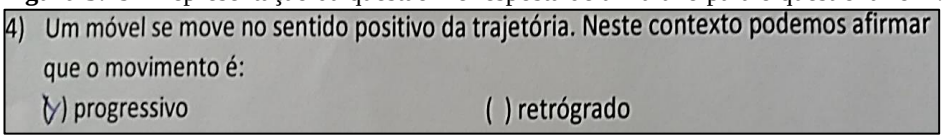
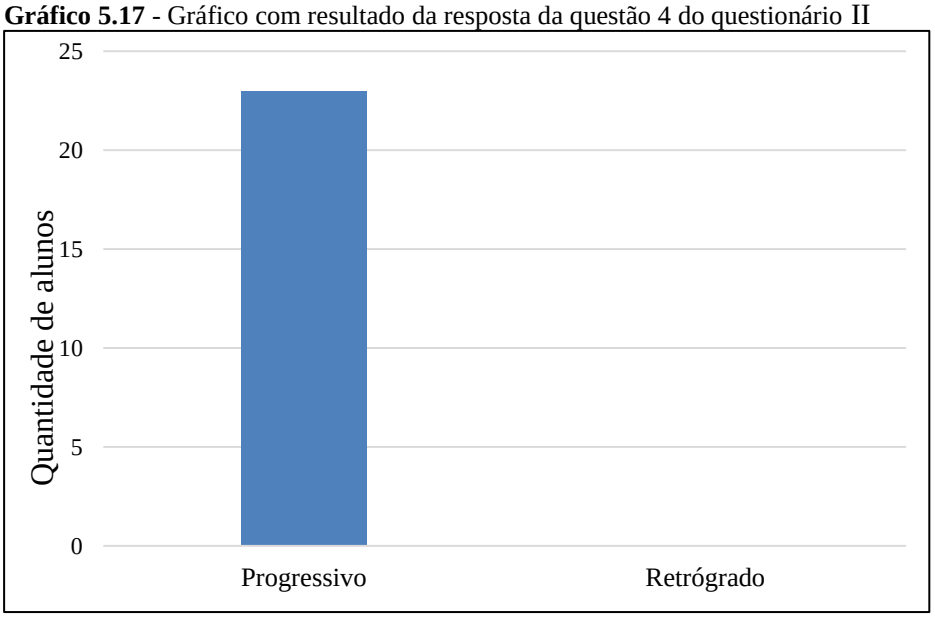


Gráfico 5.17 - Gráfico com resultado da resposta da questão 4 do questionário II



Observa-se que 100 % dos alunos acertaram a questão 4 (Gráfico 5.17), na qual pedia para eles assinalarem a alternativa correta em relação ao movimento de um móvel se movendo no sentido positivo da trajetória, pode-se afirmar que, se o móvel está no sentido positivo da

trajetória ele está aumentando a distância no decorrer do tempo, e consequentemente sua velocidade é positiva, logo o movimento é progressivo.

Figura 5.20- Representação da questão 5 e resposta do aluno A3 para o questionário II.

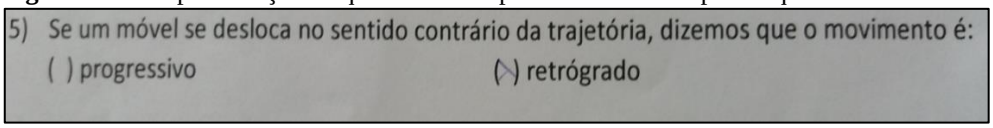
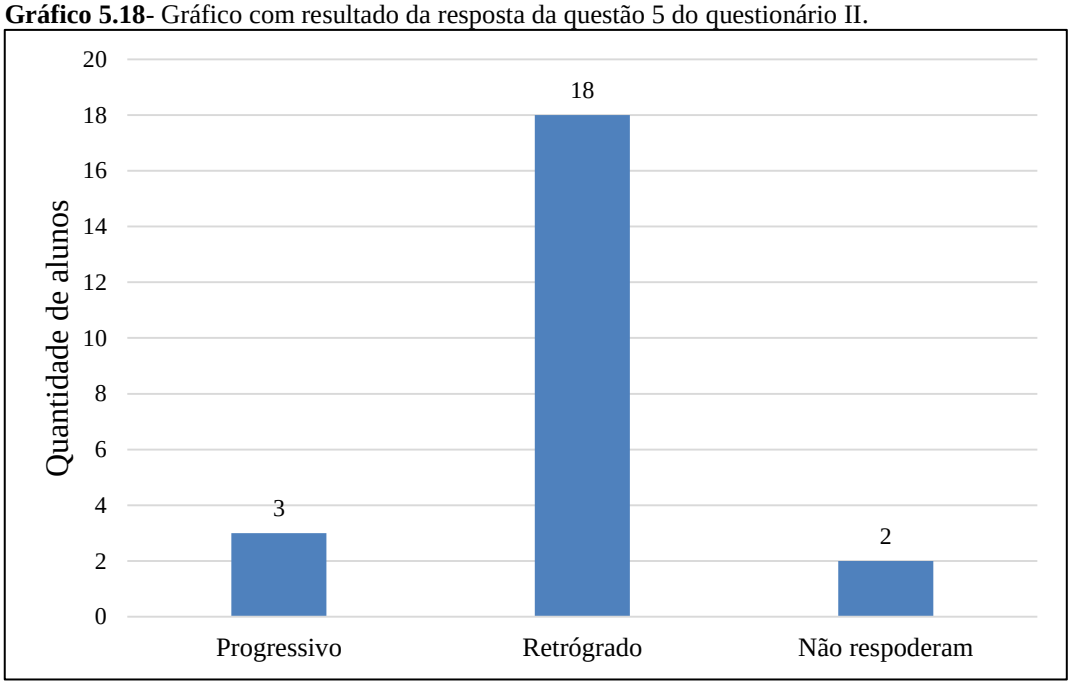


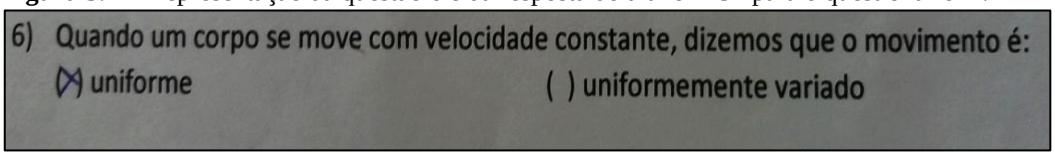
Gráfico 5.18- Gráfico com resultado da resposta da questão 5 do questionário II.



Conforme o Gráfico 5.18, de um total de 20 alunos, 18 responderam corretamente à questão 5 do questionário II (Figura 5.20). Sendo que, o móvel se movendo no sentido contrário da trajetória, a variação da posição diminui no decorrer do tempo, ficando assim, a posição final menor que a inicial, portanto, a velocidade fica negativa, caracterizando um movimento retrógrado. Contudo 3 alunos responderam de forma errada afirmando que o movimento é progressivo, e apenas dois alunos não souberam ou não responderam a esta questão. Comparando os Gráficos 5.17 e 5.18, verifica-se que há uma contradição com dados coletados, pois de acordo com o gráfico 5. 17, todos os alunos marcaram a alternativa correta, porém, ao reformular a questão na qual envolve os mesmos conceitos, mudando apenas o sentido do movimento do móvel, obteve-se algumas respostas erradas, não dá para fazer uma análise precisa, pois pode ter ocorrido de os alunos terem marcado a alternativa sem dá a atenção devida, ou como podem também simplesmente “chutado na alternativa”.

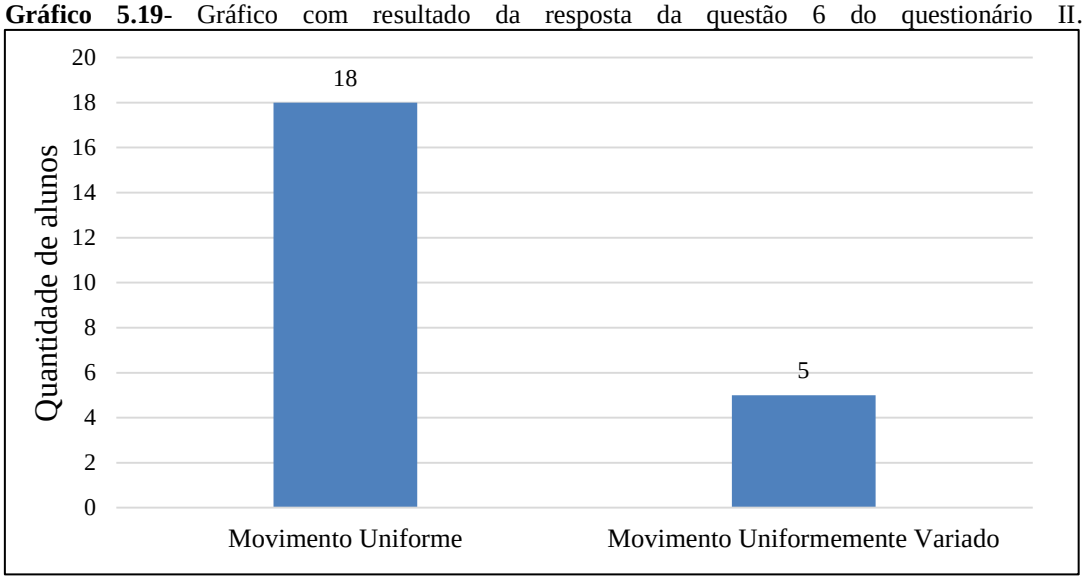
Para a questões 6, 7 e 8 do segundo questionário (Figuras 5.21, 5.22 e 5.23, respectivamente), perguntou-se aos alunos da Turma A, sobre os conceitos que envolvem o MU e o MUV.

Figura 5.21- Representação da questão 6 e da resposta do aluno A 32 para o questionário II.



Para a questão 6 (Figura 5.21), as respostas foram satisfatórias, pois conforme o Gráfico 5.19, a maioria dos alunos responderam corretamente, que o movimento é uniforme se a velocidade se mantém constante.

Gráfico 5.19- Gráfico com resultado da resposta da questão 6 do questionário II.



Do mesmo modo, as questões 7 e 8 se refere aos conceitos básicos de cinemática, conforme mostra as Figuras 5.22 e 5.23, respectivamente.

Figura 5.22- Representação da questão 7 e resposta de um aluno para o questionário II.

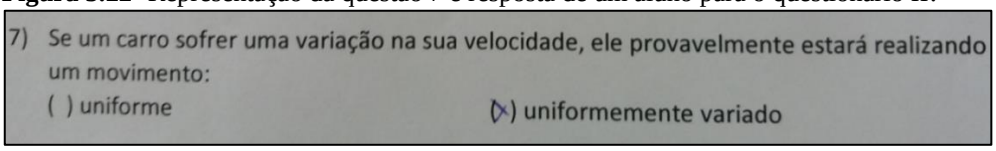
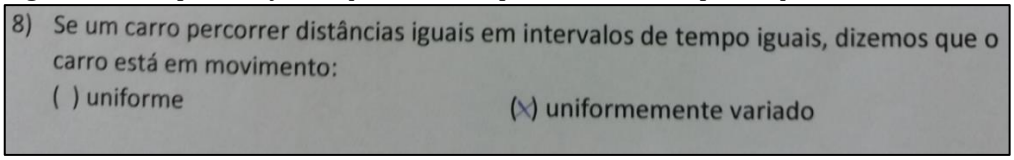
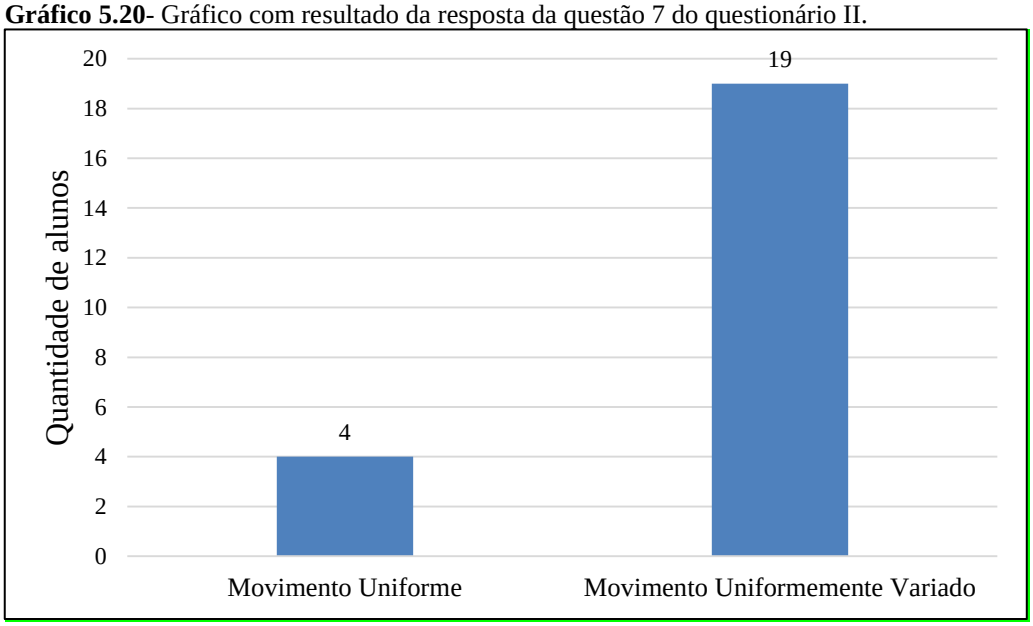


Figura 5.23- Representação da questão 8 e resposta de um aluno para o questionário II.



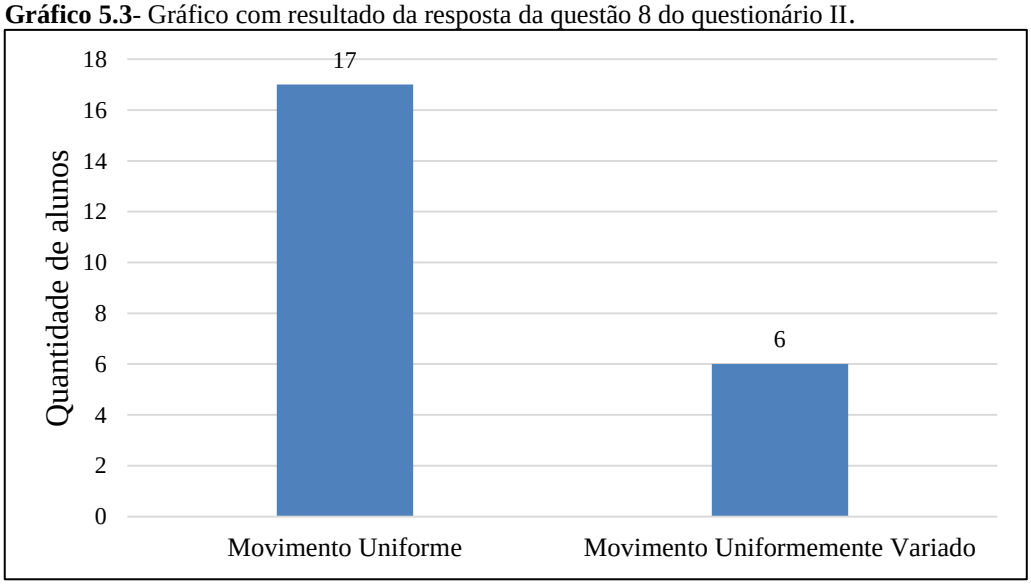
Os resultados para as questões 7 e 8 encontram-se nos Gráficos 5.20 e 5.21, respectivamente.

Gráfico 5.20- Gráfico com resultado da resposta da questão 7 do questionário II.



Nota-se que, que a maioria dos alunos responderam corretamente, ou seja, o movimento será uniformemente variado se a velocidade do móvel sofrer variações no decorrer do tempo (Gráfico 5.20**)**.

Gráfico 5.3- Gráfico com resultado da resposta da questão 8 do questionário II.



Observa-se através do Gráfico 5.21, que a maioria dos alunos responderam que o movimento é uniforme se um carro percorrer distâncias iguais em intervalos de tempos iguais.

As questões 6 (Figura 5.21) e 8 (Figura 5.23) deste questionário se refere aos conceitos de movimento uniforme, logo quando se diz que um corpo, ou um carro, percorre distâncias

iguais em intervalos de tempos iguais eles estão se movendo com velocidade constante, portanto o movimento é uniforme. Entretanto, a questão 7 (figura 5.22) refere-se ao movimento uniformemente variado, pois qualquer variação na velocidade de um corpo implica que este corpo também se move com uma certa aceleração.

Constata-se, conforme apresentado pelos Gráficos desta seção, com a maioria das respostas dadas de forma correta pelos alunos no que se refere aos conceitos de MU e MUV, que um método diferente associado ao ensino tradicional melhora e instiga o aprendizado como pode ser observado durante a aplicação do produto.

Contudo, apesar das dificuldades em manusear o Modellus, a maioria dos alunos disseram que foi muito bom utilizar o software, pois conseguiram visualizar como ocorre os "processos" em Física, referindo assim ao movimento dos corpos. Outros alunos acharam interessante pois saíram do ambiente comum, que é a sala de aula, participando mais durante a aula. Desta forma, ficou evidente que houve um significado para os alunos, podendo afirmar que o relacionamento aluno-professor também foi intensificado proporcionando uma maior liberdade de questionamentos entre eles. Outras evidências que foram comprovadas e vale ser relatadas é a melhora na compreensão dos conceitos físicos e uma maior participação nas aulas depois destes processos e uma aproximação entre os alunos, pois alguns eram desinteressados em trabalhar em grupos.

5.2 - Conclusões

Ao observar as questões que envolviam os conceitos de MU (Figuras 5.19, a 5.21 e Figura 5.23) para a turma A, é possível perceber que a questão 5 do primeiro questionário era semelhante a questão 6 do segundo questionário, desse modo para o primeiro questionário, aproximadamente 56% dos alunos responderam a alternativa correta, e no segundo questionário, em torno de 78% responderam a alternativa correta, afirmando que a velocidade constante é uma característica do movimento uniforme.

Ainda, no que diz respeito a classificação do movimento em progressivo ou retrógrado no MU, temos que, o gráfico (a) da questão 6 no primeiro questionário (Figura 5.6) no qual descreve um movimento progressivo, 56% dos alunos da Turma A responderam acertadamente, porém no segundo questionário, na questão 4 (Figura 5.19), 100 % dos alunos responderam de forma correta. Continuando com a comparação o gráfico (b) da questão 6 (Figura 5.6) do primeiro questionário, no qual descreve um movimento retrógrado, 52% responderam de forma

correta, já no segundo questionário, quando questionados sobre o movimento retrógrado 78 % responderam a alternativa correta.

Contudo, em relação as questões que envolvem conceito de MUV, observa-se que na questão 8 no primeiro questionário (Figura 5.8), apenas 36 % dos alunos da turma A responderam que o que caracteriza o MUV é a aceleração na qual se mantem constante, após a aplicação do produto e bem como a do segundo questionário, aproximadamente 82 % dos alunos responderam a alternativa de forma correta, afirmando que ao variar a velocidade um corpo ou móvel está em MUV, pois a aceleração no movimento é constante.

Desse modo é perceptível que o uso do software no estudo da cinemática, principalmente nos conceitos de MU e MUV, facilitaram a abstração dos conteúdos aqui abordados. Contudo, como se pode observar pelos questionários, a grande dificuldade dos alunos no que se refere a física, é em sua grande parte as limitações relacionadas a compreensão das equações, ou seja, a parte matemática do processo. Fato notório, é que ao usar o software os alunos admitiram que ajudou muito na visualização do fenômeno, outra situação perceptível, onde até mesmo os alunos admitiram foi a dificuldade de descrever as equações matemáticas, relacionar as grandezas físicas com sua respectiva unidade de medida e analisar as tabelas e gráficos. Embora se saiba que não houve um aprendizado profundo, os alunos conseguiram a partir do uso do Modellus reconhecer os conceitos básicos de MU e MUV.

CAPÍTULO 6
CONSIDERAÇÕES FINAIS

No início do trabalho foi abordado a importância do uso das tecnologias voltadas para o ensino de Física, sendo necessário desse modo que as instituições de ensino bem como os profissionais da educação se aperfeiçoem conforme se evolui as gerações. Pois, como apontado no referencial teórico as gerações a partir da Geração Alpha, estarão cada vez mais influenciadas pelo meio virtual, logo a escola e os professores devem melhorar e buscar novas maneiras de ensinar.

Contudo, boa parte da geração atual apesar de saber lidar bem com aparatos tecnológicos, ainda não sabem como utilizá-los para melhorar seu próprio processo de aquisição de conhecimento, pois eles utilizam a tecnologia apenas para ampliar seu convívio social, utilizando boa parte do tempo em redes sociais e jogos online ou off-line.

Como dito inicialmente, este trabalho tinha como intuito o uso do software Modellus para simular episódios do cotidiano, relacionando o uso do software as teorias de aprendizagem de Ausubel e Vygotsky. Desse modo, no âmbito da teoria de Ausubel, os alunos demostraram se tinham ou não um conhecimento prévio sobre os conceitos de MU e MUV, conforme visto no Capítulo 5. Ainda, na teoria de Ausubel (aprendizagem significativa) o indivíduo somente consegue ter um aprendizado se para este realmente tiver um significado. Nesta perspectiva o software foi de grande valia de modo a dar um significado maior para o aluno, além de motivar e estimulá-los para o encaminhamento nas suas formações para a vida e para o exercício da cidadania, consolidar o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos durante a aplicação do presente produto, possibilitando o prosseguimento de estudos sobre o assunto por meio de um ambiente virtual.

Moreira (2013) ao mencionar as teorias de Ausubel, disse que “reduziria a psicologia educacional a um só princípio, de modo que todos os fatores que influem na aprendizagem, o mais importante é o que o aluno já sabe; averiguando-se isso e ensinando-se de acordo”**.** Dessa forma, justifica-se, um dos motivos, de saber no primeiro questionário, se os alunos em algum momento do 9º ano do Ensino Fundamental II, na disciplina de Ciências, teriam visto alguns dos conceitos abordados na disciplina de Física, pois dessa forma, os alunos iriam alencar novos saberes aos antigos, complementando de uma forma mais abrangente e com um maior significado.

Por outro lado, tem-se a teoria de mediação de Vygotsky, nesta pesquisa teve o uso do computador e do software Modellus como objetos de aprendizagem nos quais os alunos interagiram. Outro fator que favoreceu foi a organização dos alunos em grupos para fazer a modelagem, pois de acordo com a teoria de Vygotsky, o indivíduo também aprende através das relações sociais, desse modo ocorre a troca de experiência e os indivíduos acabam aprendendo ou aperfeiçoando seu conhecimento, por meio da ZDP.

Tem-se que concordar que esta pesquisa não pode ser tomada como sentença, pois sabe-se que cada um aprende de forma diferenciada, por mais que o uso do software Modellus tenha sido bem aceito pela maioria dos alunos, teve aqueles que não gostaram de usá-lo, prefeririam o ensino tradicional ou mesmo aulas práticas.

Destaca-se também a participação da Turma B, onde foi utilizado somente o método tradicional de ensino. Como visto nos Capítulo 4, no momento de resolução os exercícios os alunos não conseguiram devido à dificuldade nas operações matemáticas, bem como problemas de interpretação de texto. Vale destacar que nesta turma um número maior de alunos disse ter preferência pelo ensino tradicional.

A diferença nos resultados alcançados pelas turmas já era esperada. Pois a Turma B precisou solucionar os problemas apresentados manualmente; já os alunos da Turma A utilizaram o Modellus, onde apenas observaram o evento por meio do modelo matemático inserindo os dados, sem necessidade de um cálculo prévio. A vantagem nesse caso para a Turma A comparada a Turma B, foi que eles tiveram a oportunidade de uma aprendizagem mais participativa e com maior significado indicando um avanço positivo no processo de ensino e aprendizagem.

Logo, todos os recursos tecnológicos quando são bem utilizados com um bom planejamento, concentrando no que o aluno está aprendendo e no conhecimento que ele traz consigo, somente terá a contribuir para desenvolver as habilidades e competências necessárias para a construção do conhecimento crítico e cientifico.

REFERÊNCIAS

Andrade, Marcelo Esteves de; **Simulação e modelagem computacional com o software Modellus: aplicações práticas para o ensino de física.** São Paulo. Editora Livraria da Física, 2016.

As três revoluções industriais. 2012. Disponível em: <https://www.colegioweb.com.br/revolucao-industrial/as-tres-revolucoes-industriais.html>. Acesso em 01 de dezembro de 2018

Bonjorno, José R.; Bonjorno, Valter, Bonjorno, Beatriz de Fátima A.; Bonjorno, Maria A., Ramos, Clinton M.; Prado, Eduardo de Pinho; Casemiro, Renato. **Física Mecânica**. Volume 1.3º ed. São Paulo: FTD. 2016.

Bonjorno & Clinton. **Física fundamental.** Novo: volume único, 2º. grau. São Paulo: FTD, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ensino Médio. Brasília: SEMTEC/MEC, 2000.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ – Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

Conceito de Tecnologia, 2011. Disponível em: <https://conceito.de/tecnologia,>. Acesso em 01 de dezembro de 2018.

Hallyday, David; Resnick, Robert; Walker, Jearl. **Fundamentos de Física**, volume 1: Mecânica. Tradução de Ronaldo Sérgio de Biasi. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

_____ **Fundamentos de Física**, volume 1: Mecânica. Tradução de Flávio Menezes Aguiar, Jóse Wellington Rocha. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

Leão, Denise, M. M. **Paradigmas contemporâneos de Educação: escola tradicional E escola construtivista.** Cadernos de Pesquisa, nº 107, p. 187-206, jul. 1999.

Mendes, Elys da Silva. **MODELAGEM COMPUTACIONAL E SIMULAÇÕES EM FÍSICA USANDO O SOFTWARE MODELLUS: Uma abordagem alternativa no Ensino de Cinemática.** Lajeado, RS, 2014. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/803/1/2014ElysdaSilvaMendes.pdf>. Acesso em: 12 de dezembro de 2018.

Moreira, M. A. **Teorias da aprendizagem**. Editora Pedagógica e Universitária LTDA. São Paulo. 1999.

Nicolau, Gilberto Ferraro; Soares, Paulo Antônio de Toledo. **Física básica.** Volume único. São Paulo: Atual. 1998.

Nussenzveig, Herch, Moysés. **Curso de Física básica.** 1. Mecânica. 4º ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

Penteado, Fernanda. **Tecnologia na educação: Como as gerações Z e Alpha estão transformando o ensino.** 2018. Disponivel em:< https://blog.sae.digital/conteudo/tecnologia-na-educacao-geracoes/>. Acesso em 03 de dezembro de 2018.

Paula, Heller de. **Os Baby Boomers, a Geração X, Geração Y, Geração Z e Geração Alpha**. 2017. Disponivel em: <http://www.hellerdepaula.com.br/geracoes/>. Acesso em: 03 de dezembro de 2018.

Ramalho Júnior, Francisco; Nicolau, Gilberto Ferraro; Soares, Paulo Antônio de Toledo. **Fundamentos da física 1 Mecânica.** 9º ed. São Paulo: Moderna 2007.

Ramos, M. R. V. **O Uso das Tecnologias na sala de aula**. Revista eletrônica: LENPES-PIBID de ciências Sociais- UEL. Londrina, V. 1, n. 2, p.4-6, dez. 2012.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. **O ensino de ciências (Física) no Brasil: da História às novas orientações educacionais**. Revista Iberoamericana de Educación. nº 58, v. 2, p. 1-24, 2012.

Santos, Cristiane Ferreira Dos; Ariente, Marina; Diniz, Marcos Vinicius Cardoso; Dovigo Aline Aparecida. **O Processo Evolutivo Entre As Gerações X, Y E Baby Boomers.** In: XIV SemeAD – Seminário em Administração. São Paulo. 2011. ISSN 2177 – 3866.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 1991.

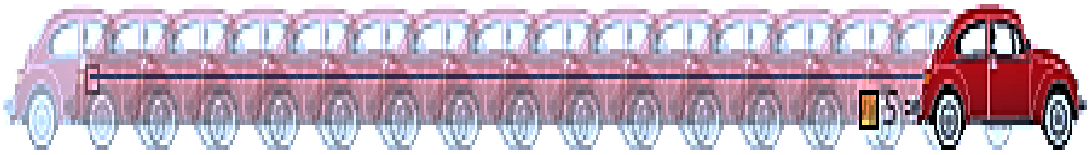
Tiple, Paul, A.; Mosca, Gene. **Física para cientistas e engenheiros**. – Mecânica, oscilações E ondas. Vol. 1. 6º ed. São Paulo: LTC. 2011.

VALENTE, J. A. **Por que o Computador na Educação?** Disponível em: <http://www.ich.pucminas.br/pged/db/wq/wq1_LE/local/txtie9doc.pdf>. Acesso em 15 de fevereiro de 2017.

Yamamoto, Kazuhito; Fuke, Luiz Felipe. Física para o ensino médio: Mecânica. Volume 1. 4º ed. São Paulo: Saraiva. 2017.

APÊNDICE 1 - PRODUTO EDUCACIONAL

Iniciação à Modelagem Computacional: Utilização do Software Modellus no Ensino de Cinemática



MESTRANDA: DELMA PEREIRA DE ANDRADE

ORIENTADORA: OUEILA DA SILVA FERREIRA

APRESENTAÇÃO

Caro (a) professor (a), esta obra é resultado de uma pesquisa realizada como requisito obrigatório do programa de Mestrado Profissional no Ensino de Física – MNPF, promovido pela Sociedade Brasileira de Física – SBF.

Desse modo, a presente obra trata-se de um produto educacional, no qual está descrita na dissertação intitulada: "UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE MODELLUS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE CINEMÁTICA", da Mestranda Delma Pereira de Andrade, sob a orientação da professora Drª Queila da Silva Ferreira, pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR, no Campus de Ji-Paraná.

Este produto educacional apresenta algumas instruções de como utilizar o software Modellus, no ensino de física, precisamente no estudo de movimentos retilíneos, tais como, movimento Retilíneo uniforme e movimento Retilíneo uniformemente variado. O programa pode ser baixado no site www.modellus.com.br (Andrade, 2016). Porém, antes de iniciar as simulações utilizando no referido software, deve-se primeiro conhecer algumas das funções básicas de manuseio do programa. Vamos lá?

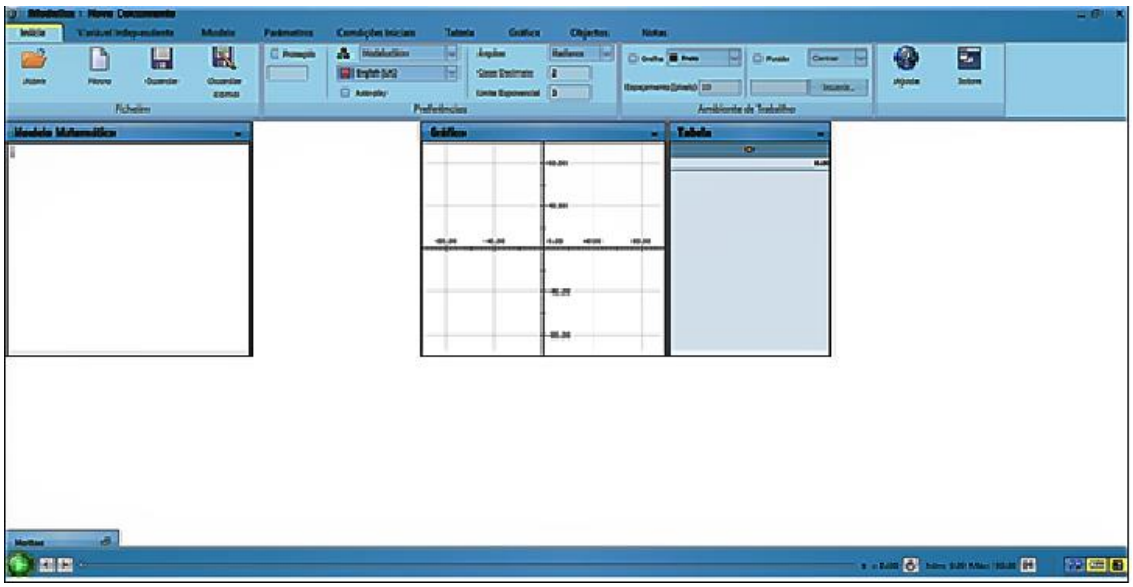
CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE O SOFTWARE MODELLUS

O software Modellus é um software de livre acesso, criado para educadores das áreas especificas, como física, química, matemática e ciências, que desejam uma ferramenta a mais para incrementar suas aulas com o uso de tecnologia, mas para que o computador execute o software é necessário que tenha a versão do programa Java instalado (www.java.com/ptBR/download/). Na página do Modellus, também é possível encontrar outras informações sobre o programa, além de alguns exemplos de modelos prontos para aplicações.

Para construir um modelo básico com o Modellus, basta seguir as seguintes instruções:

1º) Ao abrir o software Modellus, aparecerá a imagem da Figura 1.

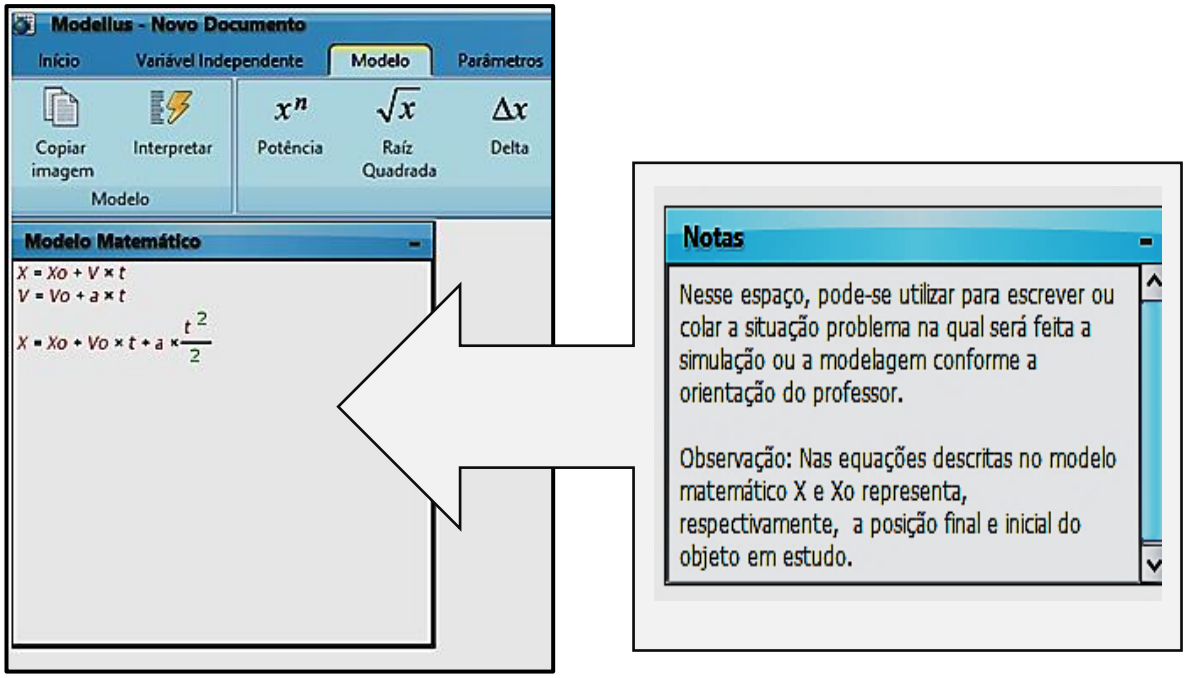
Figura 1: Representação do software Modellus



2º) Clique no ícone “Modelo Matemático” (Figura 2) e escreva a equação que irá descrever o modelo em estudo.

Dica: Caso não consiga acessar a página do Modellus, basta fazer uma busca na internet que encontrará alguns trabalhos com o software pronto para ser instalado no PC.

Figura 2: Representação do ícone modelo matemático no software Modellus



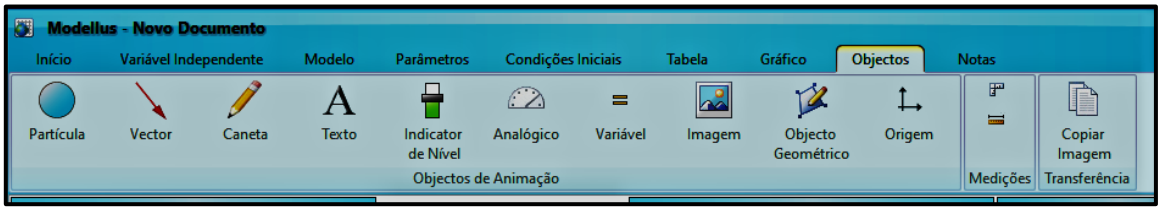
3º) Clique no botão “Interpretar” para verificar se a equação está completa, ou se será aceita pelo programa.

4º) Na janela “Parâmetros” (Figura 3), atribui-se os valores para as variáveis da equação. Note que a variável tempo (t) não aparece em parâmetros, pois o programa já o reconhece como uma variável independente neste caso, porém esta pode ser alterada para a variável na qual desejar.

Figura 3: Representação do ícone parâmetros no software Modellus

5º) Clique na janela “Objeto” para escolher a figura que representará o objeto em estudo. Ao clicar nesta janela aparecerá janela conforme Figura 4.

Figura 4: Representação do ícone “Objetos” no software Modellus.



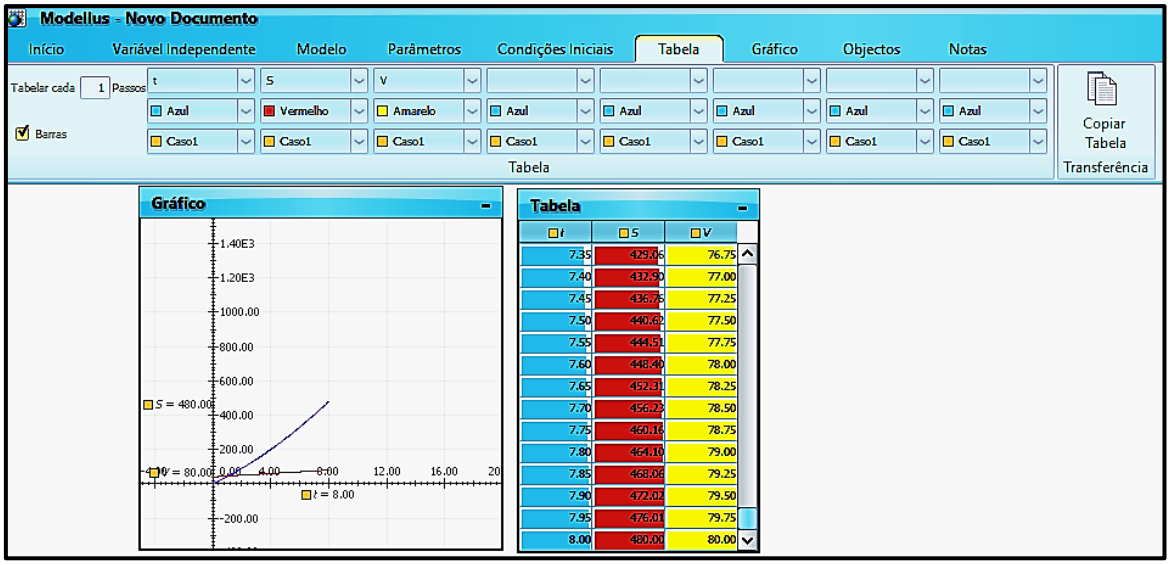
A seguir clique em “Partícula” (Figura 5) e depois na tela onde queira que o movimento seja executado, você irá notar uma nova janela “Animação”, nessa janela liga-se o objeto, aquele que representará seu movimento, podendo ser a figura de um carro, partícula, etc., à variável disponível, podendo escolher o movimento vertical ou horizontal.

Figura 5: Representação do ícone “Animação” no software Modellus.

Porém, como estamos interessados apenas em movimentos retilíneos na horizontal, marcar-se a apenas as variáveis nesta coordenada.

6º) Ao clicar nos ícones de gráfico e tabela o usuário poderá ligar as variáveis com uma cor que será representada no gráfico e na tabela, conforme a Figura 6.

Figura 6: Representação do ícone “Tabela e Gráfico” no software Modellus.



SIMULAÇÕES DE MOVIMENTOS RETILINEOS COM O SOFTWARE MODELLUS

A partir de agora será feito algumas simulações com o software Modellus. A ideia é que a partir das simulações os alunos consigam manipular sozinhos os modelos a partir da situação problema proposta pelo professor. A seguir, serão apresentadas três situações, nas quais se refere apenas a movimento retilíneo e uniforme, e movimento uniformemente variado.

Simulação: Movimento retilíneo e uniforme (MRU)

Para melhor simulação relembremos alguns conceitos de MRU.

O que caracteriza o movimento retilíneo e uniforme, é a sua velocidade na qual se mantem constante, e diferente de zero, em trajetória retilínea.

Partindo da fórmula da velocidade **(**Bonjorno, 2016), e fazendo o tempo inicial $t_0 = 0$, temos a Equação I:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad V = \frac{S - S_0}{t - t_0} \qquad \text{(Equação I)}$$

Logo, obtemos a função horaria da posição para o Movimento uniforme **(**Bonjorno, 2016):

$$S = S_0 + v.t \qquad \textbf{(}\text{Equação II)}$$

Note que a Equação II é uma função do primeiro grau, portando o gráfico que representa essa função (S x t) será uma reta, podendo ser crescente, caso o movimento seja progressivo, ou decrescente, caso o movimento seja retrógrado.

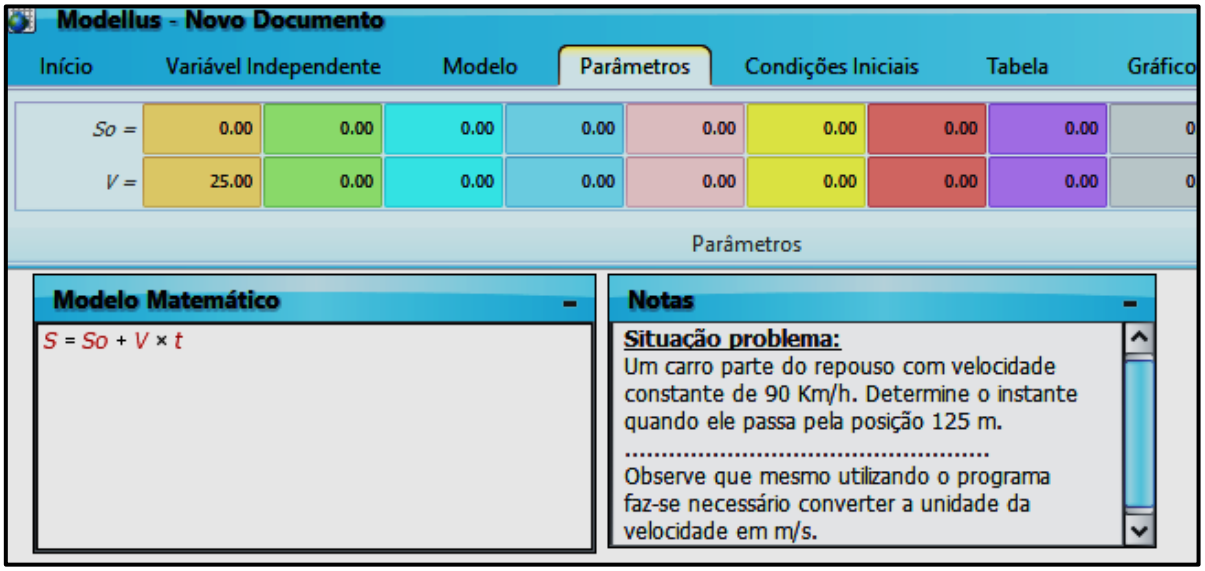
$$Se\ S > S_{0,}\ \Delta S > 0\ \therefore V > 0 = movimento\ progressivo$$
$$Se\ S < S_{0,}\ \Delta S < 0\ \therefore V < 0 = movimento\ retrógrado$$

Caro Professor como o software Modellus trabalha com funções matemáticas, bem como gráficos e tabelas, seria bom aproveitar o momento e fazer uma breve revisão das funções de 1º e 2º grau relacionando aos gráficos. Por exemplo, ao escrever a função horária da posição, lembrar aos alunos que o gráfico dessa função sempre será uma reta, e aproveitar o momento para que o aluno aprenda a classificar o movimento em progressivo ou retrógrado.

1º SIMULAÇÃO

Neste momento, o professor pode organizar a turma para desenvolver a atividade. É interessante deixar o problema já salvo no computador de modo que o aluno o cole no ícone de notas no software Modellus. Porém, o aluno também poderá digitar o problema no ícone de modo a facilitar a simulação ou a modelagem (Figura 7).

Figura 7: Representação do Software Modellus com a 1º situação problema.

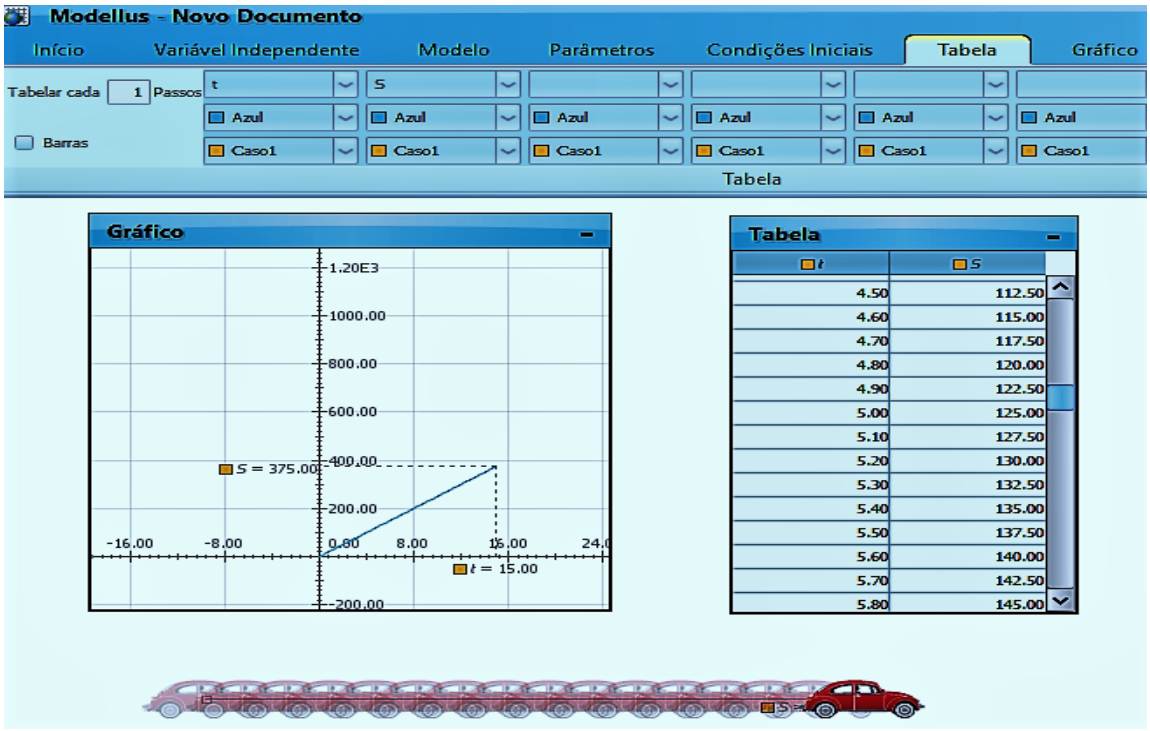


Logo após escrever a equação que rege o movimento e preencher os valores dos parâmetros, neste caso coloca-se a posição inicial de valor igual zero, pois parte da origem, e a velocidade constante do móvel de 25 m/s, agora, escolheremos um objeto para representar o movimento, lembrando que nossas coordenadas será S na horizontal e zero para a vertical, ajuste os passos em variável independente, neste caso usou-se passos de 0.1 e Max. De 15, em

seguida é só apertar o play e observar o movimento. Procure o instante na tabela quando o móvel passa pela posição 125m (Figura 8).

Professor seria interessante antes, ou mesmo durante a utilização do Modellus, abordar conceitos de deslocamento, intervalo de tempo e velocidade com os alunos. Por exemplo, meça a distância que um aluno caminha dentro da sala de aula e o tempo que ele leva para ir de um ponto a outro dando um significado maior ao modelo matemático e aos conceitos físicos.

Figura 8: Representação gráfica da 1º simulação no Software Modellus.



DICAS

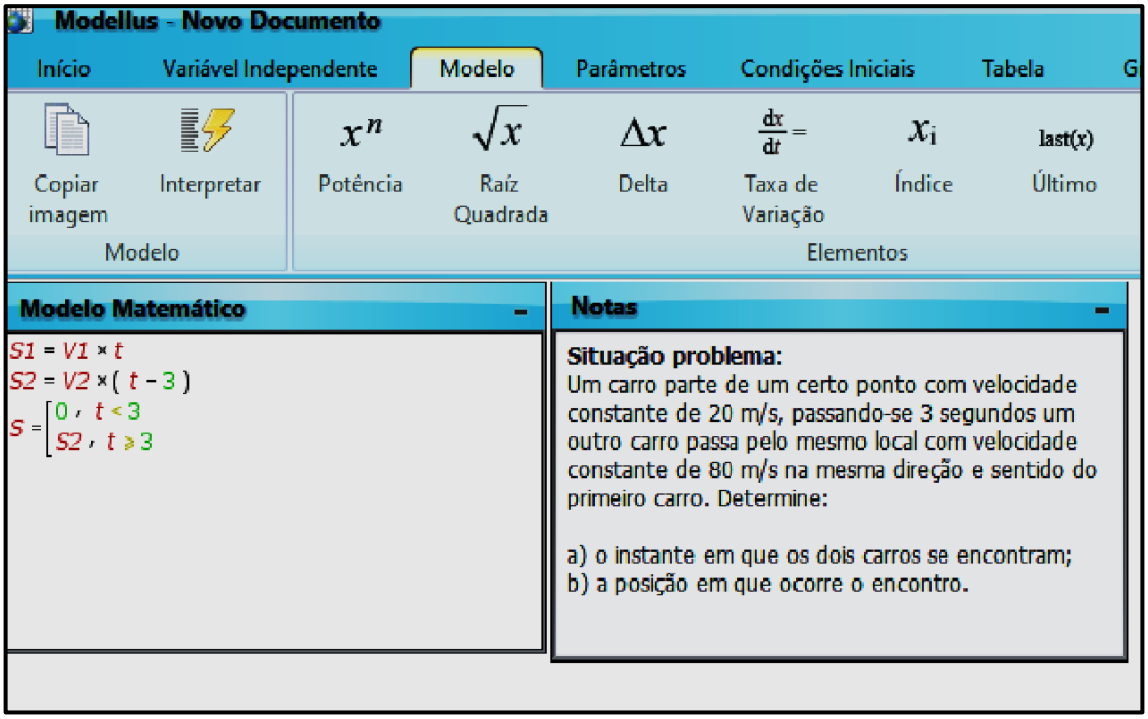
É possível fazer o download de figuras na internet e substituir pelos objetos do programa, bem como também é possível inserir um fundo de tela no programa para melhorar o aspecto visual. Outra opção, para determinadas situações é trabalhar com a equação pronta dentro do modelo matemático, sem necessidade de escrevê-las em parâmetros.

2º SIMULAÇÃO

Primeiramente escreva a situação problema para começar a simulação, note na Figura 9 que a equação que rege este movimento está descrita em forma de condições.

Para descrever o modelo matemático para essa situação problema, faça para o primeiro carro a função S1 para o segundo carro descrevemos a função S2, a condição S explicita que a posição será S2 quando t for maior ou igual a 3 segundos.

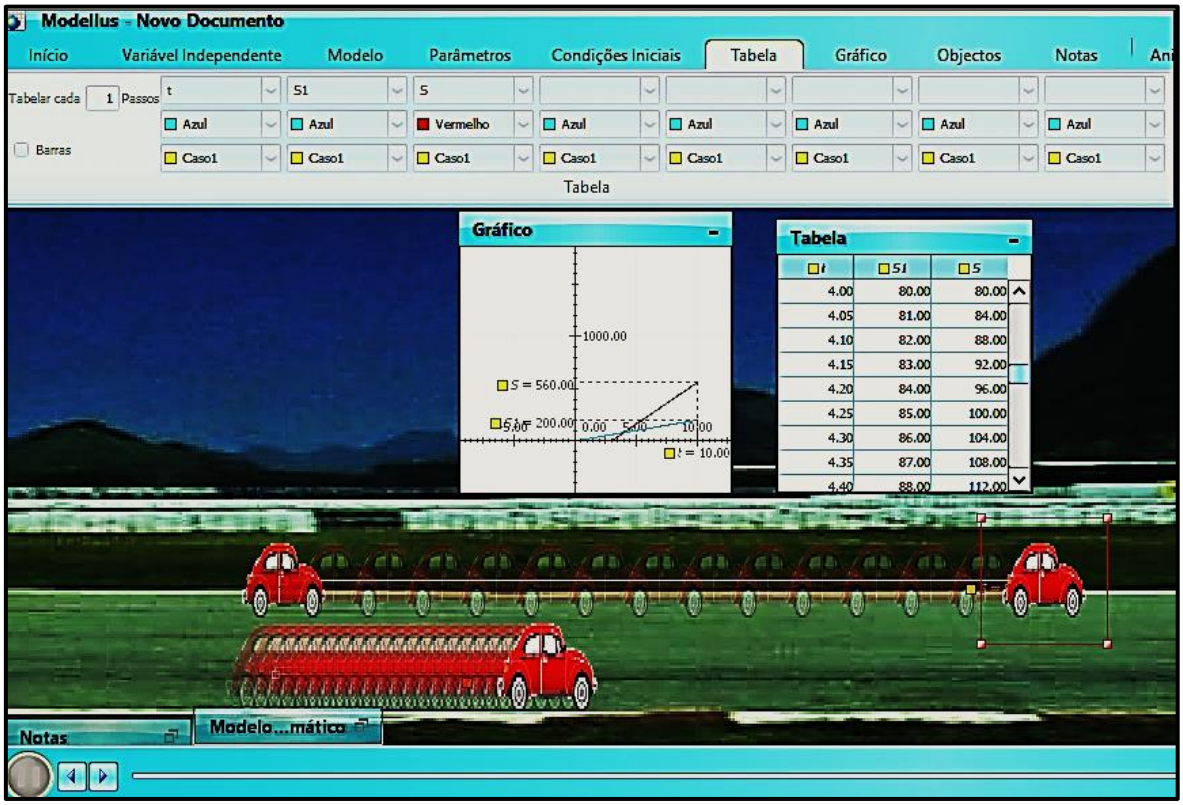
Figura 9: Representação do Software Modellus com a 2º situação problema.

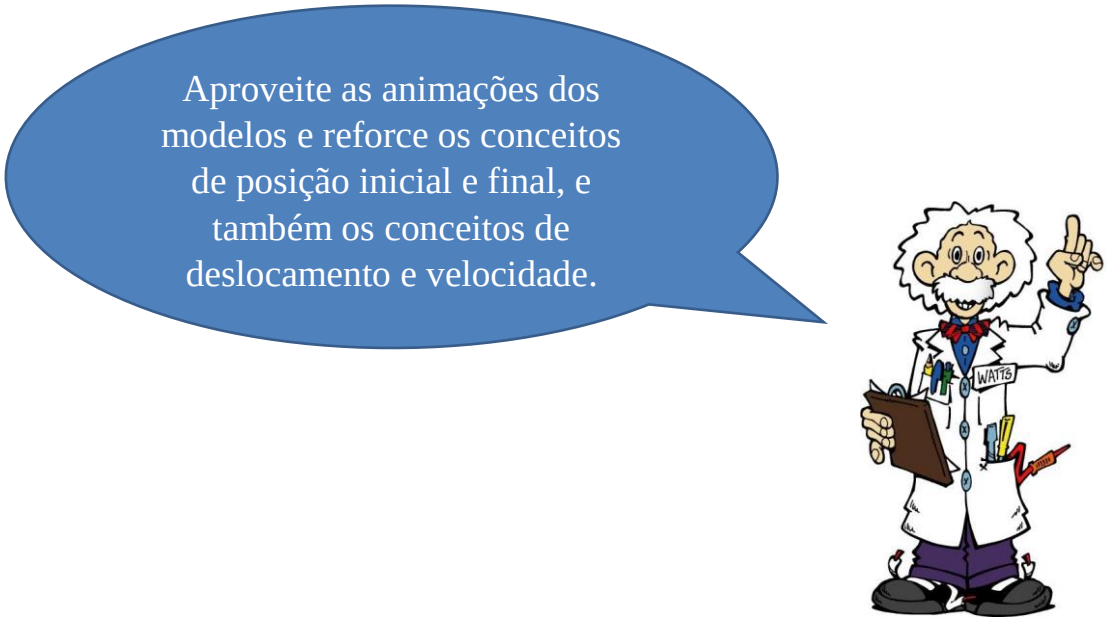


Próximo passo é adicionar os parâmetros, fazendo V1 igual a 20 m/s e V2 igual a 80 m/s. Como ambos os carros partem de um mesmo ponto, considera-se está a origem, logo a posição inicial em ambos os casos será igual a zero. Em seguida escolha o objeto para simular o

movimento e liga-se o objeto com sua respectiva coordenada (Figuras 4 e 5), sendo para o primeiro carro a coordenada horizontal S1, e para o segundo carro a coordenada será S, e ambos os casos a coordenada vertical será zero, pois não há movimento nessa direção. Ainda, para analisar a simulação da situação problema, deve-se ligar as variáveis S1 e S à tabela e ao gráfico (Figura 10). Nesta simulação usamos a variável independente, com 0,05 passos e o Máx. 10 segundos. Observe o instante e a posição em que ocorre o encontro.

Figura 10: Representação gráfica da 2º simulação no Software Modellus





Simulação: Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

Para facilitar a compreensão dos eventos simulados relembramos alguns conceitos de MRUV.

O que caracteriza o movimento retilíneo uniformemente variado, é a sua aceleração na qual se mantem constante, e diferente de zero, ou seja, a velocidade sofre variação iguais em intervalo de tempo iguais.

Partindo da fórmula da aceleração **(**Bonjorno, 2016), e fazendo o tempo inicial $t_0 = 0$, temos a Equação III:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad V = \frac{V - V_0}{t - t_0} \qquad \text{(Equação III)}$$

Logo, obtemos a função horaria da velocidade para o MRUV ou MUV **(**Bonjorno, 2016) (Equação IV):

$$V = V_0 + a.t \qquad \text{(Equação IV)}$$

Já a equação que representa a posição em função do tempo no MRUV **(**Bonjorno, 2016) é expressa pela Equação V:

$$S = S_0 + V_0.t + \frac{1}{2}a.t^2 \qquad \text{(Equação V)}$$

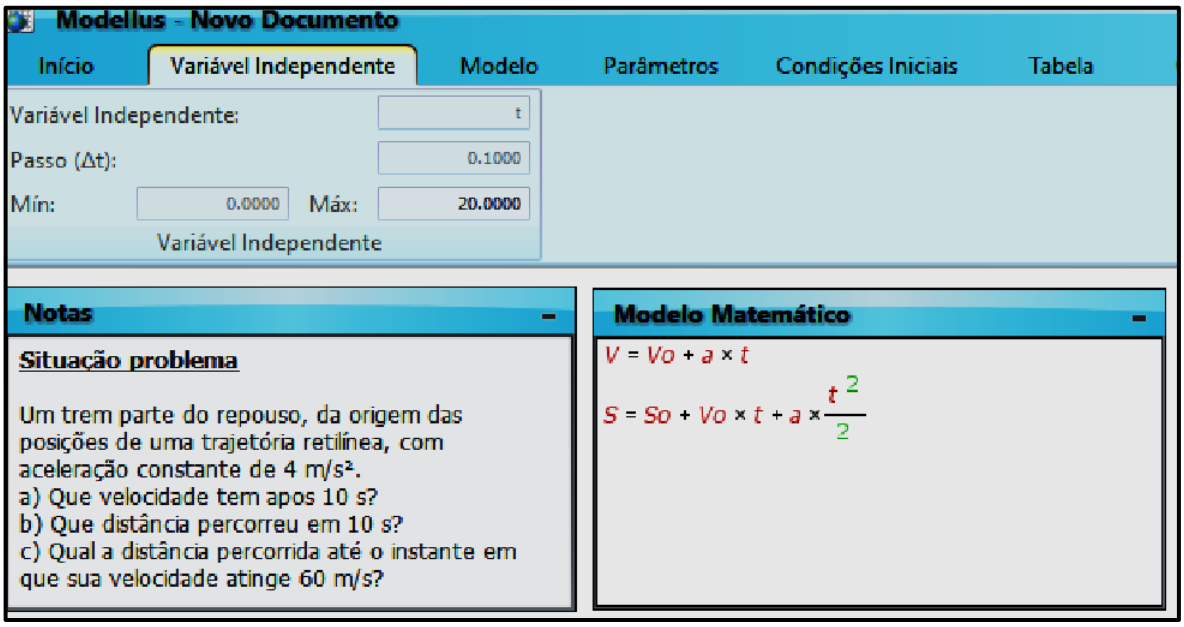
$$Se\ V.a > 0, o\ movimento\ \text{é}\ acelerado$$
$$Se\ V.a < 0, o\ movimento\ \text{é}\ reterdado$$

Simulação

Para iniciar a simulação, faz-se igual as simulações anteriores. Primeiro escreve-se a situação problema, em seguida descreve-se a equação que rege o movimento. Note que o valor da

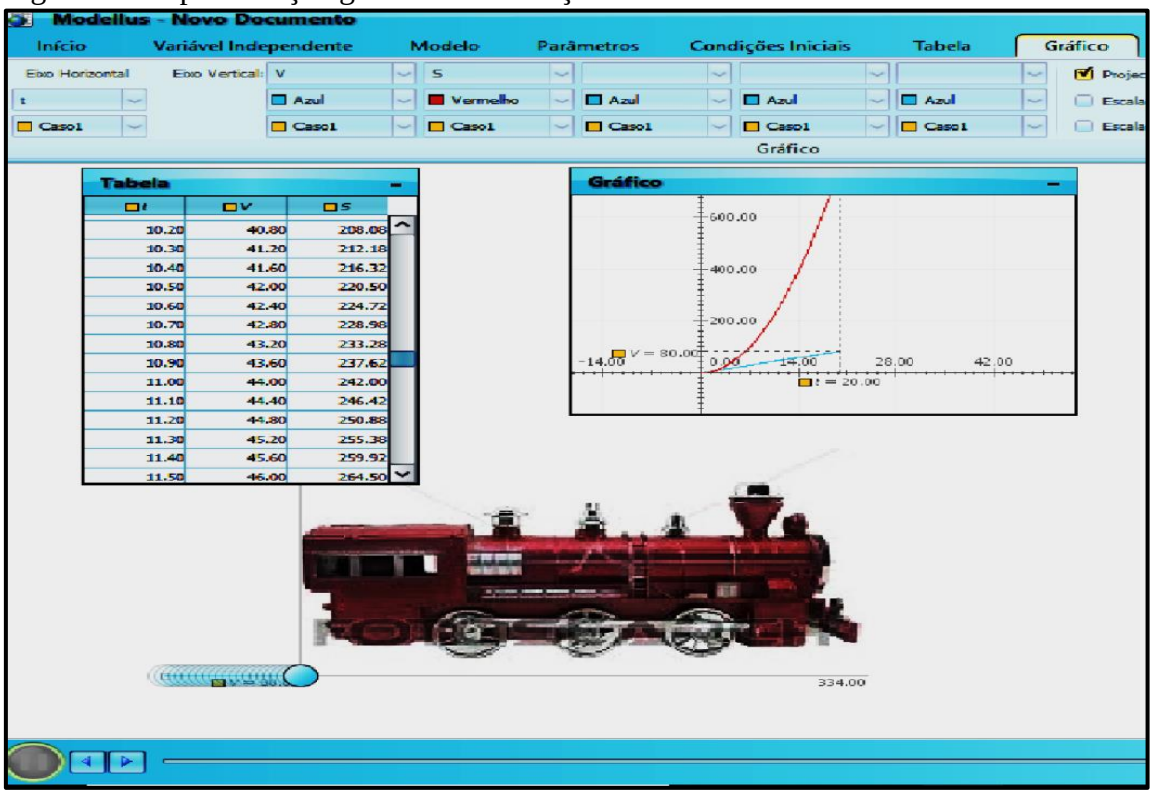
variável independente está em 0.1 (passos) e o tempo máximo para este movimento é de 20 segundos (Figura 11).

Figura 11: Representação do software Modellus com a situação problema de MUV.



A seguir, clique em “Parâmetros” e adicione a aceleração de 4 m/s², o valor da velocidade inicial e da posição inicial é zero, pois parte do repouso da origem das posições. Adicione um objeto para representar o “trem”, uma sugestão é baixar uma imagem da internet e liga-la a partícula na qual foi selecionada para representar o movimento. Preencha as coordenadas do objeto, aqui pode-se selecionar tanto V como S, pois o movimento pode ser representado simultaneamente no gráfico e na tabela (Figura 12), para isso basta que selecione nos ícones gráfico e tabela as variáveis em questão.

Figura 12: Representação gráfica da simulação de MUV no software Modellus.



Para responder as questões da situação problema basta verificar os valores na tabela ou no gráfico da simulação.

SUGESTÃO DE ATIVIDADE

Uma proposta ao professor é trabalhar com grupos de alunos, proponha aos alunos uma situação problema envolvendo questões de Movimento Retilíneo e peça para que eles desenvolvam seu próprio modelo com base na situação problema fornecida.

Incentive-os a colocar ilustrações no fundo da tela para melhorar o aspecto visual, e deixe com que eles manipulem os objetos de animação de forma a tornar a utilização do software, e também, a aula mais divertida.

REFERÊNCIAS

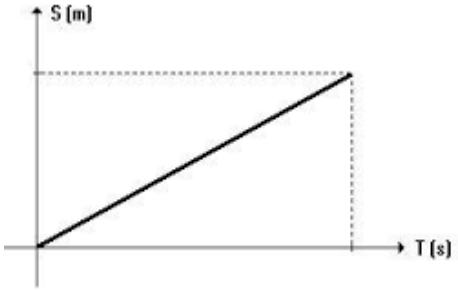
Andrade, Marcelo Esteves de; **Simulação e modelagem computacional com o software Modellus: aplicações práticas para o ensino de física.** São Paulo. Editora Livraria da Física, 2016.

Bonjorno, José R.; Bonjorno, Valter, Bonjorno, Beatriz de Fátima A.; Bonjorno, Maria A., Ramos, Clinton M.; Prado, Eduardo de Pinho; Casemiro, Renato. **Física Mecânica**. Volume 1.3º ed. São Paulo: FTD. 2016.

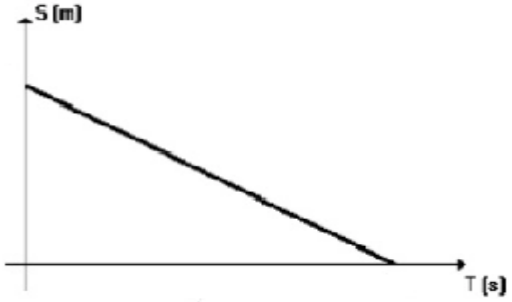
APÊNDICE 2 - Questionário I

1) No 9º ano do ensino fundamental, você estudou em algum momento conceitos de Física?
   ( ) Não
   ( ) SIM. Quais conceitos abordados?
   .....
   .....

2) As aulas de "física" no ensino fundamental, foram ministradas de que forma?
   ( ) tradicional
   ( ) Outros métodos, como o uso de experimento ou de computadores?
   .....
   .....
3) Como você gostaria que as aulas de física fossem abordadas?
   ( ) com o uso de computadores para simular eventos
   ( ) aulas experimentais
   ( ) forma tradicional de ensino, onde se enquadra conteúdo em lousa e resolução de exercícios.
   ( ) Outros.
   Especifique.....
   .....
4) Com relação ao Estudo de Cinemática, você compreende os conceitos de movimento uniforme?
   ( ) sim ( ) não ( ) razoavelmente
5) O que caracteriza um movimento uniforme?
   ( ) a distância percorrida que se mantém constante.
   ( ) a velocidade na qual se mantém constante.
   ( ) a aceleração na qual se mantém constante.
6) Os gráficos a seguir representam o movimento de um dado corpo em certo instante. Classifique, de acordo com o gráfico, o movimento em progressivo ou retrogrado.



( ) Movimento progressivo



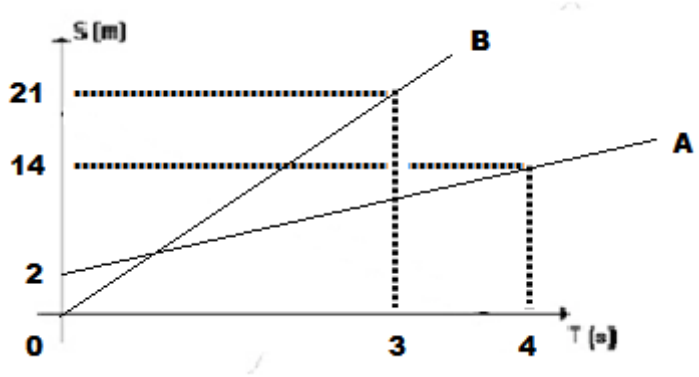
( ) Movimento progressivo

( ) Movimento retrógrado ( ) Movimento retrógrado

7) Com relação ao Estudo de Cinemática, você compreende os conceitos de movimento uniformemente variado?
( ) sim ( ) não ( ) razoavelmente

8) O que caracteriza um movimento uniformemente variado?
( ) a distância percorrida que se mantém constante.
( ) a velocidade na qual se mantém constante.
( ) a aceleração na qual se mantém constante.

9) (BONJORNO) No gráfico temos as posições assinaladas durante o movimento simultâneo de dois carros, A e B, sobre uma mesma trajetória retilínea. Determine o instante e a posição do encontro desses carros.



10) Calcule a posição de uma partícula no instante de 5 segundos, sabendo que ela parte do repouso com uma velocidade constante de 30 m/s.

11) Na sua opinião o que mais dificulta a aprendizagem no ensino de física?
.....
.....
.....

12) Na sua opinião, qual é a relevância do ensino de física no seu currículo?
.....
.....
.....

APÊNDICE 3 - Questionário II

1) Na sua opinião, o uso do computador como um objeto de ensino facilita o processo de aprendizagem no ensino de física?
   ( ) sim
   ( ) não
   ( ) parcialmente.
   Justifique.....

2) Você gostou de utilizar o software Modellus, para simular ou modelar um fenômeno físico?
   ( ) sim ( ) não
   ( ) parcialmente.
   Justifique.....

3) Qual foi sua maior dificuldade em utilizar o software Modellus?
   .....
   .....
   .....
4) Um móvel se move no sentido positivo da trajetória. Neste contexto podemos afirmar que o movimento é:
   ( ) progressivo ( ) retrógrado
5) Se um móvel se desloca no sentido contrário da trajetória, dizemos que o movimento é:
   ( ) progressivo ( ) retrógrado

6) Quando um corpo se move com velocidade constante, dizemos que o movimento é:
   ( ) uniforme ( ) uniformemente variado

7) Se um carro sofrer uma variação na sua velocidade, ele provavelmente estará realizando um movimento:
   ( ) uniforme ( ) uniformemente variado

8) Se um carro percorrer distâncias iguais em intervalos de tempo iguais, dizemos que o carro está em movimento:
   ( ) uniforme ( ) uniformemente variado

ANEXO

PROBLEMAS PROPOSTOS

1) A função horaria de espaço do movimento de uma bola de bilhar, que se desloca em linha reta é dada pela expressão $S = 2 + 3\ t - 0{,}3\ t^2$ (com unidades do SI).
   a) Qual é a função horaria da velocidade?
   b) Em que instante a bola muda de sentido?
2) Um veículo está a 45 m de um semáforo quando este muda para o amarelo. Se o motorista conseguir acionar o freio imediatamente, aplicando uma aceleração constante de 10 m/s², calcule com que velocidade máxima o veículo deverá estar andando, a fim de que ele pare no semáforo.
3) Na rodovia BR 101, um veículo parte do Km 170 e desloca-se em movimento uniforme e progressivo, mantendo uma velocidade constante de 60 Km/h. Em que Km da rodovia ele estará passando após locomover-se por 1h 30 min?
4) Dois carros movem-se com velocidades constantes em uma pista longa e retilínea, indo no mesmo sentido. O automóvel que está atrás desenvolve uma velocidade constante de 15 m/s e o outro, de 11 m/s. Em determinado instante, a distância que os separa é igual a 860 m. A partir desse momento, que distância o carro de trás precisará perfazer para alcançar o outro?
5) Dois corredores A e B partem de um mesmo ponto e percorrem a mesma pista retilínea, no mesmo sentido, com velocidades constantes de 4,5 m/s e 5,7 m/s, respectivamente. Determine o que instante e a posição de encontro, sabendo que o corredor B parte 2 segundos após A;
6) Dois moveis partem simultaneamente de dois pontos A e B e deslocam-se em movimento uniforme sobre a mesma reta, de A para B, com velocidades escalares de 20 m/s e 15 m/s, respectivamente. Qual o instante de encontro, sabendo que ambos se encontram a 250m de distância antes de iniciarem o movimento.
7) Um móvel realiza um movimento retilíneo e uniformemente variado. No instante t = 0, o móvel passa pela posição S = 10 m com velocidade escalar de 2 m/s e aceleração escalar de 4 m/s². Qual é sua posição e sua velocidade escalar no instante t = 10 s?
8) A função horaria de um corpo que se movimenta por uma trajetória retilínea é $S = -20 + 5t$ (SI). Considere esse movimento e calcule:
   a) A posição do corpo aos 4 s.
   b) Seu deslocamento no intervalo entre 0 s e 4 s.
   c) A distância percorrida nos primeiros 6 segundos.
9) Uma partícula A se move partido da origem, da esquerda para a direita com velocidade de 6 m/s. Uma partícula B se move em sentido contrário de A, partindo da posição 300m, com velocidade de 9 m/s. Determine o instante e a posição em que ocorre o encontro.
10) Um móvel parte com velocidade de 10 m/s e aceleração constante de 6 m/s² da posição 20 m de uma trajetória retilínea.
    a) Qual sua posição no instante de 12 s?

b) Qual o valor da sua velocidade em 10 após o inicio do movimento?