



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

FRANCISCO JOSÉ BARROSO FEITOSA

**O USO DO *SOFTWARE MODELLUS* NO ENSINO DE CINEMÁTICA NA 1ª SÉRIE
DO ENSINO MÉDIO COM A ABORDAGEM DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

**FORTALEZA
2018**

FRANCISCO JOSÉ BARROSO FEITOSA

**O USO DO SOFTWARE *MODELLUS* NO ENSINO DE CINEMÁTICA NA 1ª SÉRIE
DO ENSINO MÉDIO COM A ABORDAGEM DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.
Área de concentração: Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Tarso Cavalcante Freire

FORTALEZA
2018

FRANCISCO JOSÉ BARROSO FEITOSA

**O USO DO SOFTWARE *MODELLUS* NO ENSINO DE CINEMÁTICA NA 1ª SÉRIE
DO ENSINO MÉDIO COM A ABORDAGEM DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Física

Aprovado em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo de Tarso Cavalcante Freire
(Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Gilberto Dantas Saraiva
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F336u Feitosa, Francisco José Barroso.

O uso do Software Modellus no Ensino de Cinemática na 1ª Série do Ensino Médio com a abordagem da Aprendizagem Significativa / Francisco José Barroso Feitosa. – 2019.
189 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Paulo de Tarso Cavalcante Freire.

1. Ensino de Física.. 2. Cinemática.. 3. Software Modellus.. 4. Aprendizagem Significativa.. I. Título.

CDD 372

“O Senhor Deus, faz forte ao cansado e multiplica as forças dos que não tem nenhum vigor. De maneira que, os que esperam nele renovam as suas forças, sobem com asas como águias, correm e não se cansam, caminham e não se fatigam. ” Isaías 40:31

Dedico este trabalho à minha esposa, Marlene, e aos meus dois filhos, Francisco Allison e Maria Eduarda.

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar, doador da minha inteligência e criador de todas as coisas. A Ele a glória, o louvor e o domínio sobre tudo e sobre todos.

Aos meus pais, José Alves Feitosa (in memoriam) e Antônia Barroso de Sousa, por terem sido o sustentáculo da minha existência.

A minha esposa, Maria Marlene Targino, pelo incentivo e por sempre me dar forças para que eu nunca desista de lutar pelos meus ideais.

Aos meus filhos, Francisco Allison e Maria Eduarda, razão da minha vida, a quem eu desejo um mundo de paz.

Ao amigo e orientador professor Dr. Paulo de Tarso Cavalcante Freire, por sua paciência e excelente orientação, e constante incentivo ao longo desses anos.

Aos colegas do Mestrado Profissionalizante ENCIMA, em particular Rhonielle de Magalhães e Ronaldo Nogueira, pelos momentos de estudo e companheirismo.

Ao Núcleo Gestor da EEM Danisio Dalton da Rocha Corrêa, em especial aos coordenadores Jhonnata de Sousa, Rosalva Nogueira e Carlos Alberto sempre pela compreensão e apoio.

RESUMO

Durante o tempo, conceitos científicos e tecnológicos que norteiam a disciplina de Física têm se tornado cada vez mais distantes da realidade dos alunos, principalmente no Ensino Médio, causando um desinteresse pelo estudo da disciplina e, conseqüentemente, uma aprendizagem, no mínimo, deficitária. A presente pesquisa tem como tema o uso do *software Modellus* no ensino de cinemática na primeira série do Ensino Médio com a abordagem da Aprendizagem Significativa. O objetivo principal dessa pesquisa é descrever o desempenho dos alunos referente ao conteúdo de cinemática, em particular o MRU e o MRUV, a partir do uso do *software Modellus*, com a abordagem da aprendizagem significativa de David Ausubel. Como objetivo específico, a pesquisa investiga como a modelagem computacional associada à simulação de atividades interativas pode influenciar no ensino e na aprendizagem, despertando, assim, o interesse dos alunos. A pesquisa realizada numa escola pública estadual da cidade de Barreira – CE contou com a participação direta de 22 alunos das primeiras séries do Ensino Médio. Esse estudo é caracterizado como uma pesquisa de abordagem qualitativo-quantitativa educacional, onde foram adotados os métodos dedutivo e indutivo divididos em duas fases. A primeira fase, bibliográfica, fundamentou-se em alguns pressupostos teóricos incluindo David Ausubel (Aprendizagem Significativa) e Armando Valente (O uso pedagógico do computador); na segunda fase realizou-se a pesquisa de campo, realizada na própria escola. Quanto ao desenvolvimento, realizamos o estudo em duas etapas. Inicialmente ocorreram aulas expositivas e resolução de atividades propostas, num total de 10 horas/aula, divididas em cinco encontros, e num segundo momento, com sessões didáticas e simulação de atividades interativas, com o uso do *software Modellus*, também num total de 10 horas/aula divididas em cinco encontros, desenvolvidas no Laboratório Educacional de Informática. Tanto na primeira quanto na segunda etapa foram aplicadas avaliações diagnósticas que constaram de dois questionários socioeconômicos e um questionário fechado, a nível de pré-teste, no início e a nível de pós-teste ao final. Concluídas as etapas, os dados foram tabulados, analisados e representados para a consolidação da pesquisa, e posterior elaboração do produto final. Pudemos constatar ainda através deste estudo que o uso do *software Modellus*, com atividades interativas pode contribuir para despertar o interesse e melhorar o desempenho dos alunos na aprendizagem da disciplina de Física, especificamente em cinemática, e que os mesmos podem vir a melhorar sua prática escolar de forma a desenvolver uma aprendizagem significativa ao aproximar os conhecimentos adquiridos da sua realidade.

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

ABSTRACT

During a long time, scientific and technological concepts that guide the discipline of Physics have become increasingly distant from the reality of the students, especially in High School, causing a disinterest for the study of the discipline and, consequently, a learning, at least, deficient. This research has a theme about the use of Modellus software in the teaching of kinematics in the first grade of high school with the approach of Significant Learning. The main objective of this research is to describe students' performance regarding kinematic content, in particular MRU and MRUV, using the Modellus software, with David Ausubel's meaningful learning approach. As a specific objective, the research investigates how the computational modeling associated to the simulation of interactive activities can influence teaching and learning, thus arousing the students' interest. The research carried out at a state public school in the city of Barreira – state of Ceará had the direct participation of 22 students from the first high school years. This study is characterized as a research of qualitative-quantitative educational approach, where the deductive and inductive methods were adopted divided in two phases. The first phase, bibliographical, was based on some theoretical presuppositions including David Ausubel (Significant Learning) and Armando Valente (The pedagogical use of the computer); In the second phase, the field research was carried out at the school itself. As for development, we conducted the study in two stages. Initially there were lectures and resolution of proposed activities, in a total of 10 hours / class, divided in five meetings, and in a second moment, with didactic sessions and simulation of interactive activities, using Modellus software, also in a total of 10 hours / class divided in five meetings, developed in the Educational Laboratory of Informatics. In both the first and second stages, diagnostic evaluations were applied, consisting of two socioeconomic questionnaires and a closed questionnaire, at the pre-test level, at the beginning and at the post-test level at the end. After completing the steps, the data were tabulated, analyzed and represented for the consolidation of the research, and subsequent elaboration of the final product. We could also observe through this study that the use of Modellus software with interactive activities can contribute to arouse interest and improve the students' performance in learning physics, specifically in kinematics, and that they can improve their school practice in order to develop meaningful learning by bringing the acquired knowledge closer to their reality.

Keywords: Physics Teaching. Kinematics. Modellus Software. Meaningful learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Evolução do IDEB.....	20
Figura 2	Princípio da Assimilação.....	44
Figura 3	Representação esquemática do modelo de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.....	48
Figura 4	Alguns conceitos básicos da teoria de Ausubel.....	50
Figura 5	Modelo de Mapa Conceitual.....	52
Figura 6	Interação aprendiz com o computador na situação de programação.....	59
Figura 7	Interface do <i>Software Modellus</i>	63
Figura 8	Interface da janela principal do programa do <i>Modellus</i>	64
Figura 9	Representação de animação do movimento.....	65
Figura 10	Gráfico da função do movimento.....	65
Figura 11	Organização da interface do <i>software Modellus</i>	67
Figura 12	Mapa conceitual do <i>software Modellus 4.01</i>	68
Figura 13	Galileu Galilei, por Justus Sustermans 1636.....	70
Figura 14	Mostra as velocidades de dois veículos A e B variando com o tempo.....	75
Figura 15	Representa as velocidades de dois corredores A e B em função do tempo.....	76
Figura 16	Mostra o desempenho de um corredor padrão em uma prova de 100 m rasos.....	76
Figura 17	LEI (Laboratório Educacional de Informática) da escola: local da pesquisa.....	94
Figura 18	Apresentação do programa estabelecido na primeira fase da pesquisa, referente à primeira aula.....	98
Figura 19	Ilustra a aplicação do questionário 1 (Apêndice A), e do pré-teste (Apêndice B) com o objetivo de identificar os aspectos socioeconômicos e culturais que caracterizam os alunos referente a primeira aula da 1. ^a fase da pesquisa.....	99
Figura 20	Questão de cinemática (MRU) envolvendo a construção de gráficos apresentada aos alunos.....	101
Figura 21	Questão de cinemática (MRUV) envolvendo a construção de gráficos apresentada aos alunos.....	101
Figura 22	Resolução das atividades no quadro com a participação dos alunos.....	102
Figura 23	Interface de Abertura do <i>Software Modellus</i>	104

Figura 24	Alunos mantendo o primeiro contato com o programa <i>Modellus</i> durante as sessões didáticas.....	105
Figura 25	Alunos participando das atividades durante as sessões didáticas no Laboratório de Informática.....	107
Figura 26	Idade dos participantes.....	112
Figura 27	Sexo dos participantes.....	113
Figura 28	Localidades das residências dos participantes da pesquisa.....	113
Figura 29	Atividades relacionadas aos trabalhos desenvolvidos pelos participantes da pesquisa.....	114
Figura 30	Utilização do computador pelos participantes da pesquisa.....	115
Figura 31	Disponibilidade de horários extraclasse para participar da pesquisa.....	116
Figura 32	Respostas dos alunos sobre a idade que iniciaram os estudos.....	116
Figura 33	Respostas dos alunos sobre a categorização da escola na qual estudaram.....	117
Figura 34	Respostas dos alunos sobre as disciplinas que tiveram mais facilidade e mais dificuldade na escola.....	118
Figura 35	Respostas dos alunos pesquisados sobre se gostam ou não das aulas de Física.....	119
Figura 36	Respostas dos alunos pesquisados sobre o uso do material didático pelos professores no ensino de Física.....	120
Figura 37	Respostas dos alunos pesquisados sobre o uso de softwares educativos pelos professores no ensino de Física.....	122
Figura 38	Respostas dos alunos sobre o questionamento se a disciplina de Física tinha algum sentido para sua vida ou se os problemas estudados em Física tinham alguma relação com a sua realidade.....	124
Figura 39	Respostas dos alunos pesquisados sobre em que séries começaram a estudar cinemática.....	125
Figura 40	Representa o percentual de acertos das questões do pré-teste, aplicado aos alunos no início da pesquisa.....	128
Figura 41	Interface do <i>software Modellus</i> , com destaque para seus principais recursos.....	130
Figura 42	Apresentação da <i>interface</i> do <i>Modellus</i> onde será realizada a resolução do exercício proposto.....	133
Figura 43	<i>Interface</i> do <i>Modellus</i> com os dados do problema já inseridos.....	134
Figura 44	<i>Interface</i> do <i>Modellus</i> mostrando a janela para pesquisar imagens de fundo.....	135

Figura 45	<i>Interface do Modellus</i> mostrando a janela com imagem de fundo e elementos de animação.....	135
Figura 46	<i>Interface do Modellus</i> mostrando a animação, com as informações na tabela à direita e o gráfico mostrando a resolução do problema.....	136
Figura 47	Destaque para a animação do segundo veículo.....	136
Figura 48	Indica as dificuldades apresentada pelos alunos em relação ao uso do <i>software Modellus</i> na resolução das questões de cinemática.....	139
Figura 49	Indica a relação de empolgação pelos alunos em relação ao uso do <i>software Modellus</i> na resolução das questões de cinemática.....	140
Figura 50	Indica se o do <i>software Modellus</i> facilitou a aprendizagem dos conteúdos da disciplina de Física.....	141
Figura 51	Indica o número de acertos das questões propostas no pós-teste aplicado na conclusão da 2ª fase da pesquisa.....	142

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	1ª Série A – Turno: Manhã – Disciplina: Física.....	24
Tabela 2	1ª Série G – Turno: Tarde – Disciplina: Física.....	24
Tabela 3	Objetivos a serem atingidos na compreensão de gráficos da cinemática.....	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Competências e habilidades desenvolvidas em Física no Ensino Médio.....	82
Quadro 02	Temas propostos para o ensino de Física no Ensino Médio.....	85
Quadro 03	Elaboração da carga horária para a pesquisa.....	95
Quadro 04	Conteúdo trabalho durante a aplicação da pesquisa.....	95
Quadro 05	Problema de cinemática apresentado aos alunos durante a aula expositiva.....	100
Quadro 06	Resumo do calendário com as datas de aplicação das atividades.....	130

LISTA DE SIGLAS

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação

LEI – Laboratório Educacional de Informática

MEC – Ministério da Educação

MRU – Movimento Retilíneo e Uniforme

MRUV – Movimento Retilíneo e Uniformemente Variado

OCNEM – Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PDE – Plano de Desenvolvimento da Educação

PPP – Projeto Político Pedagógico

SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica

SBF – Sociedade Brasileira de Física

SEDF – Secretaria de Estado da Educação do Distrito Federal

SEDUC – Secretaria da Educação Básica do Ceará

SIGE – Sistema Integrado de Gestão Escolar

SPAECE – Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará

TIC – Tecnologia da Informação e da Comunicação

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	ENSINO DE FÍSICA: UM HISTÓRICO.....	30
2.1	Um breve histórico da Física.....	30
2.2	A evolução do ensino da Física e as novas tecnologias.....	34
2.3	A revolução do ensino através da Teoria Construtivista.....	36
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	38
3.1	Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.....	39
3.2	O papel do professor na perspectiva da Aprendizagem Significativa....	50
3.3	O uso da Tecnologia da Informação e da Comunicação no processo de ensino e aprendizagem, na visão das teorias de David Ausubel e José Aramando Valente.....	57
3.4	Uso do <i>software Modellus</i> e sua aplicação no ensino de Física.....	61
4	RELEVÂNCIA DO ESTUDO DA CINEMÁTICA.....	69
4.1	Apresentação do conteúdo de cinemática.....	69
4.2	Cinemática e suas aplicações.....	69
4.3	Interpretação de gráficos de cinemática.....	74
4.4	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.....	79
4.5	Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.....	83
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E DE INVESTIGAÇÃO.....	87
5.1	Classificação da pesquisa.....	87
5.1.1	<i>Quanto à natureza da pesquisa.....</i>	<i>88</i>
5.1.2	<i>Do ponto de vista da abordagem do problema.....</i>	<i>89</i>
5.1.3	<i>Quanto aos objetivos.....</i>	<i>90</i>
5.1.4	<i>Do ponto de vista dos procedimentos técnicos.....</i>	<i>91</i>
5.2	Contexto da pesquisa e caracterização do ambiente.....	93
5.3	Fases do desenvolvimento da pesquisa.....	96
5.3.1	<i>Planos de pesquisa e sessões didáticas.....</i>	<i>96</i>
5.3.2	<i>Procedimento didático na sala de aula.....</i>	<i>98</i>
5.3.3	<i>Procedimento didático no laboratório de informática.....</i>	<i>103</i>
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	109
6.1	Os procedimentos de ensino e aprendizagem de cinemática e as concepções dos alunos.....	110
6.2	Atividades pedagógicas com o <i>software Modellus</i>	131
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	144
	REFERÊNCIAS.....	147

APÊNDICES

A	Questionário 1: Questionário para reconhecimento do perfil dos alunos participantes da pesquisa: referente a 1. ^a fase da pesquisa	151
B	Pré-teste – Verificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conteúdos de Cinemática – 1. ^a fase da pesquisa.....	154
C	Questionário 2: Avaliação das atividades utilizando o <i>Software Modellus</i> : referente a 2. ^a fase da pesquisa	157
D	Pós-teste – Verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos em relação aos conteúdos de Cinemática, após as sessões didáticas e simulações interativas com o uso do <i>Softwrae Modellus</i> – 2. ^a fase da pesquisa.....	159
E	Manual de Aprendizagem para as aulas de Cinemática trabalhadas na primeira fase da pesquisa.....	163

1 INTRODUÇÃO

Com o atual desenvolvimento das ciências e da tecnologia, o ensino e a aprendizagem da Física têm-se revestido de grande significado para a humanidade. Porém, quando analisamos a forma como essa ciência tem sido trabalhada na escola, principalmente no Ensino Médio, nos deparamos com uma significativa distância entre o que de fato o seu estudo propõe e o que os alunos efetivamente aprendem; aparentemente, há um abismo entre os dois mundos.

Partindo do pressuposto de que o ensino de Física deve propiciar ao aluno a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vive, e não distante da sua realidade, faz-se necessário compreendermos o que orienta os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) em relação ao ensino da Física, segundo os quais “trata-se de construir uma visão da física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade (2006, p. 2)”. Ou seja, o ensino e a aprendizagem de Física deve permitir ao aluno perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, “presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos (2006, p. 3)”.

O que observamos, na verdade é que,

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo (BRASIL, 2000, p. 28).

Possivelmente essa forma de tratar o conteúdo em sala de aula seja um dos elementos que muito tem contribuído para que a aprendizagem da ciência Física na escola de Ensino Médio esteja muito aquém dos resultados desejados.

A transposição didática dos conteúdos pelos professores e sua abrangência nos livros didáticos têm gerado debates entre professores e pesquisadores, uma vez

que os alunos vêm considerando o que se aprende na escola distante de sua realidade, gerando desinteresse pela aquisição do conhecimento.

O termo transposição didática foi utilizado por Perrenoud em 1998 e nos faz um alerta quanto ao ensino de Física na escola. Segundo ele, “não é seguro que a simples transposição da Física dos físicos seja o melhor meio de fazer os adolescentes que não se destinam a formações científicas pontuais adquirirem algumas noções de Física” (1998, p. 23).

Ainda de acordo com os PCN, segundo alguns pesquisadores, a maioria dos professores tem trabalhado a Física como um produto pronto e acabado, como sendo fruto da genialidade de mentes como as de Galileu, Newton e Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver.

Visto sob outra perspectiva (BRASIL, 2000, p. 28),

(...) o aprendizado da Física promove a articulação de toda uma visão de mundo, de uma compreensão dinâmica do universo, mais ampla do que nosso entorno material imediato, capaz, portanto de transcender nossos limites temporais e espaciais. Assim, ao lado de um caráter mais prático, a Física revela também uma dimensão filosófica, com uma beleza e importância que não devem ser subestimadas no processo educativo. Para que esses objetivos se transformem em linhas orientadoras para a organização do ensino de Física no Ensino Médio, é indispensável traduzi-los em termos de competências e habilidades, superando a prática tradicional.

Nesse contexto, o destaque dado ao ensino da Física justifica-se por ser essa disciplina o objeto de estudo da presente pesquisa. No entanto, quando outras disciplinas do currículo escolar, como a Língua Portuguesa e a Matemática, por exemplo, são avaliadas, observa-se também um resultado negativo em sua aprendizagem, cujas causas precisam ser cuidadosamente investigadas.

Preocupados com a qualidade do ensino no Brasil, os governos federal, estaduais e municipais têm realizado avaliações em larga escala com o objetivo de medir o desempenho dos estudantes brasileiros e assim implementar políticas públicas que atendam à melhoria do processo educacional em todas as regiões.

As avaliações externas que são realizadas a nível nacional como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e a nível de Ceará, o Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica (SPAECE), têm comprovado que realmente existe uma distância significativa entre os conteúdos que são ensinados e o que o aluno de fato aprende, conhecimentos que são considerados relevantes e indispensáveis para a sua formação. O Saeb é o sistema de avaliação que contribui para o cálculo do índice de desenvolvimento da educação básica no País.

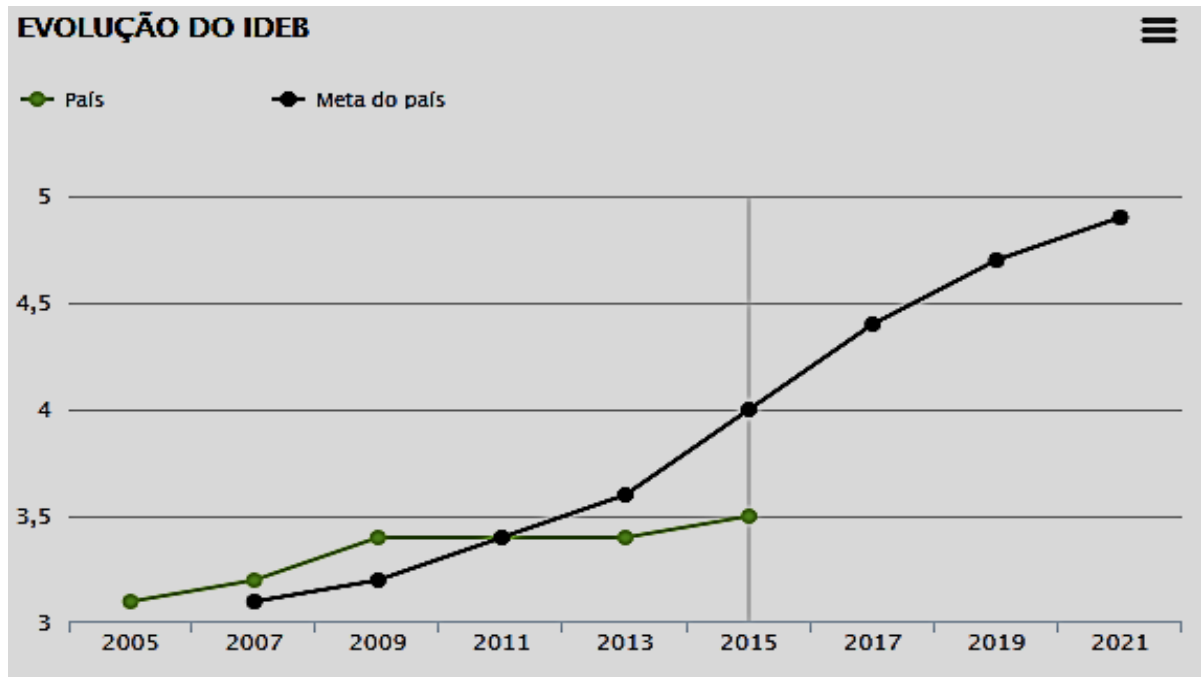
Esse Índice de Desenvolvimento da Educação Básica, conhecido como Ideb, criado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) tem como objetivo medir a qualidade do aprendizado nacional e estabelecer metas para a melhoria do ensino.

Para que possamos melhor enxergar o quadro gerado pela má qualidade do ensino no Brasil precisamos entender como funciona o Ideb, e visualizarmos o resultado dos últimos anos gerados pelas avaliações realizadas em larga escala no País, o Saeb. Para medir esse índice o Ideb utiliza uma escala que vai de 0 a 10. Nesse sentido, sintetiza em um único indicador dois conceitos importantes para aferir a qualidade do ensino: o fluxo, que representa a taxa de aprovação dos alunos e o aprendizado, que corresponde ao resultado dos estudantes no Saeb (Sistema de Avaliação da Educação Básica), aferido tanto pela Prova Brasil, avaliação censitária do ensino público, quanto pela Aneb, avaliação amostral do Saeb, que inclui também a rede privada.

O Ideb também é importante por ser condutor de política pública em prol da qualidade da educação. É a ferramenta para acompanhamento das metas de qualidade do PDE para a educação básica. O Plano de Desenvolvimento da Educação estabelece, como meta, que em 2021 o Ideb do Brasil seja 6,0 – média que corresponde a um sistema educacional de qualidade comparável a dos países desenvolvidos.

No gráfico 01, abaixo, apresentamos a evolução da educação brasileira segundo o Ideb, de 2005 a 2015. Verifica-se que o índice é medido a cada dois anos, sempre nos anos ímpares.

Figura 01 – EVOLUÇÃO DO IDEB



Fonte: QEdu.org.br. Dados do Ideb/Inep (2015).

Pelos dados apresentados no gráfico acima, o Ideb 2015 no ensino médio da rede pública cresceu, mas não atingiu a meta. Enquanto o Ideb da rede pública em 2015 foi 3,5, o Ideb geral do Brasil foi 3,7. Nesse sentido, para atingir a meta desejada tem o desafio de garantir mais alunos aprendendo e com um fluxo escolar adequado.

Pelo cenário descrito anteriormente, compreendemos que a educação no Brasil não vai bem. Associada a toda essa situação de aprendizagem, verificada principalmente na escola pública, entendemos que o ensino carece de uma intervenção mais significativa; e essa intervenção deve acontecer principalmente na sala de aula. Nesse contexto a atuação do professor reveste-se de fundamental importância, sendo necessária uma mudança de postura em relação ao processo de ensino e aprendizagem na escola atual.

Segundo alguns especialistas, o maior desafio para o professor, hoje, é saber planejar aulas e atividades cada vez mais atrativas, uma vez que os alunos estão inseridos em um mundo tecnológico em que as informações são acessadas com o maior nível de sofisticação e em tempo real. Porém, mesmo diante da situação apresentada existem professores resistindo a essas mudanças.

Não se concebe, na atualidade, o professor considerar que a melhor forma de tratar a aprendizagem ainda esteja centrada apenas na transmissão dos conteúdos, de forma tradicional, e na elaboração de currículos escolares sem considerar a realidade social dos sujeitos envolvidos no processo. Assim, buscar no chão da escola, uma formação continuada que lhes garanta o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa e colaborativa, baseada em competências e habilidades que possam traduzir, tanto na equipe de trabalho, como em sala de aula, valores como liderança, comunicação, cooperação, dentre outros, que facilite a ação de trabalhar com metas estabelecidas e foco nos resultados, de acordo com a atual política educacional brasileira e do Projeto Político Pedagógico de cada escola (PPP).

O papel do professor e o bom desempenho desse profissional da educação depende muito da sua vivência em sala de aula, mas acima de tudo, de sua formação acadêmica. Para Gatti (2010), deve-se buscar a melhoria da qualidade da formação desses profissionais, tão essenciais para a nação e para propiciar, nas escolas e nas salas de aula do ensino básico, melhores oportunidades formativas para as futuras gerações.

Perez (2006) afirma que:

Os desafios e complexidade que a atividade docente impõe aos profissionais do magistério atualmente exigem dos mesmos, um processo contínuo de atualização, reflexão e avaliação de seu trabalho, sendo necessário romper com a inércia de um ensino monótono e sem perspectivas, e, assim aproveitar a enorme criatividade potencial da atividade docente. (PEREZ, 2006, p.18).

Um fator que tem gerado um impacto positivo na aprendizagem dos alunos tem sido a utilização de ferramentas tecnológicas na sala de aula, pois como espaço coletivo de conhecimento, interação e troca de informações, permite que professores e alunos compartilhem diversos saberes por meio de plataformas verdadeiramente atraentes.

Entretanto, é importante ressaltar que a tecnologia, por si só, não é capaz de transformar a prática de um professor. Mas, se usada de modo contextualizado, ela é capaz de aproximar a rotina em sala de aula daquilo com que os alunos já estão acostumados na vida real, estreitando o relacionamento entre professor e aluno, que passam a compartilhar da mesma realidade.

É nesse ambiente real da escola que entendemos a Física como uma disciplina que deve ser trabalhada a partir do uso de recursos tecnológicos pois, como já mencionamos anteriormente, o uso dessas ferramentas pode contribuir para o aumento da motivação e do desenvolvimento dos alunos durante as aulas e a consequente melhoria da aprendizagem dos conceitos científicos ensinados, aproximando essa aprendizagem compartilhada em sala de aula da realidade vivida pelo aluno, o que para o cerne desta pesquisa ousamos chamar de aprendizagem significativa.

Partindo desses pressupostos, podemos considerar que os currículos e os conteúdos de Física que atualmente são ensinados nas escolas precisam ser abordados de forma mais didática, utilizando-se de ferramentas que tornem as aulas mais dinâmicas e mais interativas. Entre estas ferramentas pode-se citar a realização de atividades experimentais, por exemplo, “(...) que possibilitem uma melhor compreensão de mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. Não se trata de elaborar novas listas de tópicos de conteúdo, mas sobretudo de dar ao ensino de Física novas dimensões” (PCN-MEC 2000, p. 23).

Assim é que podemos citar neste contexto, a Resolução Nº 03/98, da Câmara da Educação Básica, que em seu artigo 4º já aponta para essa dimensão quando sinaliza que o currículo deverá incluir competências básicas, conteúdos e formas de tratamento dos conteúdos, organizando-se nos princípios pedagógicos da identidade, da diversidade, da autonomia, da interdisciplinaridade e da contextualização (BRASIL, 1998).

Nesse sentido, o presente estudo que tem como título “o uso do *software Modellus* no ensino de cinemática na 1ª série do ensino médio com a abordagem da Aprendizagem Significativa”, desenvolvido na Escola de Ensino Médio Danisio Dalton da Rocha Corrêa, no município de Barreira – Ceará, pretende investigar de que forma o ensino da disciplina de Física tem sido tratada nessa escola pelos professores, e se a aprendizagem dos alunos tem sido significativa, considerando-se o papel da ciência como ferramenta de grande importância tecnológica na realidade em que vivemos. Para isso pretende-se utilizar um *software* educativo, o *Modellus*, no estudo dos movimentos, abordando-se desde os conceitos iniciais à resolução de exercícios mais sofisticados, tanto do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), quanto do estudo do

Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), com a construção e interpretação de gráficos.

A escolha do conteúdo, nesse contexto, deve-se ao fato do tratamento que é dado à ciência, sendo a cinemática o passo inicial da Física, associando o estudo do movimento às situações do dia a dia, que nos permite associar teoria e prática, aproximando o objeto de estudo à realidade dos alunos. O ponto de partida para esse desafio será a resolução de problemas a partir da construção e análises de tabelas e gráficos, construídos a partir de situações reais, utilizando-se o *software Modellus* como ferramenta, conciliando a utilização da tecnologia presente na escola, como o Laboratório Educacional de Informática (LEI), através da modelagem computacional, tornando o ensino dessa disciplina mais atrativo e dinâmico e, conseqüentemente, permitindo uma aprendizagem mais significativa por parte dos alunos.

Assim, de modo bastante conciso, apresentamos o objetivo geral da presente pesquisa que é descrever o desempenho de alunos da 1.^a Série do Ensino Médio no conteúdo de cinemática a partir do uso do *software Modellus* conciliando com a proposta de abordagem da Aprendizagem Significativa, segundo os estudos de David Ausubel.

Ainda no decorrer da pesquisa procurou-se investigar se o ambiente social, econômico e cultural onde o aluno está inserido pode contribuir no seu processo de aprendizagem, considerando essa etapa da Educação Básica.

A justificativa desse trabalho se dá pelo fato da escola apresentar nos últimos anos resultados bastante negativos para a disciplina em questão. Esses resultados apontam para uma série de dificuldades que os alunos enfrentam na aprendizagem dessa disciplina.

Para chegarmos aos resultados que motivaram a pesquisa, foram realizados levantamentos estatísticos a partir dos resultados das avaliações de Física aplicadas em todas as turmas de 1.^a série do Ensino Médio realizadas no 1º Bimestre letivo de 2015 na referida escola. A análise desses resultados está explicitada nas tabelas abaixo, que registram o desempenho de duas dessas turmas, selecionadas aleatoriamente.

TABELA 01: 1ª Série A – Turno: Manhã – Disciplina: Física

NOTA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOTAL DE ALUNOS	0	2	3	6	7	8	10	2	1	1	1

Fonte: SIGE/SEDUC

TABELA 02: 1ª Série G – Turno: Tarde – Disciplina: Física

NOTA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOTAL DE ALUNOS	2	2	5	8	10	5	4	1	0	0	0

Fonte: SIGE/SEDUC

Após analisadas as tabelas podemos perceber que em cada turma, 50,1% (1ª Série A) e 86,0% (1ª Série G) do total de alunos estão situados abaixo da média determinada pela escola que é 6,0, na disciplina de Física. A partir dessa análise foram feitas algumas considerações importantes com o propósito de elaborar hipóteses e construir significados que possam contribuir para a melhoria do processo de ensino e, conseqüentemente, da aprendizagem dessa disciplina na escola.

Para dar mais ênfase às hipóteses elaboradas diante dos resultados obtidos, foram realizadas entrevistas com alunos e professores de Física da escola a partir dos dados que foram tabulados. Alguns desses professores alegaram que os alunos não dominam o conteúdo porque não gostam da disciplina. Porém, questionando alguns alunos sobre os resultados apresentados, diversas foram as justificativas, concordando inclusive com o que já foi previsto nos documentos nacionais da educação como nos PCN. Segundo depoimento da maioria desses alunos, as leis físicas são apresentadas de forma desarticulada, sem significado prático para suas vidas. Segundo comentaram, a maioria dos professores apenas valoriza os cálculos matemáticos sem dar sentido ao que a Física necessariamente se propõe.

Nesse segmento não podemos descartar que a grande maioria dos estudantes não desperta o interesse pela apropriação dos conhecimentos físicos, inclusive pela didática como os mesmos são tratados em sala de aula. É bastante comum observar inclusive, pelos depoimentos, que alguns professores de Física, não apreciavam essa disciplina enquanto estudantes, vindo somente depois, por alguma circunstância, escolher esta área. Uma coisa, porém, é certa quem não consegue gostar de uma coisa, dificilmente terá motivação para aprendê-la.

A partir das observações apresentadas, justifica-se a implementação da pesquisa que tem a pretensão, a partir dos objetivos propostos, de investigar o ensino e a aprendizagem da Física na escola, como essa disciplina tem sido tratada pelos professores, e o que de fato os alunos tem aprendido, ou não, e conseqüentemente procurar mapear o que tem gerado um resultado negativo no desempenho e na aprendizagem desses alunos. E por fim, analisar se o uso de uma ferramenta tecnológica, com sugestões de atividades interativas, pode facilitar a apreensão dos conteúdos dessa disciplina.

Partindo desses pressupostos, deve-se investigar o campo de conhecimentos prévios dos alunos, em relação ao tema proposto, no sentido de conceber estratégias que facilitem o desenvolvimento da aprendizagem. Ainda, explicitar as relações entre o ensino de cinemática e o uso de *softwares* educacionais.

Como um projeto de estudo que visa utilizar os ambientes tecnológicos da escola, de modo a tornar a aprendizagem mais significativa, buscar-se-á incentivar nos alunos o uso didático do computador, de forma a favorecer a ressignificação dos conceitos de cinemática (MRUV). Dessa forma, espera-se verificar se o uso de uma ferramenta tecnológica potente, como um *software*, no ensino da Física, poderá ser capaz de contribuir na melhoria do ensino e, conseqüentemente, da aprendizagem dos alunos.

Segundo as OCNEM (2006), há programas de computador nos quais os alunos podem construir diferentes conceitos matemáticos, referidos a seguir como programas de expressão. Programas de expressão representam recursos que provocam, de forma mais natural, o processo que caracteriza o pensar matematicamente, ou seja, os alunos fazem experimentos, testam hipóteses, esboçam conjecturas, criam estratégias para resolver problemas, dentre outros.

Segundo afirma Sancho (1998, p.169), “o *software* educativo é um conjunto de recursos informáticos projetados com a intenção de serem usados em contexto de ensino e aprendizagem.”

Por sua vez, o *Modellus* é um *software* bastante poderoso e atraente, destinado ao ensino e à aprendizagem da Física e áreas afins. Pelo seu uso em situações

anteriores e de outros estudos já realizados, podemos perceber que não é necessário possuir conhecimentos de programação para utilizá-lo. Ele pode ser utilizado pelo professor como um ambiente para apresentar e ilustrar um determinado assunto. Ele também pode ser usado pelo aluno como recurso para explorar modelos matemáticos de um dado fenômeno físico, modificando parâmetros, condições iniciais e outros aspectos. Como consequência ele pode vir a contribuir para que a aprendizagem que se deseja seja mais significativa.

Acredita-se que o uso do *software* e do computador nas aulas de Física, tornarão a apreensão dos conteúdos bem mais atraente, facilitando, assim, a comunicação entre alunos e professor tendo como resultado final a melhoria da aprendizagem. Porém, essas ações isoladas e sem uma motivação prévia não garantem um resultado satisfatório.

Valente (1999, p. 80) nos diz:

Portanto, por si só a simulação não cria a melhor situação de aprendizado. Para que a aprendizagem ocorra, é necessário criar condições para que o aprendiz se envolva com o fenômeno e essa experiência seja complementada com elaboração de hipóteses, leituras, discussão e uso do computador para validar essa compreensão do fenômeno.

Nesse sentido, Figueira (2005, p. 615) deixa claro que:

Dentre os diversos usos do computador como recurso didático, a simulação ou modelagem é uma atividade que permite uma maior interatividade dos alunos com um determinado modelo físico. No ensino de Física tem, dentre outros, o objetivo de ilustrar e questionar o aluno sobre conceitos e modelos físicos. Assim, a modelagem computacional constitui um recurso didático no ensino de Física de atualização e enriquecimento as atividades de ensino.

Algumas das vantagens que as atividades de modelagem realizadas em um computador podem oferecer no processo de ensino e aprendizagem são as seguintes:

- Permite a visualização gráfica de elementos sutis do modelo teórico.
- Possibilita a participação ativa dos alunos: sistemas interativos exigem respostas e tomadas de decisões, fazendo com que o aluno construa seu próprio conhecimento.
- Interpretação de modelos físicos: ao utilizar laboratórios virtuais e testar hipóteses, obtendo previsões sobre esses sistemas, o aluno é capaz de refletir sobre diferentes modelos teóricos.

Conforme podemos perceber, o uso do *software* pode contribuir para uma aprendizagem significativa. Nesse sentido precisamos entender a aprendizagem significativa a partir dos conhecimentos de Ausubel, quando define que:

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (Moreira, 2010, p.5).

Nesse mesmo artigo, Moreira (2010) cita também que David Ausubel já chamava a atenção dos educadores em 1963: Na aprendizagem significativa, “o aprendiz não é um receptor passivo. Longe disso. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos” (Moreira, 2010, p. 45).

Nessa definição, a aprendizagem significativa não despreza os conhecimentos anteriores do educando. Pelo contrário, ela se caracteriza por uma aproximação entre aqueles conhecimentos que o aluno já possuía e os novos que são adquiridos, de forma que estes vão dar ênfase àqueles, para uma maior estabilidade cognitiva do aluno.

Partindo desse princípio sugere-se que, no início da atividade não se exija do aluno uma interpretação formal do conteúdo. O mais importante, neste momento, é que ele se sinta livre de eventuais inibições e bloqueios, sentindo-se seguro para revelar suas observações, a partir das ideias concebidas num momento anterior. Em outras palavras, em conformidade com Bachelard.

(...) o aluno e o aprendiz não se apresentam de início como puros espíritos. A própria matéria não é para eles uma razão suficiente de calma objetividade. Ao espetáculo dos fenômenos mais interessantes, mais espantosos, o homem vai naturalmente com todos os seus desejos, com todas as suas paixões, com toda a alma. Não é pois de admirar que o primeiro conhecimento seja um primeiro erro. (Bachelard 1996, p. 68).

Nesse momento, o trabalho do professor reveste-se de fundamental importância, pois deixa de ser um mero transmissor do conhecimento para tornar-se um mediador do processo de ensino e aprendizagem. O aluno, por sua vez, deixa de ser um observador passivo e passa a ser o construtor de sua própria aprendizagem a

partir dos erros e acertos que vão sendo construídos e compartilhados no decorrer da realização das atividades.

Para dar ênfase aos objetivos aqui detalhados, a dissertação apresenta-se organizada em seis capítulos a partir da introdução.

Na introdução discutimos a contextualização do problema da pesquisa, elencando o percurso, objetivos e justificativas que nortearam a dissertação.

O capítulo um trata do ensino de Física, focado a partir de um breve histórico através da evolução e da revolução do ensino da disciplina frente à adoção de uma teoria de ensino mais construtivista pautada na exigência para uso das novas tecnologias que predominam na sociedade.

Ressalte-se que a Aprendizagem Significativa, teoria que será de suma importância para o desenvolvimento desta pesquisa, é também construtivista, pois tanto na primeira, quanto na segunda, esta proposta por Piaget, descreve que o conhecimento não é recebido passivamente nem pelos sentidos nem por meio de comunicação; o conhecimento é construído ativamente pelo sujeito que o possui. Dessa forma podemos considerar que essas duas teorias se complementam, pois em ambas, o sujeito é o elemento estruturante do seu próprio conhecimento.

O capítulo dois corresponde à revisão bibliográfica e à fundamentação teórica, na qual foram discutidas e fundamentadas, de forma objetiva, os seguintes temas: a teoria da Aprendizagem Significativa segundo David Ausubel, focando o papel do professor, e o uso da tecnologia da informação e da comunicação no processo de ensino e aprendizagem, na visão das teorias de David Ausubel e José Aramando Valente; o uso do *software Modellus* e sua aplicação no ensino de Física.

O capítulo três vai tratar do estudo da cinemática, seus conceitos e aplicações para resolução de problemas do cotidiano, bem como sua relevância a partir dos Parâmetros Curriculares Nacionais e das Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

No quarto capítulo, discutimos a caracterização dos procedimentos metodológicos e de investigação da pesquisa em que se destacam: a classificação da

pesquisa (quanto à natureza, abordagem do problema, objetivos e dos procedimentos técnicos); o contexto da pesquisa e da caracterização do ambiente e por fim das fases do desenvolvimento da pesquisa.

No quinto capítulo faremos a análise e a discussão dos resultados da pesquisa segundo dados obtidos através dos instrumentos de coleta de dados: questionários, pré-testes, pós-testes e as respectivas observações.

No capítulo final, apresentamos as conclusões e as sugestões da pesquisa a partir dos procedimentos de ensino e aprendizagem de cinemática e as concepções dos alunos e as atividades pedagógicas com o *software Modellus*. Adicionalmente, a dissertação será complementada com a apresentação dos apêndices e anexos.

Como produto educacional elaboramos um guia de apoio didático para o professor e para o aluno. O guia traz informações e orientações para o uso de *software* educacional com modelagem computacional, metodologia de ensino e sugestões de aulas interativas e atividades experimentais utilizando o *software Modellus*. Contém um conjunto de atividades de modelagem computacional complementares, sugestões de atividades interativas e práticas experimentais em cinemática, com ênfase na construção e interpretação de gráficos e animações computacionais, particularmente do Movimento Uniformemente Variado.

2 ENSINO DE FÍSICA: UM HISTÓRICO

“A primeira meta da educação é criar homens que sejam capazes de fazer coisas novas; homens que sejam criadores, inventores, descobridores”.
(Jean Piaget)

A curiosidade é uma das mais importantes características humanas. Desde os tempos mais remotos essa característica tem impulsionado o homem em sua luta constante de desvendar os mistérios da natureza, de compreender fenômenos, buscar respostas, solucionar problemas que interferiam de uma forma ou de outra na vida da sociedade. Situações simples observadas no dia a dia atraíam a sua atenção, fazendo-o interessar-se por suas causas e, conseqüentemente, pela explicação dos resultados observados.

2.1 Um breve histórico da Física

A história da Física tem início ainda na Grécia Antiga, quando os gregos tentaram, sem muito sucesso, explicar as origens do universo a partir da interpretação dos fenômenos naturais. Havia nesses estudos uma certa mistura de filosofia e religião. Na verdade, a Física surgiu da necessidade humana em conhecer o mundo em que vivemos, isso com a intenção de entender, controlar e reproduzir as forças da Natureza.

Ainda no século VI a. C, quando Talles de Mileto observou que ao atritar um pedaço de resina (âmbar) em pele de animais esse material passava a atrair pequenos objetos, ele tentou explicar porque esse fato acontecia. Hoje sabemos que aquele fenômeno ocorria devido às propriedades de natureza elétrica da matéria.

Assim, observando cuidadosamente o mundo que nos cerca, o homem foi aos poucos, desvendando os fenômenos da natureza. Diversos foram os cientistas, pensadores e filósofos que, ao longo da história, se aventuraram na busca do conhecimento procurando explicar os mistérios do mundo tirando a humanidade da obscuridade, dentre os quais podemos citar, entre vários, Aristóteles de Estagira (384 a. C – 322 a. C) que realizou uma síntese do conhecimento de sua época.

Surgem, então, os “filósofos naturais” interessados em racionalizar o mundo sem recorrer à intervenção divina. Tem início, então, a descoberta da Física, com a

teoria dos atomistas gregos, passando por Aristóteles, Demócrito, Anaximandro e outros. Posteriormente a Física Clássica tem início com as contribuições de Kepler, Galileu Galilei e Newton, até chegar à Física Moderna com os estudos de Carnot, Fourier, Faraday, Maxwell, Einstein, Bohr e tantos outros estudiosos que viveram entre os séculos XVII e XX.

Foi nesse contexto de interação com os mistérios da Natureza e, posteriormente, procurando explicar os fenômenos naturais que o homem sentiu a necessidade de dividir o conhecimento em áreas específicas facilitando uma melhor compreensão desses fenômenos. Assim surgiram as Ciências Naturais, dentre elas a Física, *physiké* (do grego) que significa natureza, cuja compreensão é, neste momento, objeto central de nosso estudo.

A Física é, então, o campo da ciência que investiga os fenômenos e as estruturas mais fundamentais da natureza, ou seja, a Física é a própria comprovação científica da natureza. O conhecimento acumulado neste campo tem possibilitado a humanidade compreender aspectos cada vez mais complexos, e através dele criar sistemas, dispositivos e materiais artificiais que têm contribuído decisivamente para o progresso tecnológico (SBF, 1987).

Assim é que, ao longo da história, os cientistas foram construindo conhecimentos e modelos que através de equações matemáticas e reações químicas procuraram explicar e desvendar os mistérios da natureza.

Dentre esses cientistas podemos citar Aristóteles (384 a. C - 322 a. C), que sistematizou o mais complexo conhecimento do mundo antigo. Suas ideias foram tão valiosas para o estudo da Física que, por quase 2000 anos foram aceitas pela humanidade sem grandes questionamentos. As ideias de Aristóteles só vão ser contestadas profundamente no Século XV, por ocasião da Revolução Científica e das ideias renascentistas.

Aristóteles ensinava que os elementos que compunham a Terra eram diferentes daqueles que compunham o céu e o espaço exterior. Segundo ele a maior parte da dinâmica dos movimentos era determinada principalmente pela natureza e características próprias das substâncias que constituíam o objeto movente. É com

Aristóteles que a Física e as demais ciências ganham maior impulso na Antiguidade. Suas principais contribuições para a Física são as ideias sobre movimento, queda de corpos pesados (chamados “graves”, daí a origem da palavra “gravidade”) e o geocentrismo. A lógica aristotélica irá dominar os estudos da Física até o final da Idade Média.

A construção da história da Física, porém, teve grande impulso a partir dos estudos de Galileu Galilei (1564-1642) e Isaac Newton (1643-1727). Ao descobrir a lei dos corpos a partir de seus movimentos, Galileu passou a ser considerado um dos fundadores do método experimental e da ciência moderna. Foi o primeiro a contestar as descobertas de Aristóteles sobre a Física, desfazendo a ideia de que a Terra era o centro do universo e dando crédito à teoria de Nicolau Copérnico sobre o heliocentrismo.

A contribuição de Isaac Newton para a Física é vasta. Com a obra denominada “Princípios Matemáticos da Filosofia Natural”, sendo considerada uma das mais importantes de sua época, publicada em 1687, Newton descreve a Lei da Gravitação Universal e as três leis denominadas “Leis de Newton”, que fundamentaram a Mecânica Clássica. Na matemática, uma das suas grandes criações é o cálculo diferencial e cálculo integral, ferramenta que passa a ser considerada de grande importância para o estudo dos fenômenos físicos.

As descobertas de Isaac Newton e as contribuições de James Clerck Maxwell e Michael Faraday propondo as leis do eletromagnetismo foram consideradas durante muito tempo o ponto final do conhecimento físico e nada mais poderia ser descoberto ou acrescentado na área das ciências da natureza.

Porém, no ano de 1900, tentando explicar os fenômenos da radiação térmica, Max Planck (1858-1947) revolucionou a Física ao apresentar a Teoria da Mecânica Quântica. E em 1905, Albert Einstein (1879-1955) publica a Teoria Espacial da Relatividade e a Teoria do Efeito Fotoelétrico, revolucionando a mentalidade Física para o estudo dos fenômenos atômicos.

Essas descobertas, associadas aos estudos de Niels Bohr, Werner Heisenberg, Wolfgang Pauli, Erwin Schrödinger, entre outros, serviram de base para a análise do

comportamento dos elementos atômicos, ora se manifestando como partículas, ora como ondas, revolucionando a história da Física, que passou a estudar o mundo microscópico, possibilitando grande avanços tecnológicos, como o desenvolvimento das telecomunicações, os avanços na eletrônica e até mesmo uma explicação mais eficiente sobre a evolução do universo, válidas até os dias atuais.

Diante dos citados fatos, porém ancorando-se mais nas leis do movimento, objeto da presente pesquisa, a Física vai estudar os fenômenos naturais pela aplicação de um método regido por determinados princípios gerais e disciplinado por relações entre experimentos e teoria. Seu campo de ação compreende, em linhas gerais, o estudo das propriedades da matéria – seus aspectos e níveis de organização – e das leis de seu movimento e transformações. Busca formular essas leis em uma linguagem matemática capaz de abranger o maior número possível de fenômenos.

Atualmente, trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, dando grande ênfase à pesquisa, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade.

Uma característica essencial da pesquisa em Física é a procura dos aspectos mais fundamentais das estruturas e dos fenômenos, bem como a sua compreensão e descrição em termos de leis as mais gerais possíveis. A Física investiga desde partículas subatômicas, átomos e moléculas, até fenômenos que envolvem grandes aglomerados delas, como a matéria ordinária. Nessa escala, por exemplo, suas leis e métodos são usados para o estudo da Terra, e dos fenômenos que se passam em sua atmosfera, dos planetas e das galáxias (SBF, 1987).

Didaticamente, segundo os PCN (Brasil, 1999), a Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, na introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão, que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnada

de contribuições culturais, econômicas e sociais, resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado.

2.2 A evolução do ensino de Física e as novas tecnologias

Atualmente, existe uma intrínseca relação entre o ensino de ciências, e conseqüentemente o ensino da Física, e o uso das tecnologias, de forma que alunos e educadores precisam estar constantemente em formação, pois fazem parte de uma sociedade em rápido processo de crescimento tecnológico.

Porém, essa relação pode ser ineficiente para a melhoria do ensino e da aprendizagem, quando esse aparato tecnológico, colocado à disposição da educação, constitui-se no objeto mais importante do processo educativo. “Se as Novas Tecnologias não implicam novas práticas pedagógicas nem vice-versa, aparentemente poderíamos dizer que não há relação entre essas duas instâncias” (REZENDE, 2002, p.2). Os materiais didáticos e tecnológicos têm o papel de mediação na construção do processo de conceituação, buscando a promoção da aprendizagem e não simplesmente facilitando o processo de ensino.

Faz-se necessário, então, que tanto os professores quanto os alunos sejam conscientes disso, que o computador, por exemplo, não seja uma máquina de ensinar, mas de facilitar a aprendizagem quando utilizado de forma didática.

A evolução do ensino de Física está intrinsecamente relacionada às tecnologias que são colocadas à disposição dos educadores, exigindo destes, maior compromisso com o intenso processo de mudanças. Neste cenário, muitos professores ainda apresentam-se resistentes, principalmente quando têm de associar teoria à prática, o que parece oferecer bastante dificuldade. O professor precisa estar aberto a essas inovações, e que busque, na formação continuada, a transformação desta visão unilateral de apresentação dos conteúdos. Não se pode mais pensar em aprendizagem apenas centrada na transmissão tradicional de conceitos e teorias, por exemplo.

Os conhecimentos científicos são, na verdade, apresentados apenas como conhecimentos prontos e acabados, fruto de descobertas realizadas por cientistas geniais. Nessa perspectiva, Menezes (1980, p. 94), enfatiza que,

(...) no ensino convencional de Física, considerações históricas sobre descobertas etc, tem um papel meramente ilustrativo ou anedótico ao invés de ser parte efetiva do processo educacional. Aprende-se uma ciência que parece estar estruturada marginalmente ao contexto social e às condições socioeconômicas.

Nesse contexto, não se pode utilizar as Novas Tecnologias como uma simples oportunidade para passar informações, mas deve-se propiciar a vivência de uma experiência que contextualiza o conhecimento que ele constrói.

Para que as novas tecnologias da informação e da comunicação promovam as mudanças esperadas no processo educativo, devem ser usadas não como máquinas para ensinar ou aprender, mas como ferramenta pedagógica para criar um ambiente interativo que proporcione ao aprendiz, diante de uma situação problema, investigar, levantar hipóteses, testá-las e refinar suas ideias iniciais, construindo assim seu próprio conhecimento. (VIEIRA, 2009, p.2).

Como sabemos, “as novas Tecnologias da Comunicação e da Informação (TIC) permeiam o cotidiano, independente do espaço físico, e criam necessidades de vida e convivência que precisam ser analisadas no espaço escolar. A televisão, o rádio, a informática entre outros, fizeram com que os homens se aproximassem por imagens e sons de mundos antes inimagináveis”. [PCN, vol. 2, pg.24].

A Física é, por natureza, uma ciência experimental. A chegada do computador à escola como uma nova ferramenta pedagógica, permite aplicar, por exemplo, métodos matemáticos para resolução de problemas do mundo real de forma inovadora e rápida.

A utilização de um *software* educativo nas aulas de Física, por exemplo, pode despertar no aluno um conhecimento antes não absorvido, mesmo que já tenha sido tratado em sala de aula de uma forma meramente informal. A nova tecnologia, colocada ao seu alcance, pode suscitar um interesse maior, partindo simplesmente da sua curiosidade e levá-lo a importantes descobertas que serão utilizadas para a construção de novos saberes, cientificamente mais elaborados.

Nesse contexto, D’Ambrósio constata que:

Estamos entrando na era do que se costuma chamar a “sociedade do conhecimento”. A escola não se justifica pela apresentação de conhecimento obsoleto e ultrapassado e muitas vezes morto, sobretudo, ao se falar em ciências e tecnologia. Será essencial para a escola estimular a aquisição, a organização, a geração e a difusão do conhecimento vivo, integrado nos valores e expectativas da sociedade. Isso será impossível de se atingir sem a ampla utilização de tecnologia na educação. Informática e comunicações dominarão a tecnologia educativa do futuro. (D’AMBRÓSIO, 1996, p. 80).

Nessa perspectiva, D’Ambrósio ao tratar sobre a implementação das novas tecnologias na educação nos chama a atenção para o fato de repensarmos a nossa prática pedagógica em sala de aula, pois requer uma mudança nos currículos de maneira que contemple o interesse dos alunos, já que o ato de aprender não está centrado no professor, mas no processo de ensino-aprendizagem do aluno, quando, então, sua participação ativa determina a construção do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades cognitivas. Isso significa que é praticamente impossível tratar a educação sem considerar a tecnologia como fator importante para a formação das futuras gerações.

2.3 A revolução do ensino através da teoria construtivista

O uso das novas tecnologias em sala de aula, no ensino e na aprendizagem da Física, permite ao aluno, conforme já destacamos, vivenciar experiências, interferir, fomentar e construir o próprio conhecimento, desde que sejam usadas com a finalidade de investigação e experimentação. Por sua vez a participação do professor como facilitador do processo de ensino-aprendizagem reveste-se de grande importância, ao permitir que o educando desenvolva habilidades e seja capaz de construir significados importantes para ampliar o seu conhecimento, ou seja, que funcionem como âncoras para as novas aprendizagens.

Nesse sentido, o processo de ensino e aprendizagem, mediado pelos processos tecnológicos que vêm sendo colocados à disposição do ensino, precisa ser tratado de tal forma que professores e alunos possam interagir juntos na construção do conhecimento. Como consequência, espera-se que o professor não seja considerado o único detentor do saber, mas que considere o aluno como um ser em construção, que traz em si uma bagagem de conhecimento que não pode ser desprezada.

O Construtivismo, teoria desenvolvida por Jean Piaget, pode ser uma alternativa interessante para ser utilizada no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que explica como o conhecimento é assimilado. A teoria construtivista menciona que aluno traz consigo uma bagagem adquirida pelo contato com o meio físico e social que está inserido, e não que este conhecimento prévio advém de sua disposição genética, ou é inata ao ser.

Dessa forma, o conhecimento, a partir das ideias de Piaget, deve ser encarado pelo professor como uma nova forma do discente interpretar os objetos físicos e sociais, dessa maneira provocará um conflito em sua mente, o que ocasionará a assimilação de novos conceitos no lugar dos estabelecidos por sua experiência cotidiana. Logo, não se trata em encarar o processo de aprendizagem como inserção de um novo conteúdo dentro de uma mente que nada conhece sobre tal assunto, mas a evolução e aprimoramento deste novo assunto, o que trará a acomodação desse conhecimento na mente do ser, que é a aprendizagem.

Sob a ótica Construtivista, as Novas Tecnologias apresentam um papel de recurso didático, como auxílio na metodologia de ensino, assim servindo como auxiliadora na desestruturação do que o aluno traz consigo, fazendo com que ele desequilibre, faça novas indagações sobre o conteúdo, refletindo sobre o assunto.

Para Vieira (2009), as características principais da utilização de tecnologias num âmbito construtivista são: a possibilidade de interatividade, as possibilidades que o computador tem de simular aspectos da realidade, a possibilidade que as Novas Tecnologias de comunicação acopladas com a informática oferecem de interação à distância e a possibilidade de armazenamento e organização de informações representadas de várias formas, tais como textos, vídeos, gráficos, animações e áudios, possíveis nos bancos de dados eletrônicos e sistemas multimídia.

As tecnologias, ao serem inseridas na educação, permitiram ao ensino da Física ampliarem as possibilidades para adoção de novas metodologias no processo de ensino e aprendizagem. Essas possibilidades estão relacionadas, tanto à produção de materiais, quanto ao acesso à *Internet*, facilitando a pesquisa, a elaboração de experimentos, a construção de vídeos educativos de modo a contribuírem para a elaboração de novas e diversificadas estratégias de ensino.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica que embasa o presente estudo tem como foco analisar a Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Paul Ausubel (1918-2008) exposta em 1963, e sua relação com o ensino e aprendizagem da disciplina de Física na escola. A aprendizagem, segundo Ausubel, está ancorada em conhecimentos prévios que o aluno possui. Segundo o pesquisador, quem quer ensinar buscando facilitar, promover uma aprendizagem significativa precisa descobrir o que o aluno já sabe e ensinar de acordo, pois o conhecimento prévio é a variável que mais influencia na ocorrência da aprendizagem significativa.

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fato isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo. (AUSUBEL, 1978; *apud* MOREIRA, 2006, p. 13).

Conforme os objetivos propostos, outro fator que norteia a presente pesquisa é analisar até que ponto essa teoria é válida quando associada ao uso das tecnologias, da informação e da comunicação, para aplicação dos conteúdos. Para tanto, foi escolhido um *software* educativo, o *Modellus* como ferramenta computacional a ser utilizada no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Física, apoiadas às ideias da teoria da espiral da aprendizagem, proposta por Valente (1999), utilizando-se para a realização dessas aulas o Laboratório Educacional de Informática (LEI) existente na escola.

Porém, nem sempre a escolha de uma teoria pedagógica, por mais bem aceita que seja, garante a certeza em termos de resultados. Nesta perspectiva algumas reflexões prévias foram feitas, como forma de orientar a nossa opção e assim fundamentar um embasamento teórico que nos desse segurança quanto à sua aplicabilidade.

Quando associamos o ensino de Física a um *software* educativo, amparados por uma teoria pedagógica que nos proporcione como resultado, uma aprendizagem significativa, o que pretendemos investigar na verdade, é:

- Quais os mecanismos que levam a aquisição e a retenção do conhecimento na estrutura cognitiva do aluno?

- Será que o uso de um *software*, inserido em um ambiente tecnológico, pode contribuir para a aquisição e retenção desse conhecimento? (Ou seja, como se processa a construção do conhecimento nesses ambientes de aprendizagem escolar?)
- Qual o papel do professor como mediador desse processo educativo, que se deseja dinâmico e significativo?
- Será que devemos valorizar, de fato, os conhecimentos prévios do educando para a construção de uma aprendizagem mais significativa?

Partindo dessas indagações é que desenvolvemos nossa pesquisa bibliográfica, aprofundando nosso conhecimento no estudo da Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel, passando pela teoria da espiral de aprendizagem de Valente, analisando o uso inteligente do computador em ambiente de informática, na escola, para a aplicação do *software Modellus* no ensino de Física.

3.1 Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel

David Paul Ausubel pesquisador norte-americano, nasceu em Nova Iorque, em 1918, sendo filho de imigrantes judeus. Médico-psiquiatra de formação, foi também professor emérito da Universidade de Colúmbia em Nova Iorque dedicando vários anos de sua carreira acadêmica à Psicologia Educacional. Na década de sessenta do século XX desenvolveu a teoria da aprendizagem significativa com o objetivo de propor uma teoria cognitiva que valorizasse os conhecimentos prévios dos alunos para facilitar a construção de novos conhecimentos (Moreira, 2006).

A teoria de Ausubel foi amplamente difundida no Brasil através dos estudos e pesquisas desenvolvidos pelo professor Marco Antonio Moreira, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Seus estudos estão fundamentados numa base teórica que diz que “quanto mais sabemos, mais aprendemos”. Segundo Ausubel, “o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já conhece”. Essa frase de Ausubel está retratada com grande ênfase na abertura do livro Psicologia Educacional, de sua autoria. Considera, para tanto, a bagagem de conhecimento que o aluno já possui (sua história de vida) e procura

analisar a ação dos docentes em sala de aula, na proposição de situações que favoreçam a aprendizagem.

A Teoria da Aprendizagem Significativa foi apresentada por Ausubel em 1963, quando as ideias behavioristas eram o cerne da discussão no meio social e educacional. Nisso, precisamos entender o que eram as ideias behavioristas para bem compreendermos a importância da teoria que estava sendo apresentada por David Ausubel.

Para Baum (1999), a ideia central do behaviorismo pode ser formulada de uma maneira simples: “É possível uma ciência do comportamento”. O termo *behavior* origina-se do inglês e significa comportamento. Tem origem nas teorias que explicam a conduta através da observação e análise experimental do comportamento, tendo como objetivo a previsão e o controle deste. Segundo alguns estudiosos dessa corrente, sendo os mais citados, Watson (1879-1958) e Skinner (1904-1990), os behavioristas acreditavam na influência do meio sobre o sujeito. O que os estudantes sabiam não era considerado e entendia-se que só aprenderiam se fossem ensinados por alguém.

As ideias propostas por Ausubel, como veremos a seguir, iam exatamente no sentido contrário àquelas que eram defendidas pelos behavioristas. Para o cientista norte-americano, o que se entende por aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias que já existem na estrutura mental e a partir dessa reconfiguração, ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos.

O professor Marco Antonio Moreira (1999), ao explorar a proposta de Ausubel nos diz que aprendizagem significativa é aquela que procura valorizar as ideias do sujeito, associando aquilo que o aluno já sabe com os conhecimentos novos que possam ser adquiridos. Essa proposição está relacionada aos termos defendidos pelo pesquisador em seus estudos de que, “as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com o que o aprendiz já sabe”. E explica: Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. Partindo desses pressupostos, vamos aprender que a aprendizagem

significativa caracteriza-se exatamente pela relação entre o novo conhecimento, adquirido pelo sujeito, e o conhecimento prévio, aquele que o sujeito já possuía, constituindo-se, assim uma relação interativa que possibilita a formulação de novos saberes. Nesse processo, que é não-litera e não-arbitrário, esses conhecimentos vão ficando cada vez mais elaborados em termos de significados, de modo a adquirir mais estabilidade no cognitivo do aprendiz. (Moreira e Mazini, 1982; Moreira, 1999, 2000).

A aprendizagem significativa surge como uma ação contrária ao que Ausubel chama de aprendizagem mecânica, muito embora ambas ocorram de forma contínua para aprimorar os conhecimentos de um indivíduo. Nesta nova situação, as informações são apenas memorizadas, mas não incorporadas, ou seja, são formuladas de maneira arbitrária, literal, não-significativa. Esse tipo de aprendizagem é aquele que ocorre com frequência na escola, artifício usado pelos estudantes para passar nas avaliações, mas que tem pouca retenção, e não requer compreensão, e por isso não dá conta de situações novas. Logo é esquecida. Essa aprendizagem, que se recorre nas vésperas de provas, é apenas uma memorização de fórmulas e definições útil nesse momento. Segundo Ausubel, a aprendizagem mecânica se faz necessária quando não existem, na estrutura cognitiva do aluno, conceitos prévios (subsunoeres) ao que se pretende aprender.

Ausubel, 1978, 1980, 2003; Moreira, 1985, 2002.

Pode-se, então, dizer que a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação "ancora-se" em conceitos relevantes (subsunoeres) preexistentes na estrutura cognitiva, ou seja, novas ideias, conceitos, proposições podem ser aprendidos significativamente (e retidos), na medida em que outras ideias, conceitos, proposições, relevantes e inclusivos, estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como fonte de ancoragem às primeiras. (MOREIRA, 2006, p. 15).

De modo simples, Marco Antonio Moreira (1999) define o termo subsunçor como sendo o nome que se dá a um conhecimento específico prévio, ou seja, que já existe na estrutura de conhecimentos do indivíduo, podendo lhe permitir dar novos significados aquilo que lhe é apresentado ou o que por ele é descoberto. Pode acontecer tanto por recepção como por descobrimento. Essa atribuição de significados que é dada aos conhecimentos que foram adquiridos pelo sujeito depende tanto da existência de conhecimentos prévios, especificamente relevantes, quanto da interação que deve existir entre eles.

No caso em estudo, a relevância didática e acadêmica desta pesquisa que aborda o ensino da Física, reside no fato de podermos analisar inicialmente os conhecimentos que os estudantes já possuem do assunto a ser estudado (o que cientificamente denominamos *subsúcores*) para, a partir daí, ensinar de acordo. Ou seja, inicialmente devemos aproveitar esses conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva dos estudantes, levando-os a se aproximem do conhecimento científico através de uma aprendizagem que seja significativa e não meramente mecânica (Ausubel, 2002; Moreira, 2005; Valadares e Moreira, 2009).

Ainda segundo Moreira (2012, p. 02),

o subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos elaborado em termos de significados. Contudo, como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento ele próprio se modifica adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes.

Conforme podemos observar, quando se trata de aprendizagem significativa, um conhecimento novo só é assimilado pelo indivíduo quando aquele interage com outro já existente em sua estrutura cognitiva, passando a tornar-se então mais elaborado, modificado e corrigido, passando a ter um significado cientificamente correto para o aprendiz.

Para Ausubel (1980), a aprendizagem significativa não deve fazer do aprendiz um receptor passivo. Pelo contrário. Todo conhecimento anteriormente adquirido deve ser utilizado por ele, de maneira substantiva e não arbitrária, para que os significados dos materiais educativos possam ser captados de maneira progressiva. Nesse processo, ao mesmo tempo em que o conhecimento está se diferenciando em sua estrutura cognitiva, o aprendiz está também fazendo a reconciliação integradora, de modo a identificar semelhanças e diferenças entre o antes e o depois de modo que o mesmo seja reorganizado. Quer dizer, o aprendiz produz, constrói e reconstrói seu próprio conhecimento. (Moreira, 2005).

Moreira vem dar mais ênfase ao tema quando afirma que,

uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja relacionável ou incorporável à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não liberal, um material com essas características é dito potencialmente significativo. Outra condição é que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar, de maneira

substantiva e não arbitrária, o novo material potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva. (2006, p.19, p.20).

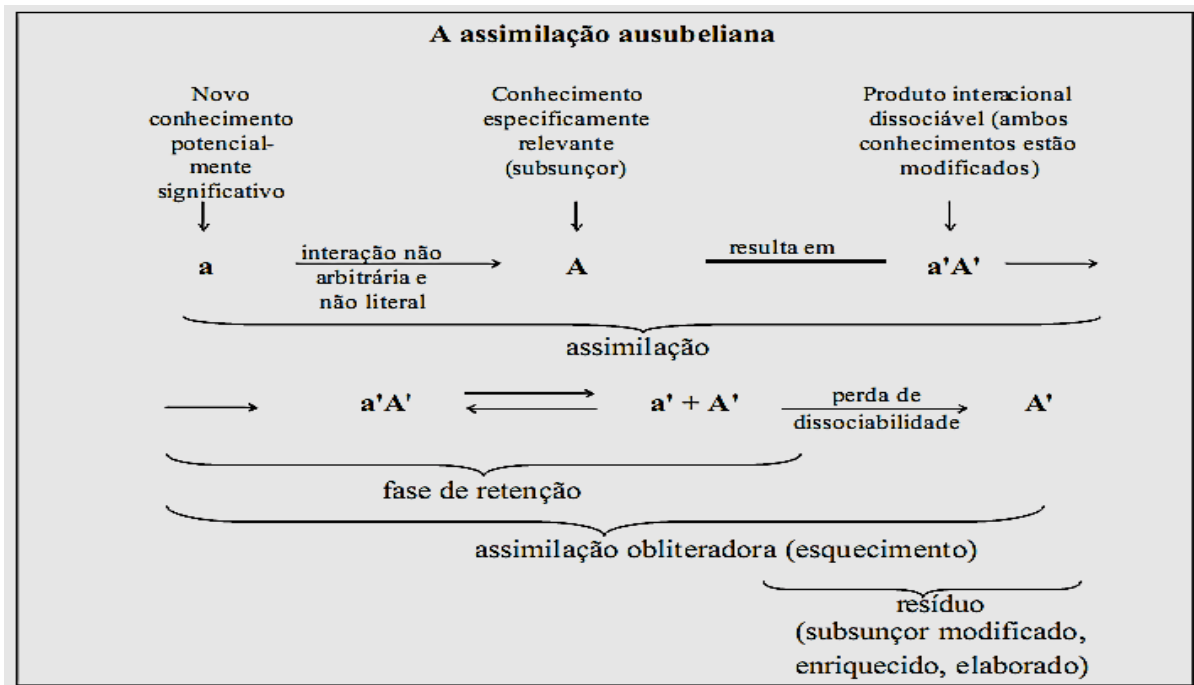
Como já citado anteriormente, um dos propagadores das ideias de Ausubel sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, aqui no Brasil, é o professor Marco Antonio Moreira, da UFRGS. Em uma palestra proferida por ele no ano de 2000 para explicar de uma forma mais clara os conceitos dessa teoria, o emérito professor recorre a um caso clássico da Física, que é a Lei da Conservação da Energia aplicada à Energia Mecânica. Segundo proferiu, durante uma aula se o aluno é motivado a resolver um problema que envolve transformação de energia potencial em energia mecânica e vice-versa, esse fato servirá para dotar esse aluno de um conhecimento prévio sobre o assunto. Posteriormente, se a Primeira Lei da Termodinâmica lhe for apresentada (não importa se em uma aula, em um livro ou em um moderno aplicativo) como a Lei da Conservação da Energia aplicada a fenômenos térmicos, o aluno dará significado a essa nova lei na medida em que “acionar” o subsunçor Conservação da Energia. Porém, este conceito ficará mais rico, mais elaborado, terá novos significados, pois o aluno compreenderá facilmente que a Conservação da Energia aplicar-se-á não só ao campo conceitual da Mecânica, mas também ao da Termodinâmica. (Moreira, 2000).

Esse exemplo quer nos mostrar, em particular, que esse conhecimento mais elaborado sobre Conservação da Energia, só foi possível graças aos conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do aluno, anteriormente trabalhados, mesmo de modo não tão bem elaborados, mas que serviu de âncora para a consolidação de um novo conhecimento. Através de uma interação integradora entre os dois conhecimentos, será possível ao aluno construir o significado de uma lei geral da Física, ou seja, que a energia sempre se conserva. Esse fato é o que, Ausubel, segundo Moreira, chama de Aprendizagem Significativa.

No contexto da aprendizagem significativa, o conhecimento prévio constitui-se a variável mais importante para a assimilação de novos conhecimentos, segundo Ausubel. Para o pesquisador: “se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende”.

Nesse processo em que a aprendizagem significativa relaciona conhecimentos prévios do aluno às novas aprendizagens, um conceito profundo que merece ser analisado, segundo Ausubel, é o Princípio da Assimilação, explicado de forma didática na Figura 02 – abaixo:

Figura 02 – Princípio da Assimilação



Fonte: A AS na visão clássica de Ausubel, extraído de Moreira (2005).

Para compreender melhor o princípio da assimilação, Ausubel et al... (1980, pp. 104, 111) cita:

Quando uma nova ideia a é aprendida significativamente e relacionada à ideia relevante estabelecida A , tanto as ideias são modificadas como a é assimilada pela ideia estabelecida A (...) formando o produto da interação A' a' (...) como observamos anteriormente, tanto a ideia potencialmente significativa a , quanto à ideia estabelecida A , à qual ela se apoia, sofrem transformações através do processo interacional (...) neste novo produto interacional, A' a' , não perdem completamente sua identidade, uma vez que o equilíbrio da dissociação, A' a' « $A' + a'$ é estabelecido de tal forma que a' , dependendo das condições dominantes, tem um determinado grau de dissociação enquanto que uma entidade identificável (...) o grau original da força dissociativa de a' , após a aprendizagem Significativa varia de acordo com fatores como a relevância da ideia básica A , a estabilidade e clareza de A , e a extensão em que A é discriminável do material de aprendizagem (ou seja de a).

Partindo desse entendimento podemos concordar que é através da Teoria da Assimilação que o ser humano é capaz de construir significados para a aquisição de

novos conhecimentos e, desse modo, apontar caminhos para a elaboração de estratégias diversificadas de ensino que facilitem apreensão de uma aprendizagem significativa.

Outro importante elemento que precisa ser tratado quando estudamos a Teoria da Aprendizagem Significativa é o que Ausubel denomina de organizadores prévios.

Farias (1989) diz que: “organizadores prévios são materiais introdutórios destinados a facilitar a aprendizagem de tópicos específicos ou conjunto de ideias consistentemente relacionadas entre si”. Moreira (2006) complementa e diz que “[...] eles podem tanto fornecer ‘ideias âncoras’ relevantes para a aprendizagem significativa do novo material, quanto estabelecer relações entre ideias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva e aqueles contidos no material de aprendizagem”. Dessa forma, a utilização de organizadores prévios deve servir como um “ancoradouro provisório” para a nova aprendizagem que conduzam ao desenvolvimento de conceitos relevantes que facilitem a aprendizagem subsequente (MOREIRA & MASINI, 1982).

Para Ausubel, a principal função do organizador prévio é a de relacionar o que o aprendiz já sabe ao que ele deveria saber, de modo que o novo material pudesse ser aprendido de forma significativa. Ou seja, os organizadores prévios são úteis porque facilitam a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas”.

Segundo Moreira (2006, pp. 137 e 138), os organizadores prévios não são simples comparações introdutórias, pois, diferentemente destas, organizadores, devem:

- 1 – Identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- 2 – Dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
- 3 – Prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo

material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos.

Na presente proposta de trabalho levanta-se a hipótese de que o uso de um *software* para tratamento do conteúdo de cinemática, no MRU e MUV, teria a função de organizador prévio, envolvendo, assim, um determinado conceito a ser estudado, apresentando-o de maneira significativa para o aprendiz (aluno). Dentro da proposta de Ausubel, a palavra significativa refere-se a um processo de ancoragem seletiva, não arbitrário e não literal, conforme a existência de subsunçores relevantes.

Segundo Moreira (1999), Ausubel definiu dois processos que podem acontecer durante a aprendizagem significativa, que são: a Diferenciação progressiva e a Reconciliação integrativa. Por definição, temos que:

- **Diferenciação progressiva:** um novo conceito é aprendido pelo processo de subordinação, mas também modifica seu subsunçor. Esse processo é importante para programar o ensino, pois indica que ideias e conceitos mais gerais sejam apresentados no início, e são aprofundados aos poucos. O sujeito tem primeiro uma visão mais geral do assunto, para depois se aprofundar.

Segundo Novak e Gowin (1996, p. 114),

O princípio de Ausubel da diferenciação progressiva estabelece que a aprendizagem significativa é um processo contínuo, no qual novos conceitos adquirem maior significado à medida que são alcançadas novas relações (ligações preposicionais). Assim, os conceitos nunca são “finalmente aprendidos”, mas sim permanentemente enriquecidos, modificados e tornados mais explícitos e inclusivos à medida que se forem progressivamente diferenciando. A aprendizagem é o resultado de uma mudança do significado da experiência, e os mapas conceituais são um método de mostrar, tanto ao aluno como ao professor, que ocorreu realmente uma reorganização cognitiva.

- **Reconciliação integrativa:** acontece durante a aprendizagem superordenada ou combinatória. É quando ideias de estrutura cognitiva são relacionáveis, fazendo com que essa estrutura se reorganize, promovendo novos significados para os conteúdos, fazendo relações entre as ideias.

Ainda de acordo com Moreira (2006, p. 37),

As novas informações são adquiridas e elementos existentes na estrutura cognitiva podem se reorganizar e adquirir novos significados. Esta recombinação de elementos previamente existente na estrutura cognitiva é referida por Ausubel como reconciliação integrativa.

Já tratamos anteriormente sobre as condições necessárias para garantir que a aprendizagem significativa aconteça. Não podemos apenas lançar mão de conceitos prontos e acabados, e simplesmente apresentá-los ao aluno. Pelo contrário, é preciso avaliar o que o mesmo precisa aprender. Para isso, é preciso considerar a estrutura cognitiva do aprendiz em primeiro lugar, cabendo ao professor avaliar os conhecimentos prévios existentes para, em seguida, identificar os conceitos básicos que envolvem o assunto a ser ensinado, e como eles são estruturados. (MOREIRA, 1999).

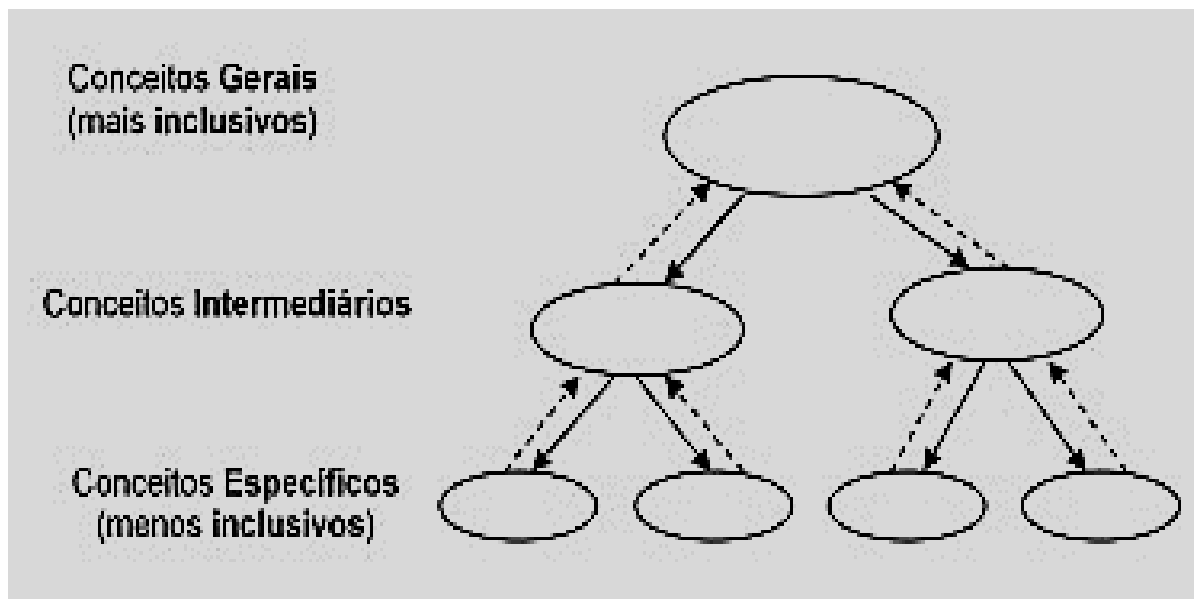
Outro ponto que também deve ser levado em conta pelos professores é a forma como os conteúdos precisam ser organizados (estruturação do conhecimento), enfim, como será a sequência do material apresentado. Nesse momento é interessante usar as ideias âncora (conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do sujeito) relevantes para o tema, apresentando-as numa sequência natural de aprendizagem.

Acrescente-se ainda que cabe ao professor consolidar o que está sendo estudado antes de apresentar novos conteúdos. Basicamente, o professor deve:

- Identificar os conceitos inclusivos e organizá-los do mais geral para o mais específico;
- Identificar os subsunçores relevantes para o conteúdo;
- Saber o que o aluno já sabe e quais subsunçores ele possui sobre o tema;
- Usar recursos que permitam a aquisição significativa do conceito da matéria.

Na Figura 03 podemos entender como a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa se relacionam, levando-se em consideração as ideias de conhecimentos prévios e posteriores, presentes na estrutura cognitiva do sujeito.

Figura 03 – Representação esquemática do modelo de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa



Fonte – (MOREIRA; MASINE, 2006. P. 33)

Observe-se que as setas contínuas representam a diferenciação progressiva (partindo do conceito geral para os conceitos mais específicos) e as setas tracejadas representam a reconciliação integrativa (partindo dos conceitos específicos para os conceitos mais gerais).

A aprendizagem significativa pode ser categorizada em três tipos: aprendizagem representacional; aprendizagem conceitual e aprendizagem proposicional (MOREIRA, 2002, p. 16).

1º) Aprendizagem representacional – Atribui significados a determinados símbolos. Atribuir a símbolos (palavras) os significados dos referentes (objetos, eventos, conceitos). Geralmente subordinada. Exemplos deste tipo de aprendizagem são bastante utilizados em disciplinas científicas. Por exemplo, o uso do Δ (letra grega) é um símbolo que, em Física, representa variação.

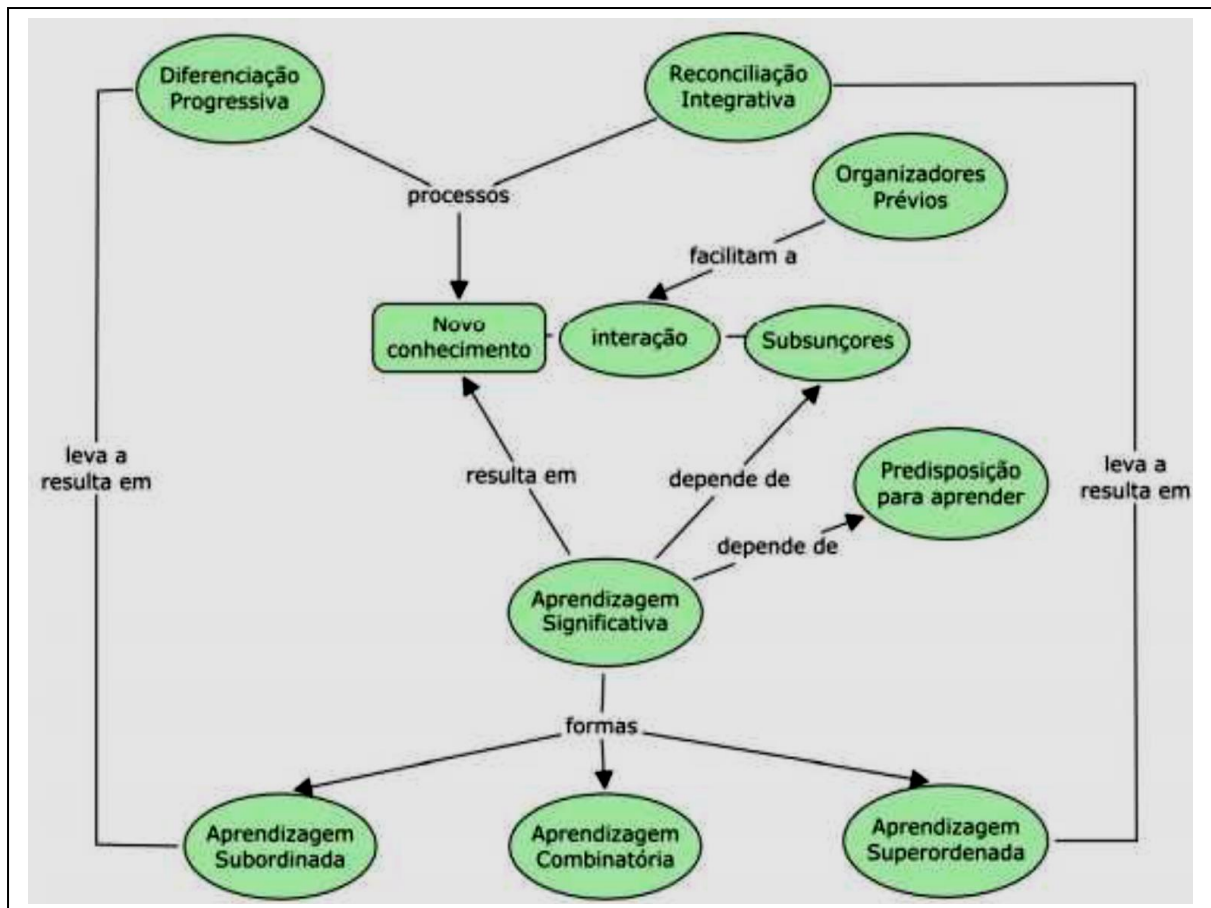
2º) Aprendizagem conceitual – Também engloba a representacional. Diferencia-se por ser genérica e categórica, representando abstrações dos atributos essenciais dos referentes. Geralmente superordenada. Nesta etapa, o uso do ΔS , por exemplo, pode representar a diferença entre dois momentos (inicial e final).

3º) Aprendizagem proposicional - Aprender os significados das ideias em forma de proposição. Qual o significado que está além da soma dos significados das palavras ou conceitos? “Geralmente Superordenada ou Combinatória. Contrariamente à aprendizagem representacional, a tarefa não é aprender significativamente o que palavras isoladas ou combinações representam, e sim, aprender o significado de ideias em forma de proposição”. (MOREIRA, 1983).

Ainda segundo Ausubel, a aprendizagem significativa pode ocorrer de três formas: Subordinada, Superordenada e Combinatória. Entretanto, dentro da proposta didático-pedagógica da presente pesquisa, não há necessidade de defini-las.

Como conclusão, porém sem a pretensão de exaurir o conteúdo, a Figura 04 representa um *mapa conceitual* explicativo de forma organizada e hierarquizada, e sugere um resumo da Teoria da Aprendizagem Significativa, segundo David Ausubel. Os mapas conceituais, a propósito, foram desenvolvidos no início da década de 1970 por Joseph Novak e seus colaboradores na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos, decorrente da teoria cognitivista de David Ausubel, criada em 1963, em Nova Iorque. Segundo Moreira e Buchewitz (1993), “os mapas conceituais podem ser entendidos como um instrumento didático para mostrar as relações entre esses conceitos que estão sendo ensinados em uma aula, em uma unidade de estudo ou em um curso inteiro”.

Figura 04 – Alguns conceitos básicos da teoria de Ausubel.



Fonte: Moreira, Buchweitz, 1993, p. 43.

3.2 O papel do professor na perspectiva da Aprendizagem Significativa

Como já sabemos, alguns conceitos que são apresentados em sala de aula, principalmente no ensino de Ciências, como em Física, por exemplo, dificilmente são assimilados pelos alunos de maneira significativa. Às vezes os alunos estudam determinados conteúdos sem, necessariamente, terem conhecimento da sua importância para a compreensão da sua realidade. Esse fato deve-se principalmente ao caráter científico que esses conteúdos apresentam. Dessa forma, cabe aos professores organizar estratégias de ensino que facilitem a sua aprendizagem por parte dos alunos.

Dentro da proposta da Teoria da Aprendizagem Significativa defendida por Ausubel, para que o aluno compreenda bem determinados conceitos, os conhecimentos ou proposições anteriormente vigentes precisam ser reformulados, ou seja, aquilo que o aluno aprendeu de maneira arbitrária vai aos poucos sendo

substituídos por novos conceitos. Segundo Moreira, já mencionado no item anterior, “cabe aqui ao professor identificar a estrutura conceitual e proposicional do material de ensino”.

Nesse contexto, vale lembrar qual o papel dos *subsunçores* e sua importância para a validação dos conteúdos. O professor deve identificar quais são esses *subsunçores* (conceitos, proposições e ideias claras, precisas, estáveis), descrever sua relevância para a aprendizagem, e identificar o que o aluno deveria ter na estrutura cognitiva para aprender significativamente esse conteúdo. “Assim, durante o processo de aprendizagem, espera-se que o aluno abandone concepções inadequadas e as substitua por concepções aceitas cientificamente, de maneira significativa”. (RAMOS, 2009).

É papel do professor diagnosticar o que o aluno já sabe; distinguir dentre os *subsunçores*, especificamente os mais relevantes, e logo após mapear e organizar a matéria de ensino. Ou seja, identificar quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno para, a partir daí ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a passagem da estrutura conceitual da matéria de ensino, para a estrutura cognitiva do aluno de maneira significativa.

De acordo com Ausubel, a aprendizagem pode ser classificada de duas formas distintas (Ausubel *et al.*, 1980). Conforme já destacamos, a primeira é a chamada aprendizagem mecânica. Nessa categoria, o novo conhecimento relaciona-se de forma arbitrária na estrutura cognitiva do sujeito. Dessa forma, há uma ênfase apenas na memorização dos conhecimentos. Contudo, não é nesse tipo de aprendizagem que se está interessado, mas no que considera aquilo que o aluno já sabe, isto é, seu conhecimento prévio, o que pode gerar uma segunda forma de aprendizagem que chamaremos de aprendizagem significativa.

Como já foi dito, é importante salientar que as duas aprendizagens, mecânica e significativa, não são totalmente opostas, pelo contrário, fazem parte de um todo, porém, cada uma em um extremo de modo que a aprendizagem mecânica, dentro de um processo dinâmico pode contribuir para que o estudante aprenda significativamente.

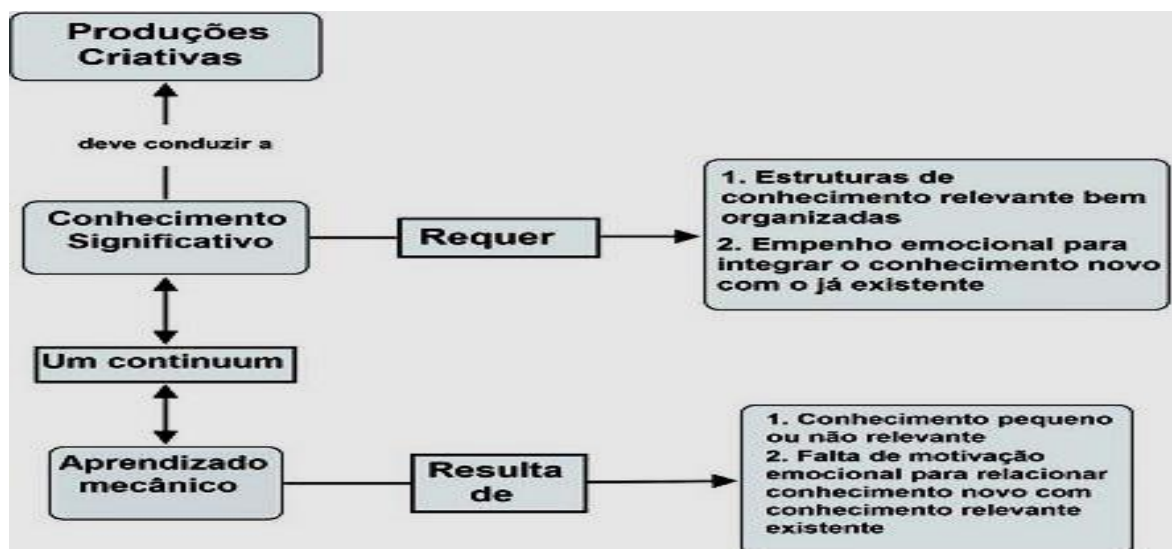
Ainda de acordo com Ausubel e colaboradores (1980), Novak e Gowin (1999) e Moreira (2006), o processo da aprendizagem significativa basicamente sustenta, entre outras, as seguintes premissas:

- a) Existência do conhecimento prévio;
- b) O aprendiz deve apresentar predisposição para aprender;
- c) Aprende-se de maneira significativa quando os conteúdos respondem a problemas de interesse próprio.

Dentro da teoria ausubeliana, uma estratégia que pode facilitar e ajudar na aprendizagem significativa de conteúdos por parte dos alunos, e que pode ser amplamente utilizada pelos professores são os chamados Mapas Conceituais (Novak & Gowin, 1996), já referidos anteriormente.

Os mapas conceituais são instrumentos que facilitam a Aprendizagem Significativa uma vez que resumem, exemplificam e especificam determinados conteúdos de modo objetivo e claro e, anteriormente, funcionam como instrumentos de avaliação dos conceitos prévios do aluno sobre determinado assunto ou tema. Contribuem ainda para que os alunos organizem e relacionem conceitos de uma determinada unidade de ensino e devem ser utilizados, preferivelmente, quando estes já possuem certa familiaridade com o conteúdo. A Figura 05 apresenta um modelo de Mapa Conceitual.

Figura 05 – Modelo de Mapa Conceitual



Assim, “os mapas de conceitos são bons instrumentos para representar a estrutura cognitiva do aluno, averiguando além dos *subsunções* já existentes, as mudanças que ocorrem na estrutura cognitiva durante a instrução”. (MOREIRA, M. A. 1980).

Dessa forma,

os mapas conceituais podem ser vistos como diagramas, construídos através do uso de signos. Cada tipo de modo poder determinar (ou ser determinado) pela forma, cor externa ou de preenchimento, enquanto as ligações podem ser identificadas pela espessura da linha, cor ou outras formas de representação (GAINES e SHAW, 1995).

Para Tavares (2007, p. 74), “quando um aprendiz utiliza o mapa durante seu processo de aprendizagem de determinado tema, vai ficando claro para si as suas dificuldades de entendimento deste tema”. Nesse caso, o papel do professor na dinamização desse procedimento se torna bastante relevante.

Tavares (2007) salienta ainda que:

a função mais importante da escola é dotar o ser humano de uma capacidade de estruturar internamente a informação e transformá-la em conhecimento. A escola deve propiciar o acesso à meta-aprendizagem, o saber aprender a aprender. Nesse sentido, o mapa conceitual é uma estratégia facilitadora da tarefa de aprender a aprender (p. 81).

Partindo desse pressuposto teórico, Moreira (1988), ainda esclarece que os mapas conceituais são instrumentos que, dentro de um determinado contexto, contribuem para demonstrar as mudanças na compreensão conceitual de um educando ou grupo de educandos em relação a determinados conteúdos.

Ainda dentro da proposta da teoria de Ausubel, outro elemento que pode proporcionar uma aprendizagem significativa, defendida nesta pesquisa, é a utilização das tecnologias aplicadas à educação. O uso de um *software* educativo poderá despertar no aluno o interesse pelo conteúdo que está sendo estudado, e assim, aproximá-lo da sua realidade. Cabe, portanto, ao professor apropriar-se destas ferramentas e tratá-las adequadamente em sala de aula.

O avanço científico e tecnológico tem sido introduzido nas escolas de forma gradativa e contribuído de forma satisfatória para o desenvolvimento do ensino em todas as áreas. Cabe ao professor buscar uma formação em serviço para adquirir os

conhecimentos que lhes permita utilizar essas ferramentas no processo da educação de seus alunos. Nesse sentido, os professores precisam entender que a tecnologia é como uma rede dinâmica de temas ou especialidades inter-relacionadas para propiciar a unificação desses conhecimentos.

Dentro das perspectivas da educação formal, essas novas relações (uso de redes de comunicação, recursos de multimídia e emprego da tecnologia computacional), são fatores capazes de desenvolverem nos alunos um certo dinamismo na sala de aula de modo a favorecer a melhoria do processo de ensino e aprendizagem, com qualidade. “Além de envolverem a racionalidade técnico-operatória e lógico-formal, ampliam a compreensão sobre aspectos sócio-afetivos e tornam evidentes fatores pedagógicos, psicológicos, sociológicos e epistemológicos”. (ALMEIDA, 1988).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) já apontam para a utilização da tecnologia no desenvolvimento do ensino das ciências, necessariamente no ensino da Física, de forma a compreendê-la como ferramenta para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

No contexto dos PCN, podemos destacar essa ênfase que vem sendo dada ao ensino da Física a partir do desenvolvimento científico e tecnológico, onde podemos destacar o que vem sendo denominado de “competências de ensino”, quais sejam (BRASIL, 1999):

- Investigação e compreensão dos fenômenos físicos;
- Linguagem física e sua comunicação;
- Contextualização histórico social.

Partindo da investigação e compreensão dos fenômenos físicos, podemos perceber a preocupação com o uso da ciência e da tecnologia na história, na cultura contemporânea e na atualidade, bem como a ética e a cidadania, como forma de valorizar o conhecimento científico e tecnológico em todo o processo de ensino e aprendizagem, conforme podemos verificar a seguir:

- Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social;
- Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea;
- Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.
- Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.

Nesse sentido, é importante a compreensão de enunciados que envolvam códigos e símbolos, discriminação e tradução de linguagens matemáticas, elaboração de esquemas e interpretação de temas científicos, levando à possibilidade de evidenciar ao menos dois aspectos do ensino de Física nas escolas. O primeiro é que a Física deve ser vista como parte da cultura dos povos; o segundo é a possibilidade de compreensão do mundo através da interdisciplinaridade. Os PCN informam ainda que a Física deve buscar assegurar o resgate da competência investigativa dos alunos e o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita. Além disso, deve ser entendida como cultura na medida em que a escola deve promover o acesso da população a outros saberes produzidos pela humanidade, como sugerido pelos PCN.

Como enfatiza Vygotsky (1996),

É importante que o aluno seja também um agente no processo de aprendizagem. E que esteja em constante atividade com o meio para que mantenha vivo o desejo de aprender conteúdos provenientes da relação com os docentes, estando, assim, a estruturar a realidade que o cerca em sua própria consciência.

Portanto, diante de todo esse processo de ensino e aprendizagem, mediado pela inserção da tecnologia na escola, o papel do professor em sala de aula vem revestir-se de fundamental importância, principalmente em todo o seu percurso de formação. Nesse sentido cabe ao professor,

Organizar e dirigir situações de aprendizagem; administrar a progressão das aprendizagens; conceber e fazer evoluir os dispositivos de diferenciação; envolver os alunos em suas aprendizagens e em seu trabalho; trabalhar em equipe; participar da administração escolar; informar e envolver os pais;

utilizar novas tecnologias; enfrentar os deveres e os dilemas éticos da profissão; administrar a própria formação (Marangon; Lima, 2002, p. 24).

A partir dessa dinâmica da educação no envolvimento e na participação dos educadores para o bom desenvolvimento do ensino, entendemos que é indiscutível a existência de uma boa formação por parte desses educadores; e essa boa formação depende essencialmente da atitude do professor, de se compreender como alguém que, por profissão, precisa estar em contínua formação. Isso pode ser dito de maneira ainda mais radical, ou seja, se há algo de realmente importante que o professor possa fazer para seus alunos é ensiná-los a aprender e isto significa dar exemplo da necessidade e da possibilidade do permanente aprendizado e dar testemunho de que este aprendizado é prazeroso (PCN, 1999, p. 142).

Segundo as DCNEM (Diretrizes Curriculares Nacionais Ensino Médio) para a formação de professores, tratando da experiência do profissional da educação, nos indica que:

É um tipo de conhecimento que não pode ser construído de outra forma senão na prática profissional e de modo algum pode ser substituído pelo conhecimento “sobre” essa prática. Saber – e aprender – um conceito, ou uma teoria é muito diferente de saber – e aprender – exercer um trabalho. Trata-se, portanto, de aprender a “ser” professor. Perceber as diferentes dimensões do contexto, analisar como as situações se constituem e compreender como a atuação pode interferir nelas é um aprendizado permanente, na medida em que as questões são sempre singulares e novas respostas precisam ser construídas. A competência profissional do professor é, justamente, sua capacidade de criar soluções apropriadas a cada uma das diferentes situações complexas e singulares que enfrenta. [...] o conhecimento experiencial pode ser enriquecido quando articulado a uma reflexão sistemática. Constrói-se, assim, em conexão com o conhecimento teórico, na medida em que é preciso usá-lo para refletir sobre a experiência, interpretá-la, atribuir-lhe significado. (Brasil, 2002, p. 31).

Assim, quando se pensa na formação dos profissionais da educação, na perspectiva de uma aprendizagem significativa, o que se deseja é que esses sejam professores reflexivos e críticos, com um conhecimento satisfatório das questões relacionadas ao ensino-aprendizagem e em contínuo processo de autoformação. Também se deseja que eles sejam autônomos e competentes para desenvolver o trabalho interdisciplinar, de modo a envolver-se nos processos científicos e tecnológicos que promovem as mudanças sociais e educacionais dos tempos atuais. (PCN, 1999, p. 144).

3.3 O uso da tecnologia da informação e da comunicação no processo de ensino e aprendizagem, na visão das teorias de David Ausubel e José Armando Valente.

O objetivo desta parte da pesquisa é tratar do uso das TIC (Tecnologias da Informação e da Comunicação) na educação, a partir de uma abordagem de construção do conhecimento mais significativo, segundo Ausubel, e de forma sucinta, da ideia de espiral da aprendizagem, segundo José Armando Valente.

Atualmente a tecnologia está bastante presente na escola. O uso da informática e da comunicação associado à educação, tem propiciado a criação de mais um ambiente de aprendizagem, o LEI (Laboratório Educacional de Informática), que através do uso do computador e outros periféricos, ligados à rede mundial de computadores, a *Internet*, vem propondo um ensino de mais qualidade voltado tanto para o interesse dos alunos quanto dos professores, através do desenvolvimento de competências de habilidades particulares de cada disciplina, mas principalmente através da realização de projetos interdisciplinares e cooperativos.

Queremos indicar com isso que o principal objetivo das novas tecnologias que dão suporte à educação é fazer com que os alunos demonstrem mais interesse e motivação para aprender, despertando nestes maior senso crítico, dotando-os de mais liberdade para buscar a informação e o conhecimento desejados, mudando, assim, o paradigma que há muito tempo vem dominando o modelo tradicional de educação, como uma espécie de educação bancária, como bem retrata Paulo Freire no livro *Pedagogia do Oprimido* (São Paulo: Paz e Terra. pp. 57-76, 1996), segundo o qual se tem uma educação predominantemente como um instrumento de opressão; para longe disso, o que se deseja é uma educação moldada na pesquisa, no entretenimento e que desperte no educando a criatividade, efetivando assim uma aprendizagem mais significativa e que seja mais próxima da sua realidade.

Partindo desses pressupostos podemos citar Valente (1999, p. 98), segundo o qual:

A sociedade do conhecimento requer indivíduos criativos e com a capacidade para criticar construtivamente, pensar, aprender sobre aprender, trabalhar em grupo e conhecer seus próprios potenciais. Esse indivíduo precisará ter uma visão geral sobre os diferentes problemas [...] sociais que preocupam a

sociedade de hoje, bem como profundo conhecimento em domínios específicos. Isso requer um indivíduo que está atento às mudanças que acontecem em nossa sociedade e que tem a capacidade de constantemente melhorar e depurar suas ideias e ações.

Precisamos entender, no entanto, que apenas o uso das tecnologias na educação, como o computador, por exemplo, ou qualquer outra ferramenta, não garante a aprendizagem, vindo exigir do educador uma reflexão crítica sobre o valor pedagógico da informática, bem como sobre as transformações no futuro da educação. Ou seja, o computador sozinho não atende aos objetivos que se deseja alcançar para a formação desse sujeito crítico, dinâmico e criativo, comprometido com as mudanças sociais. O que formará o homem é a maneira como ele irá utilizar a máquina em seu benefício e em benefício da coletividade, cabendo ao professor, nesse momento, suscitar sua curiosidade para que o mesmo possa dominar a tecnologia e colocá-la a serviço da humanidade.

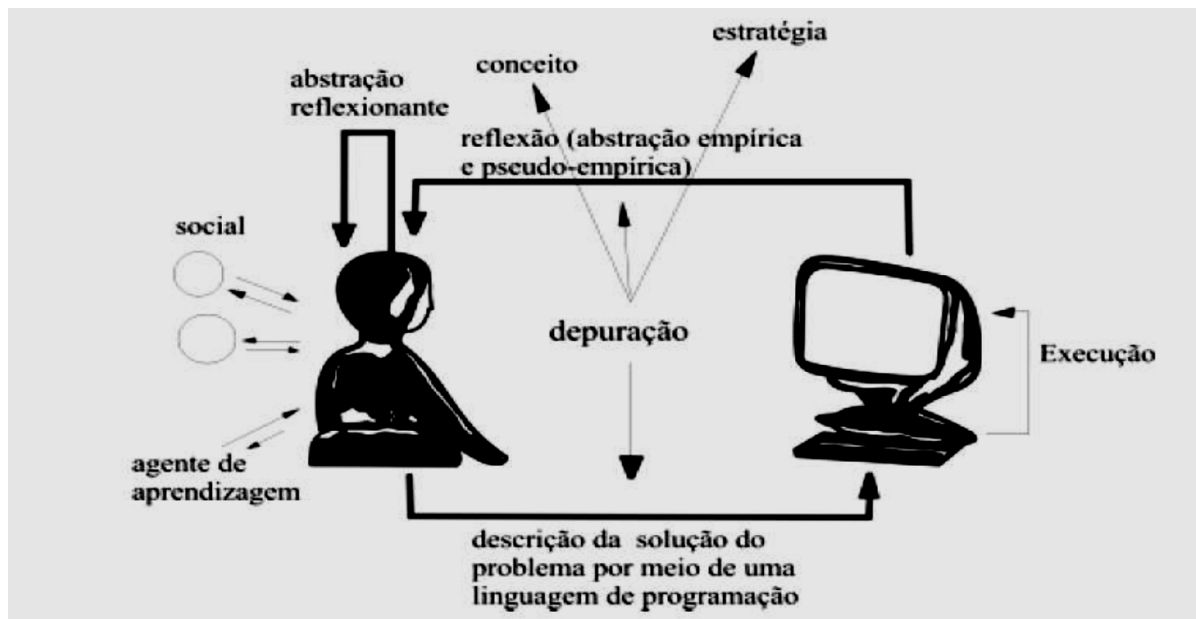
Introduziremos aqui algumas ideias associadas ao uso do computador como a modelagem computacional, por exemplo, que segundo Valente (1999), “consiste na busca de soluções para problemas científicos, analisando os fenômenos, desenvolvendo modelos matemáticos para sua descrição, e elaborando códigos computacionais para obtenção daquelas soluções”.

Ainda segundo Valente (2002, p. 108), citando o objetivo perseguido nesse estudo, “o computador como recurso pedagógico no ensino de Física, tornou-se um poderoso instrumento que ajuda a despertar o raciocínio”. Porém, não significa apenas isso, não basta apenas a máquina ou ter um laboratório de informática dentro da escola, o que se pretende, na verdade, é o desenvolvimento do ensino como um todo, do pensamento cognitivo do aluno, e assim propiciar mudanças, tanto na sua maneira de pensar quanto de agir.

O uso do computador na escola deve constituir-se em uma ferramenta bastante útil, quando colocado a serviço do professor e da educação. Bem trabalhado pedagogicamente, pode vir a ser capaz de despertar no aluno o interesse pelo estudo dos conteúdos. Esse interesse está relacionado às facilidades técnicas oferecidas pelos aplicativos, com o uso de *softwares*, por exemplo, que possibilitam a exploração de uma grande quantidade de atividades pedagógicas de forma rápida e bastante dinâmica, que professores e alunos podem realizar.

A figura 06, abaixo, quer demonstrar esse uso do computador pelo aprendiz, segundo o pensamento de Valente (2002), que enfatiza uma aprendizagem em forma de espiral da aprendizagem, ou seja, através de desafios que são colocados para o aluno durante o percurso, e que através de seus sucessivos erros e ações repetitivas vão, gradativamente, construindo o conhecimento baseando-se em suas próprias descobertas. Ao final a interação aluno-computador vai sendo elaborada a partir dessa construção que se dá entre o conhecimento já existente no cognitivo do aluno e a descoberta científica através da pesquisa (VALENTE 2002).

Figura 06 – Interação aprendiz com o computador na situação de programação.



Fonte: (TV – ESCOLA-SEED-MEC, 2003)

Usados dessa forma, essas ferramentas tecnológicas quando associadas a aulas bem planejadas e conteúdos devidamente programados, a partir de uma pesquisa na *Internet*, por exemplo, ou com o uso de um *software*, podem gerar no aluno uma alta expectativa, e despertar uma curiosidade que lhe permita a construção de uma aprendizagem mais significativa, ao confrontar os novos conhecimentos adquiridos de forma mais abrangente, em detrimento aos saberes anteriores. É nesse princípio que se baseia, na prática, a teoria defendida por Ausubel (2006), segundo o qual o aluno é ativo na construção do seu conhecimento e participa de todo o processo educacional. E é também partindo desse ensinamento que se fundamenta o presente estudo.

Precisamos acreditar também que o contexto social e educacional no qual o aluno está inserido, deva oferecer as condições propícias e necessárias para que o processo de ensino favoreça a aprendizagem significativa. Daí a importância da inserção, nos espaços escolares, de ambientes interativos, a exemplo dos LEI's, cabendo ao professor usar as ferramentas informáticas que possuem características interacionistas e construtivistas, para a promoção de uma educação significativa e de qualidade.

Assim é que o Ministério da Educação (MEC), ao ser desafiado pela sociedade a implementar nas escolas esses ambientes tecnológicos, reconhece a sua importância para o desenvolvimento científico e cultural da humanidade, e acrescenta que é necessário que se criem condições para o fortalecimento de competências e habilidades que permitam “[...] a adaptação e a permanência no mercado de trabalho, como também a formação de cidadãos críticos e reflexivos em qualquer modalidade de ensino [...]” (BRASIL, 1998, p. 138).

Numa sociedade em que se convive com a supervalorização do conhecimento científico e com a crescente intervenção da tecnologia no dia-a-dia, não é possível pensar na formação de um cidadão crítico à margem do saber científico. (BRASIL, 1997a, p. 21).

O pensamento que se tem hoje de uma sociedade formada por cidadãos críticos e reflexivos, que dominam o conhecimento científico e tecnológico, foge da definição de Valente (1998), retratada numa educação tradicional. Para o autor, durante muito tempo predominou na escola, e talvez ainda predomine em muitas realidades esse tipo de educação, em que apenas o professor é o detentor do conhecimento, do saber, e o aluno um ser meramente passivo, apenas um recipiente que deve ser preenchido. Desse modelo de educação resulta um cidadão com capacidade crítica e visão de mundo limitadas, o que muito irá dificultar sua vida numa sociedade competitiva, dominada pelo capitalismo, supervalorizada pela ciência e refém da tecnologia.

A presente pesquisa pretende mostrar, baseando-se nos estudos de Ausubel que o uso da tecnologia da informação e da comunicação no processo de ensino e aprendizagem, com o uso de um *software* para facilitação da apreensão do conhecimento, deve fugir desse modelo de ensino tido por alguns autores como meramente tradicional, para aproximar-se de uma aprendizagem mais crítica, mais

dinâmica, mais atrativa e mais interativa para o aluno, do tipo defendido por ele como aprendizagem significativa, pautada no saber e na experiência extraescolar e na sua própria realidade.

Esses princípios de educação mencionados por Ausubel, e amparados na teoria de Valente, estão pautados na própria Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei 9394/96 (BRASIL, 1996, p. 1) em seu artigo 3º, quando define que os princípios e fins da educação, dentre outros são:

II – Liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber.

III – Pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas.

IV – Respeito à liberdade e apreço à tolerância.

X – Valorização da experiência extraescolar.

XI – Vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais.

Assim podemos perceber que, tanto os currículos escolares, quanto a formação dos profissionais da educação e os ambientes escolares, precisam adequar-se a uma nova realidade de educação. Essa nova realidade deve estar pautada num ambiente científico e tecnológico, capaz de tornar o aluno um cidadão pleno, em todos os seus aspectos, consciente de seus direitos e deveres, e conhecedor de sua realidade, a partir da aquisição de um conhecimento significativo de mundo e de sociedade.

3.4 Uso do *software Modellus* e sua aplicação no Ensino de Física

Como já vimos tratando, a Física e a Matemática são disciplinas importantes para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia tão presentes na sociedade atual. Porém, embora vistas dessa forma, a grande maioria dos alunos ainda apresentam dificuldades de aprendizagem relacionadas a essas disciplinas, tanto no conhecimento quanto na abstração dos conteúdos. Isso se deve, necessariamente, a compreensão dos conceitos-base, principalmente da Física que requer, além desses conceitos, um domínio das operações matemáticas.

Possivelmente, uma das alternativas para uma melhor compreensão dos conteúdos dessas disciplinas, consista no uso de ferramentas computacionais especializadas. A possibilidade de realizar atividades experimentais em laboratórios virtuais, como atividades complementares aos conceitos estudados em sala de aula, pode ampliar no aluno um entendimento que antes não era possível e que gerava um certo desinteresse no domínio dos conteúdos e, conseqüentemente, uma defasagem na aprendizagem. Segundo Barreto (2011), “simulações e animações oferecem um potencial sem limites para permitir que os estudantes entendam os princípios teóricos das Ciências Naturais, a ponto de serem chamados de laboratórios virtuais”.

O *software Modellus* é uma ferramenta de uso computacional que permite ao aluno ter uma visão bastante clara em relação ao objeto de estudo. Seu uso como recurso pedagógico é bastante apropriado, pois num mesmo trabalho de pesquisa o aluno pode associar ao mesmo tempo diversas mídias, tais como: escrita, visual e sonora. E desse modo, potencializa as possibilidades pedagógicas da interação professor-aluno, contribuindo para a reelaboração de conceitos anteriormente estudados.

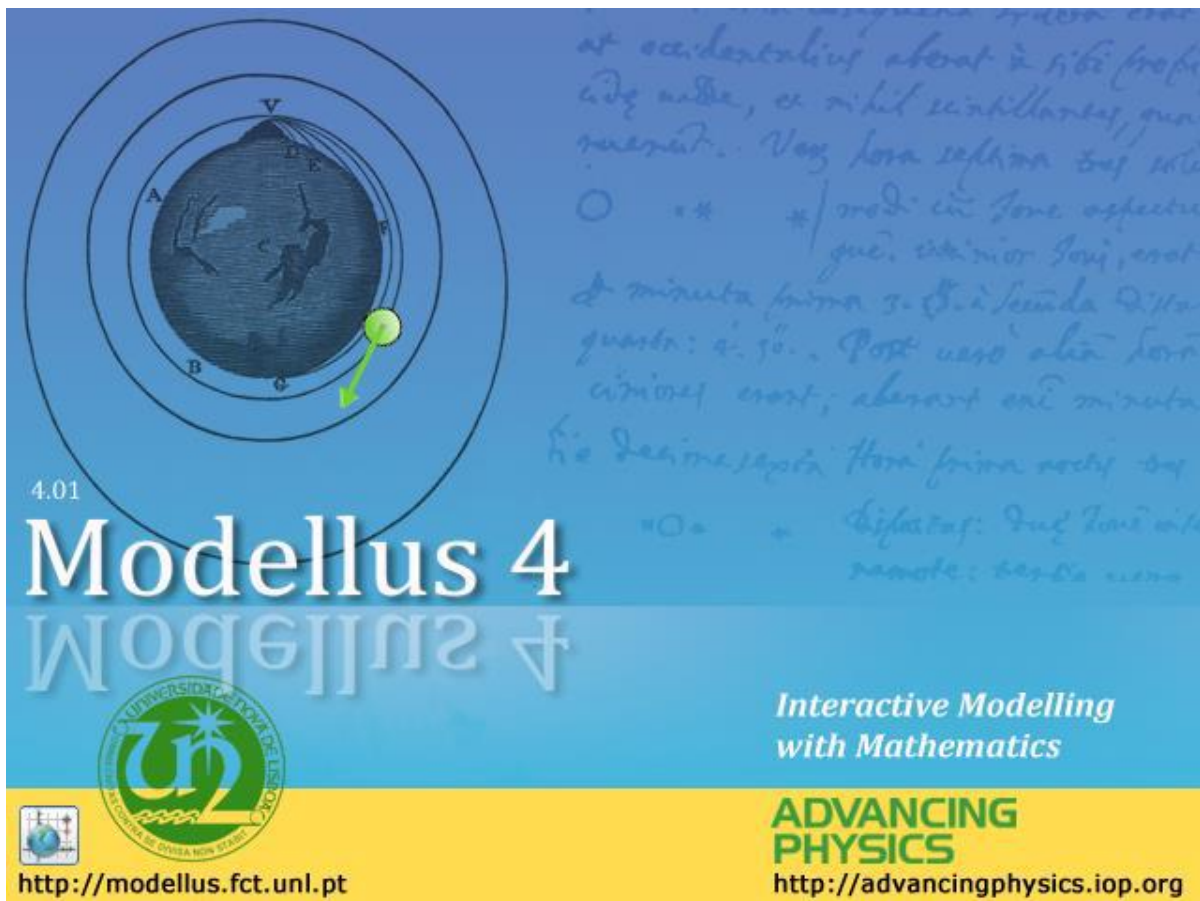
Diversos estudos realizados pelo Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul têm mostrado que existem diferentes *softwares* que podem contribuir para a aprendizagem e a compreensão dos conceitos de Física, como por exemplo: *Sistema de Modelagem Dinâmica*, *Stella*, *Easy Java Simulations*, dentre outros. Para a realização desta pesquisa escolhemos o *software Modellus* por diversas razões, dentre as quais a não necessidade de conhecimentos de programação para poder usá-lo. Além disso, ele pode ser utilizado pelo professor como um ambiente para apresentar e ilustrar determinados assuntos. Ele também pode ser usado pelo aluno como recurso para explorar um modelo matemático de um dado fenômeno físico, modificando parâmetros, condições iniciais e outros aspectos (UFRGS, 2013).

Ainda de acordo com os pesquisadores da UFRGS, o *Modellus* pode ser usado pelo aluno em diversas situações devido às variadas funções que o *software* apresenta, dentre às quais: realizar cálculos numéricos baseados em equações e dados especificados pelo usuário; apresentar os resultados na forma de gráficos e

tabelas; facultar a montagem de animações; fazer medidas de distâncias e ângulos sobre uma imagem, tudo isso numa mesma tela do computador.

Apresentamos, aqui, uma interface do *software Modellus* que será utilizado no objeto dessa pesquisa (figura 07) e logo em seguida um exemplo de aplicação em um dos conteúdos de Física que serão tratados pelos alunos nesse estudo (figura 08).

Figura 07 – Interface do Software Modellus



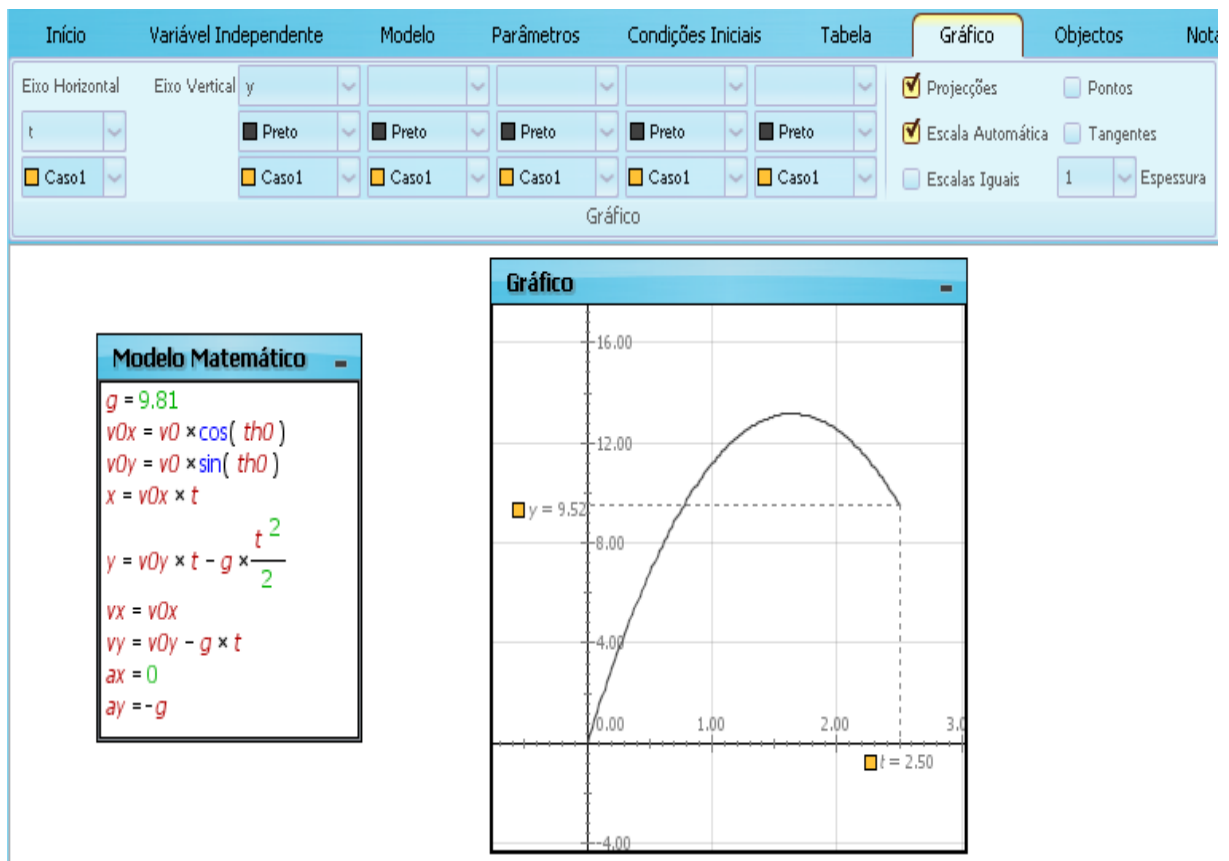
Fonte: <http://modellus.fct.unl.pt>

O *software Modellus* foi desenvolvido, e está sendo constantemente aprimorado, por um grupo liderado pelo Prof. Vitor Teodoro, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Aqui no Brasil esse *software* é amplamente divulgado e aplicado em diversos cursos de Física, nos mais variados conteúdos na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Um dos destaques do *software* é que ele permite montar animações, o que é particularmente interessante quando o assunto é a mecânica. Dentro do conteúdo da

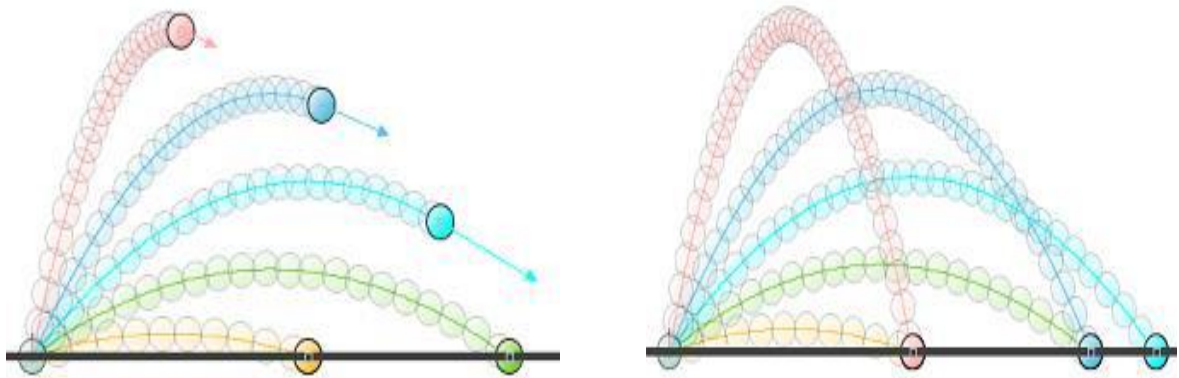
Física, demonstramos a seguir algumas situações utilizando o *Modellus* para resolver situações-problemas envolvendo o movimento de um projétil. Inicialmente apresentamos a interface da janela principal do programa (figura 08). Em seguida a representação de animação (figura 09), posteriormente a elaboração do gráfico da função para esse movimento (figura 10).

Figura 08 – Interface da janela principal do programa do *Modellus*



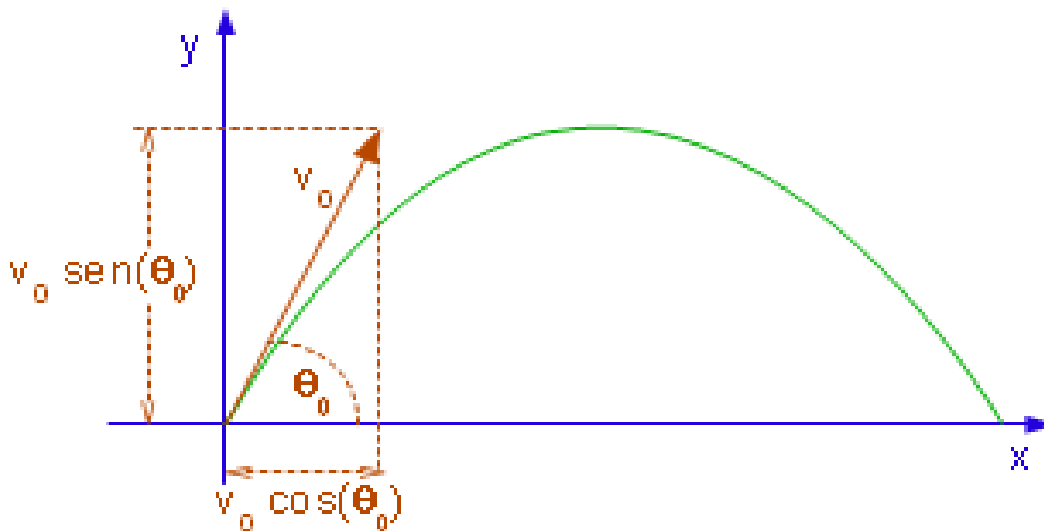
Fonte: <http://modellus.fct.unl.pt>

Figura 09 – Representação de animação de um movimento de lançamento.



Fonte: <http://modellus.fct.unl.pt>

Figura 10 – Gráfico da função do movimento de lançamento.



Fonte: <http://modellus.fct.unl.pt>

Conforme podemos perceber, a ideia básica do *Modellus* é a possibilidade de podermos realizar experiências a partir de modelos matemáticos, onde a interpretação do significado desses modelos é importante e não apenas a valorização do uso de cálculos. No caso de estudo do conteúdo da Física, permite a alunos e professores realizarem experiências com modelos matemáticos, controlando as variáveis tempo, velocidade e distância, analisando a variação da função e a respectiva representação

gráfica, preparando animações e utilizando os exercícios já propostos ou criando o seu próprio exercício no sistema de autor.

Partindo dessa ideia, com o uso do *software Modellus*, o que se pretende é criar na sala de aula um ambiente de interação a partir do uso de recursos tecnológicos propício ao desenvolvimento de competências e habilidades que facilitem a aprendizagem dos conteúdos de Física, levando-se em consideração o que os alunos já conhecem. Essa interação reúne elementos importantes para o desenvolvimento de uma aprendizagem satisfatória, de acordo com a proposta de David Ausubel, dentre os quais podemos citar: o aluno, a tecnologia e o professor.

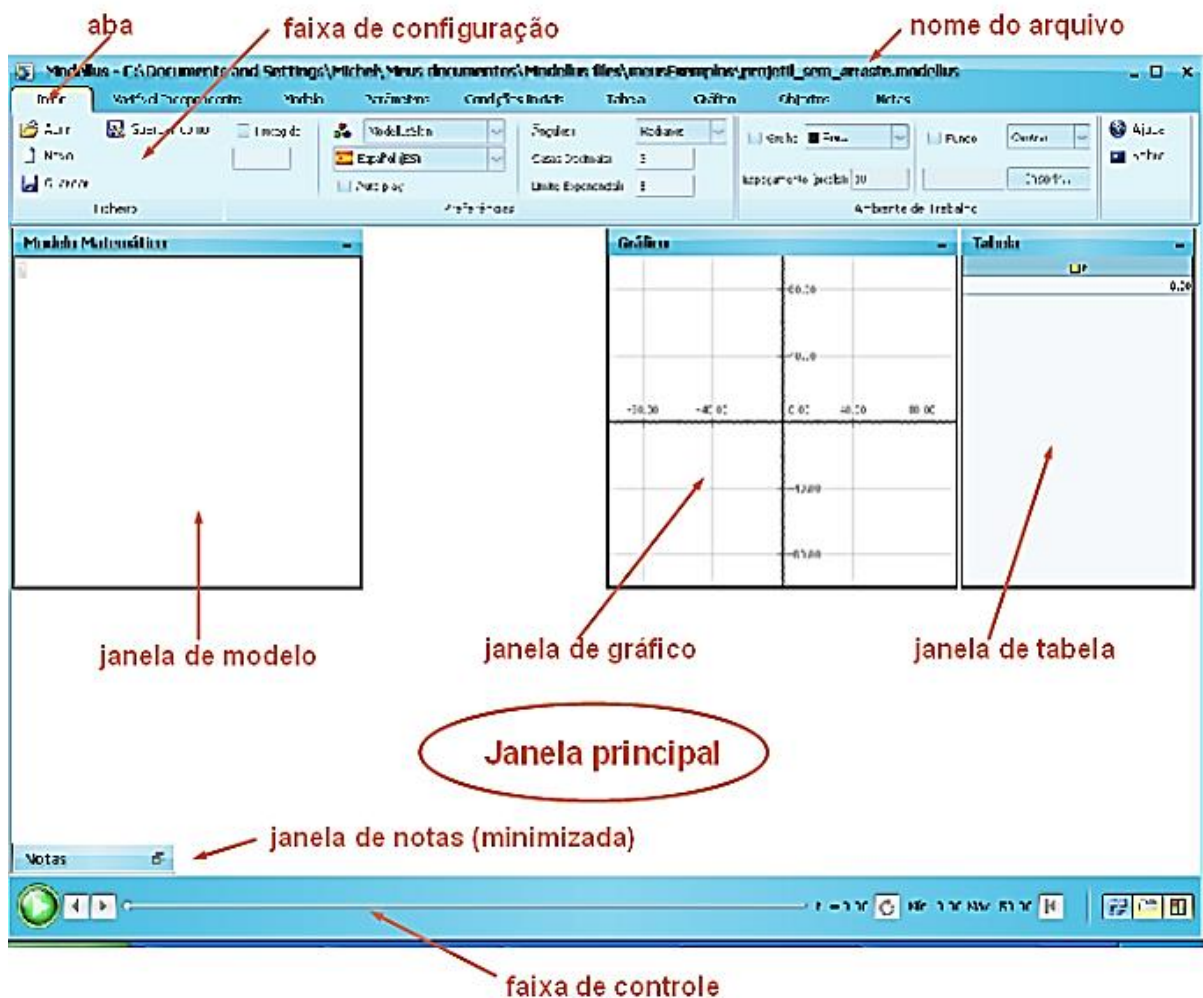
Para conhecermos melhor essa ferramenta que será amplamente utilizada nessa pesquisa, precisamos conhecer um pouco seu histórico. Saber, por exemplo que várias versões do *software Modellus* já foram apresentadas e tratadas em sala de aula em diversas pesquisas. Atualmente temos três versões disponíveis, as mais antigas foram descartadas. São estas as versões atualmente disponíveis:

- *Modellus 2.5* – Esse modelo foi criado para uso em ambientes onde os computadores estão instalados com o sistema operacional Windows XP;
- *Modellus 3* – Esse modelo é a versão do anterior, criado para Windows Vista;
- *Modellus 4.01* – Esta é a versão mais recente do programa. Está escrita em Java, o que significa que pode ser utilizada em qualquer sistema operacional.

Para fins didáticos utilizamos no presente trabalho de pesquisa esta última versão, 4.01. que é um *software* gratuito e pode ser baixado facilmente no endereço <http://modellus.fct.unl.pt/> , necessário apenas criar uma conta de usuário para fazer *download* de seu conteúdo. É importante notarmos que não existe compatibilidade entre as versões do *Modellus*, ou seja, um programa desenvolvido na versão mais antiga, tipo 2.5, por exemplo, não é compatível com a versão 4.01 e vice-versa, o que de certa forma contribui para que o programa apresente algumas limitações, dentre estas, por exemplo, rodar vídeos.

A figura 11 a seguir mostra uma interface do programa *Modellus* utilizado nessa pesquisa para que possamos nos apropriar de alguns de seus parâmetros. Vejamos:

Figura 11 – Organização da interface do *software Modellus*

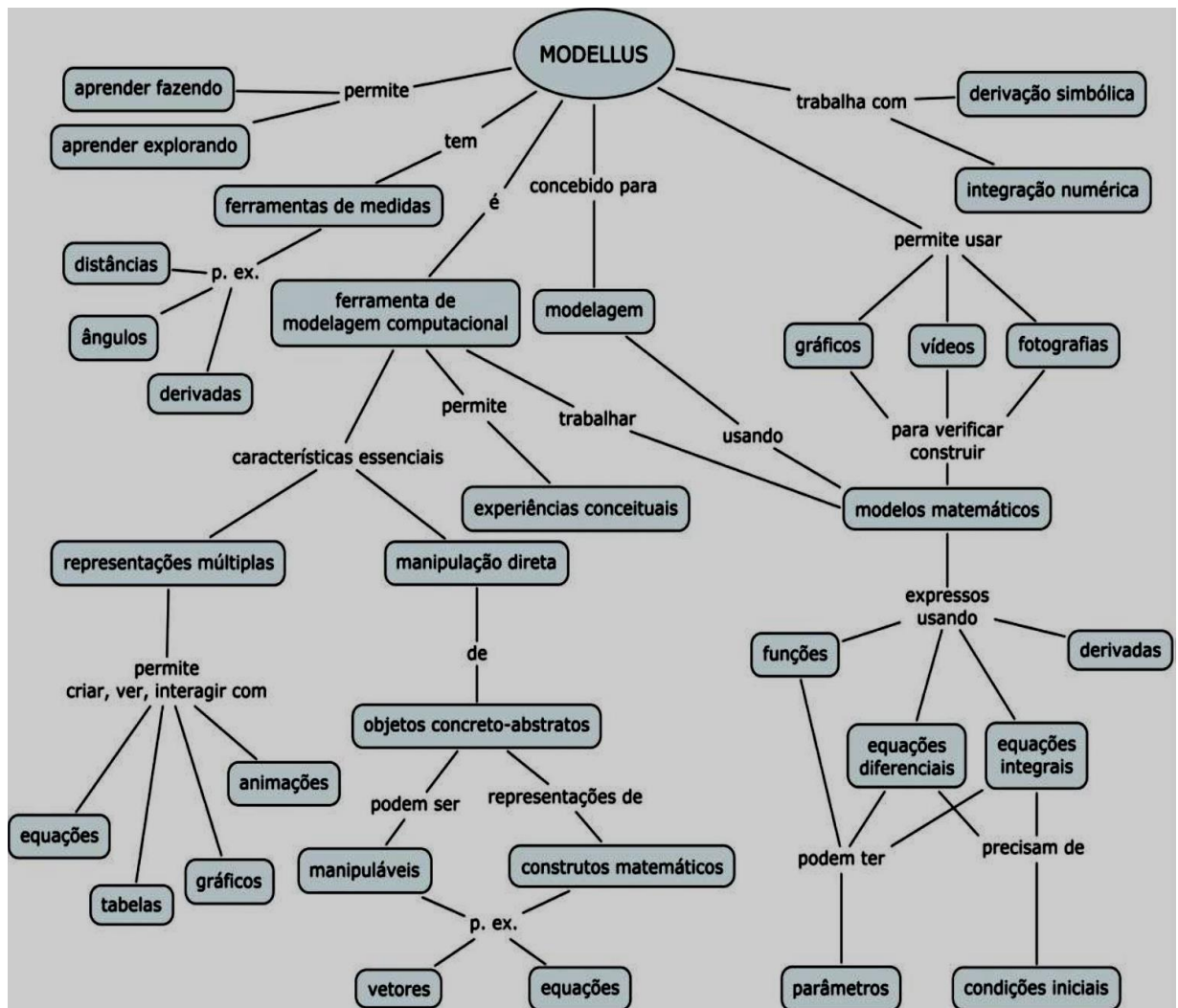


Fonte: http://www.if.ufrgs.br/computador_ensino_fisica/modellus/modellusI_interface.htm

Dentre os parâmetros utilizados nesse programa podemos destacar alguns, tais como: janela de modelo, janela de gráfico, janela de tabela e faixa de controle. Esses parâmetros serão detalhados à medida que os mesmos forem usados durante a pesquisa.

Ao concluir este item sobre a utilização do *software Modellus* e sua aplicação no ensino de Física, apresentamos na figura 12, um modelo de mapa conceitual que resume toda a estrutura e sua aplicação didática para o presente trabalho.

Figura 12 – Mapa conceitual do software *Modellus 4.01*



Fonte: Veit e Teodoro (2002, p. 91).

Como podemos perceber, nesse mapa conceitual do *Modellus 4.01* são exploradas as diferentes possibilidades de sua aplicação no ensino, não se limitando apenas à Física, mas também em inúmeras aplicações na resolução de situações-problemas envolvendo a Matemática.

4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO DA CINEMÁTICA

Neste capítulo, trataremos sobre a importância do estudo da cinemática. Analisaremos sua abordagem nos livros didáticos, como uma subdivisão do estudo da Mecânica Clássica, sua aplicação nas avaliações internas e externas, a importância do estudo de gráficos e tabelas para melhor compreensão dos conteúdos, as competências e habilidades exigidas para esse nível de ensino propostas nas Orientações Curriculares Nacionais (OCNEM – BRASIL, 2006) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ensino Médio (PCN – BRASIL, 2002), bem como a análise de algumas questões propostas nas últimas provas do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Tudo isso como forma de validar a relevância desse estudo, que tem início nas séries terminais do Ensino Fundamental e séries iniciais do Ensino Médio.

4.1 Apresentação do conteúdo de cinemática

Para a apresentação aos alunos do conteúdo de cinemática utilizado em sala de aula durante as sessões didáticas e nas simulações desenvolvidas no laboratório de informática da escola, através do uso do computador com a aplicação do *software Modellus*, foi elaborado um material didático baseado nas seguintes referências: OCNEM (BRASIL, 2006); PCNEM (BRASIL, 1999; 2006); (RAMALHO, NICOLAU E TOLEDO – Os Fundamentos da Física, Vol. 1 – Mecânica, 2009); (HELOU, GUALTER E NEWTON – Tópicos de Física, Vol. 1 – Mecânica, 2007); (ANTONIO MAXIMO E BEATRIZ ALVARENGA – Curso de Física, Vol. 1, 1998) e (WILSON CARRON E OSVALDO GUIMARÃES – As Faces da Física – Vol. Único, 2003).

4.2 Cinemática e suas aplicações

Segundo os PCN, a Física é uma ciência de vasto conhecimento, científico e tecnológico, que foi sendo acumulado ao longo da história da humanidade a partir de descobertas científicas, que aconteceram por acaso, ou através de longos períodos de estudo e experiência, por notáveis cientistas.

A seleção deste conhecimento tem levado o homem a dividir o ensino da Física em blocos didáticos distintos, como se tivéssemos várias físicas, considerando para isso os conceitos e fenômenos que se apresentam na natureza de maneira diferente.

Muito embora esses fenômenos não ocorram de maneira isolada, a divisão é utilizada pela maioria dos livros didáticos do Ensino Médio, o que muitas vezes contribui para a restrição ao conhecimento, sem considerar o seu sentido mais amplo (BRASIL, 1996, p. 4).

Como já tratamos anteriormente, a Física como uma ciência natural estuda a natureza e seus fenômenos. Ela tem por base o método científico e ampara seu conhecimento em outras ciências como a lógica e a matemática. Assim é que atualmente a ciência Física apresenta-se dividida em diversos blocos didáticos, a saber: Mecânica Clássica, ondulatória, Óptica, Termodinâmica, Eletromagnetismo, Física Moderna, Relatividade e Mecânica Quântica. Como citado anteriormente, cada uma dessas subdivisões está classificada conforme os fenômenos que lhes são mais característicos.

A Mecânica Clássica, dentro dessa divisão, é a que serve à nossa pesquisa. Ela descreve o movimento de objetos macroscópicos e pode ainda ser subdividida em Cinemática Escalar, Estática e Dinâmica. Surgiu no século XVI, durante a revolução científica, com a consolidação da Física como ciência moderna e tem em Galileu Galilei um dos seus principais representantes.

Figura 13 – Galileu Galilei, por Justus Sustermans 1636. As ideias de Galileu serviram de base para a construção dos princípios da Mecânica Newtoniana. (Vieira, 2009, pp 55-56).



Fonte: Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Gleb_Wataghin (acesso em 21 de abril 2017)

A Cinemática e suas aplicações é o objeto de nosso estudo. Essa parte da Mecânica Clássica preocupa-se com o estudo do movimento sem levar em consideração as forças atuantes e a massa do corpo. Para isso envolve alguns elementos característicos que são: trajetória, espaço (módulo do comprimento da trajetória), velocidade, aceleração e tempo.

O movimento aqui descrito é bastante relativo pois depende de outros elementos como variação de espaço, tempo e referencial para ser conceituado. Assim é preciso que se tenha um conhecimento mais preciso acerca desse movimento. Sua descrição exige observação e análise de variáveis importantes.

Assim, para bem compreendermos o conceito de cinemática no ensino de Física, nos valem muitas vezes de alguns recursos didáticos como gráficos, tabelas, diagramas e modelos matemáticos que nos permitem um maior detalhamento dos conteúdos a serem estudados. Esses elementos podem ser facilmente elaborados com o auxílio do *software Modellus*. Com esse objetivo elaboramos um manual de aprendizagem que será anexado ao presente trabalho. Porém, não é nosso objetivo reescrever os livros didáticos, mas oferecer subsídios a alunos e professores na formulação de hipóteses e resolução de problemas e exercícios envolvendo deslocamento, distância percorrida, velocidade, trajetória, referencial e aceleração, elementos que constituem a estrutura necessária para a descrição dos movimentos dos corpos estudado por esse ramo da Mecânica Clássica.

Durante muito tempo existia apenas uma grande área do conhecimento, chamada de Filosofia Natural. Somente após os séculos XVIII e XIX é que alguns elementos foram se distinguindo uns dos outros tornando-se necessária a divisão em conteúdos distintos, constituindo-se assim a Física, a Química e as Ciências Biológicas.

A Física por sua vez relaciona-se com outras ciências, o que didaticamente chamamos de interdisciplinaridade. Isso significa que podemos estudar determinada disciplina relacionando-a com o conteúdo de outra, pela proximidade que as duas ciências apresentam. Para análise didática, sugerimos abaixo uma relação de temáticas de diferentes áreas do conhecimento, que podem ser relacionadas à mídia aqui abordada:

- Relação com a Medicina: Objetos da Física são amplamente utilizados em medicina como a realização de procedimentos cirúrgicos de alta tecnologia e exames com os mais sofisticados equipamentos. O laser e a ressonância magnética são exemplos dessa tecnologia.
- Relação com a Química: Os modelos atômicos, os fenômenos que explicam as ligações químicas, momentos magnéticos do elétron (spin), distribuição eletrônica e até mesmo a tabela periódica são baseados nos estudos da Mecânica Quântica.
- Relação com as Artes: O harmônico movimento da dança e as ondas sonoras na música.
- Relação com a Biologia: Demonstração da conservação da energia a partir da quantidade de calor recebida e cedida por uma criatura viva. Determinação da velocidade de som e a anatomia do ouvido. Efeitos da aceleração sobre o corpo humano.

A seguir serão apresentadas algumas situações onde a aplicação da cinemática, como conceito físico, associada às equações matemáticas, poderá ser útil para a solução de problemas do dia a dia.

1.º Para entendermos como se dá o movimento dos corpos, por exemplo, podemos sugerir diversas situações que ocorrem o tempo todo ao nosso redor, como simplesmente atravessar uma rua.

“No momento de uma travessia é comum observarmos as pessoas olhando de um lado para o outro os movimentos dos veículos que, na maioria das vezes, ocorrem nos dois sentidos da via. Durante essa observação, enquanto o semáforo muda de cor, pode-se verificar o tempo gasto para um pedestre realizar essa travessia. Nesse momento, ter o conhecimento de algumas variáveis é importante. Por exemplo: distância a ser percorrida, tempo e velocidade. Se o pedestre se arrisca a atravessar a rua, enquanto o sinal estiver aberto e um carro vindo é porque, com certeza, este tem os conhecimentos básicos dos princípios da Física, isto é, ele consegue realizar o cálculo do tempo que lhe permita realizar a travessia em segurança”.

2.º Assistir a uma corrida de Fórmula 1 com os alunos é um bom momento para analisarmos uma série de conceitos físicos relacionados à cinemática. Vejamos alguns desses conceitos e como relacioná-los:

a) Descrever a trajetória, representada pela pista de corrida. Observa-se que há trechos da pista que representam diferentes trajetórias.

b) Espaço ou posição ocupada. Deve ser observada a localização do carro nos diversos pontos do circuito.

c) Partícula. Podemos ilustrar esse conceito analisando o próprio carro movendo-se na pista de corrida.

d) Velocidade média. Podemos calcular dividindo a distância percorrida em volta (considerando-se o comprimento da pista) pelo tempo gasto na mesma (indicado normalmente na tela durante a corrida).

e) Aceleração e velocidade. Nesse tópico devemos observar a disputa entre carros distintos (que devem estar numerados); esses carros certamente devem possuir acelerações diferentes. Além disso, existe uma velocidade limite, a qual denominamos de velocidade máxima, variando de um carro para outro. A partir dessa análise ficam claros os conceitos de aceleração e velocidade, principalmente quando as diferenças entre os resultados são acentuadas.

3.º Outro ponto importante para o entendimento e aplicação dos conceitos de cinemática são a análise dos movimentos em queda livre. Aqui, pode-se analisar a influência da resistência agindo sobre os objetos em queda livre.

“Pode-se indagar aos alunos sobre diversas situações. Por exemplo: por que os objetos caem? Quem chega primeiro ao solo, uma bolinha de gude ou uma pena, quando liberados de uma mesma altura? Qual a importância do uso de um paraquedas? Neste momento os alunos precisam entender que os objetos de massas diferentes levam o mesmo tempo para atingir o solo, desde que não estejam sob a ação da resistência do ar, ou seja, estejam em queda livre”.

O objetivo do tratamento dado aos conteúdos de Física através da realização e observação de situações diversas, como demonstradas anteriormente, é despertar no aluno o interesse em associar os conhecimentos científicos estudados, necessariamente nos livros didáticos, com situações reais, ou seja, observados no dia a dia. E, assim, procurar tornar a aprendizagem dos conteúdos mais significativa.

Vale ressaltar que as descobertas em Física nem sempre foram facilmente aceitas pela humanidade. Durante muitos séculos os cientistas procuraram explicar situações que contrariavam os interesses das classes dominantes e esse fato algumas vezes lhes custaram a própria vida. Aristóteles, filósofo grego, acreditava, por exemplo, que se dois corpos de massas diferentes fossem abandonados de uma mesma altura, o corpo “mais pesado” chegaria ao solo primeiro, ou seja, o tempo de queda de ambos seria diferente.

Foi somente muito tempo depois, já no século XVII, que o físico italiano Galileu Galilei, realizando experiências, conseguiu demonstrar que dois corpos de massas diferentes, quando desprezadas a resistência do ar e abandonado de uma mesma altura, chegariam ao solo no mesmo instante. Mesmo demonstrando experimentalmente o fato, as ideias de Galileu foram, durante muito tempo, questionadas e o cientista foi alvo de muitas perseguições por conta de suas ideias revolucionárias.

4.3 Interpretação de gráficos de cinemática.

Uma importante habilidade para a compreensão do estudo dos conteúdos da Física, como os movimentos, em cinemática, por exemplo, e em outros ramos da Física, consiste na construção e interpretação de tabelas e gráficos.

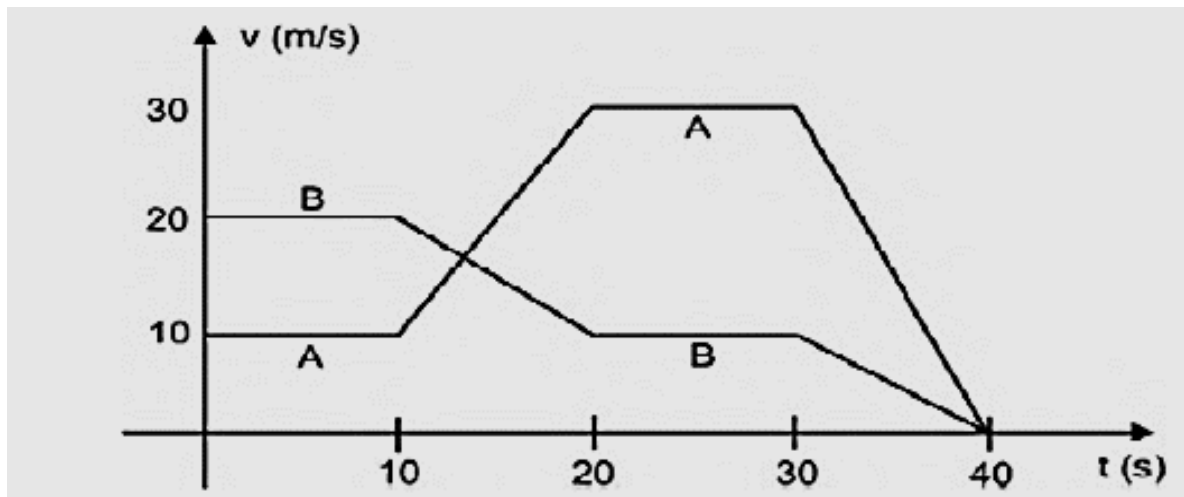
Usam-se as tabelas para generalizar os dados de um problema e simplificar informações, e os gráficos como recursos para representar um fenômeno que possa ser mensurado, um fenômeno físico, por exemplo, mas em outras situações, apresentar ilustrações de forma mais ou menos lógica. Podemos comparar os gráficos aos mapas, que indicam uma representação espacial de um determinado acontecimento ou lugar. Os gráficos, por sua vez, apontam uma dimensão estatística sobre um determinado fato.

Assim, com o objetivo de fundamentar o presente estudo, que em parte, será baseado nessas construções com o uso do *software Modellus*, apresentamos a seguir algumas situações em que a análise gráfica se apresenta bastante relevante.

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), por exemplo, registra em grande parte de seus testes o uso de gráficos, com o objetivo de apresentar situações do cotidiano usando grandezas físicas, tais como espaço, tempo, velocidade e aceleração.

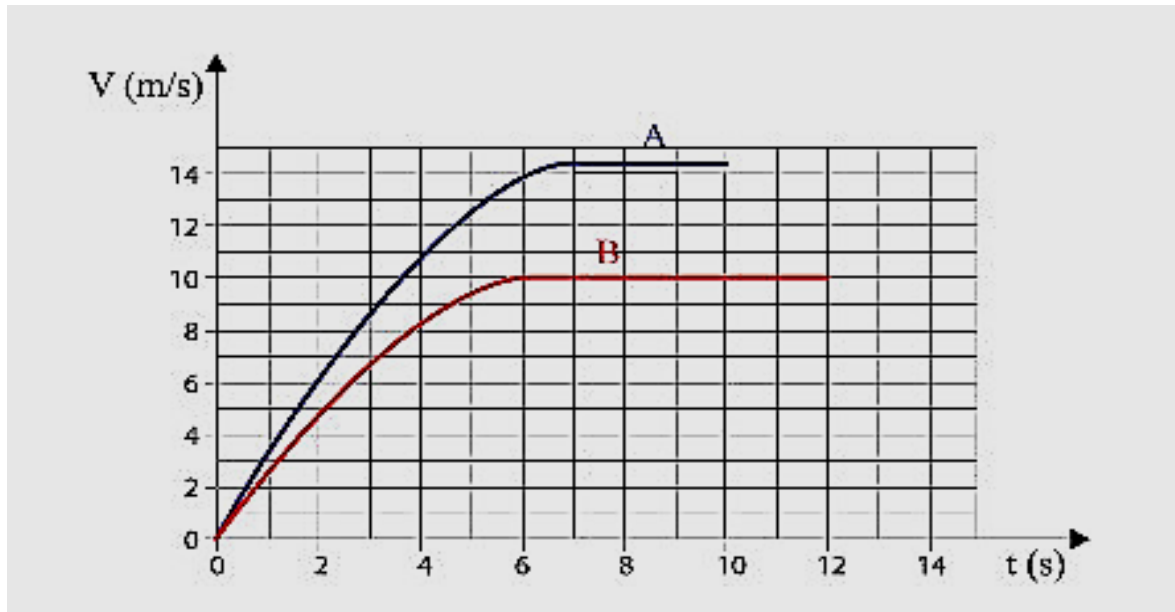
A seguir apresentamos alguns gráficos que foram abordados no ENEM, em exames recentes, e em outros testes vestibulares, evidenciando a importância desses recursos como forma de melhor esclarecer o conteúdo apresentado no problema.

Figura 14 – Velocidades de dois veículos A e B variando com o tempo



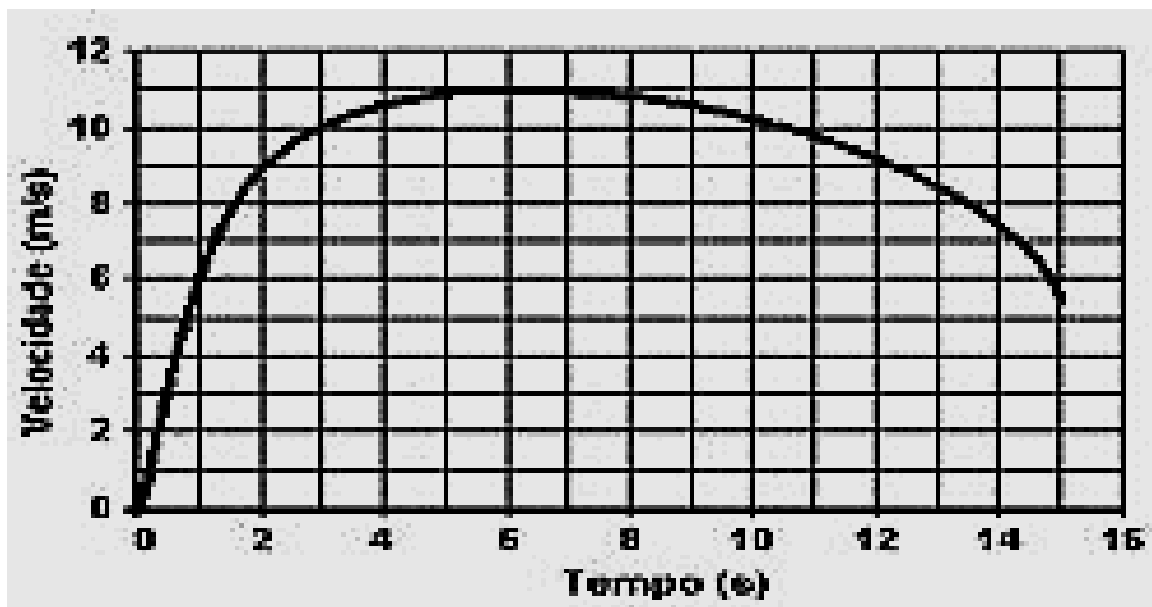
Fonte: Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM 2010)

Figura 15 – Velocidades de dois corredores A e B em função do tempo



Fonte: Vestibular UNESP

Figura 16 – Desempenho de um corredor padrão em uma prova de 100 m rasos



Fonte: Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM 1998)

Nos três exemplos anteriores, todas as informações necessárias para a resolução das questões são fornecidas pelos gráficos, exigindo do estudante, apenas, uma análise gráfica. Ocorre que muitas vezes os alunos não são capazes de extrair

essas informações, dificultando assim o entendimento a partir do enunciado. Faltam habilidade e treinamento para entender os dados ali contidos, o que muito tem dificultado a compreensão dos conteúdos de cinemática.

Nesse momento, o uso de uma ferramenta computacional que permita ao aluno interagir com o movimento dos corpos envolvidos a partir dos dados fornecidos pelo problema, de modo a compreender a dinâmica do evento que está sendo estudado e, ao mesmo tempo, perceber a construção dos gráficos, pode vir a tornar-se um fator decisivo do seu processo de aprendizagem. Essa ferramenta que ora apresentamos, o *Modellus*, pode vir a satisfazer essa condição, ao mesmo tempo em que desperta o interesse do aprendiz a partir do uso do computador e sua dinâmica interativa.

Ao usar um *software* desse porte, o aluno poderá sentir-se mais motivado em aprender, uma vez que a ação interativa com a máquina produz um certo domínio sobre o conhecimento, aproximando-o de sua realidade. Esse fator poderá ser determinante para despertar no indivíduo o seu interesse pela Física.

As dificuldades de entendimento, por parte dos alunos, quanto à compreensão e análise de gráficos em cinemática, têm levado alguns pesquisadores e estudiosos a discutirem e analisarem os entraves que têm contribuído para essa falta de compreensão do assunto. É tanto que no primeiro encontro estadual do ensino de Física realizado pela UFRGS, em novembro de 2005, os professores Ilves Solano e Marco Antônio Moreira discutiram as dificuldades de simulação e modelagem computacionais como auxílio à interpretação de gráficos de cinemática e apresentaram, ao final, algumas conclusões acerca do assunto.

As principais dificuldades dos alunos, segundo os autores, estão em relacionar os gráficos aos conceitos físicos. Vejamos:

1º. Visão de gráficos como fotografias do movimento. Ou seja, observar o movimento simultaneamente com o traçado do gráfico não ajuda a vencer esta dificuldade (Beichner).

2º. Confusão entre altura e inclinação. Aqui a dificuldade do aluno está em determinar onde a altura é máxima, por exemplo.

3º. Confusão entre variáveis cinemáticas.

4º. Erros quanto à determinação de inclinação de linhas que não passam pela origem.

5º. Desconhecimento do significado das áreas abaixo das curvas cinemáticas.

6º. Confusão entre área/inclinação/altura.

Diante destas dificuldades apontadas pelos pesquisadores, pode-se concluir que a cinemática tem sido para os estudantes como a parte da mecânica mais difícil para o entendimento. Isso faz com que os alunos sejam obrigados a decorar fórmulas e mais fórmulas, desnecessárias para a resolução das questões, fato que pode estar contribuindo para tornar o estudo da Física tão desinteressante.

Segundo Araújo (2002, p. 111),

A introdução de modelagem no processo de ensino e aprendizagem tende a desmistificar esta imagem da cinemática, possibilitando uma melhor compreensão do seu conteúdo e contribuindo para o desenvolvimento cognitivo em geral, pois a modelagem facilita a construção de relações e significados, favorecendo a aprendizagem construtiva.

A modelagem é sem dúvida, das formas de uso do computador, uma das mais significativas, pois possibilita construir diversas representações de uma mesma situação. Dessa forma o fenômeno pode ser visto e analisado sob diferentes perspectivas, o que facilita sua compreensão e posteriormente sua apreensão e aprendizagem.

Portanto, para satisfazer a essa condição é que escolhemos para o desenvolvimento dessa pesquisa o *software Modellus* (Araújo, Viet e Moreira, 2004), uma vez que o mesmo “permite ao aluno fazer experimentos conceituais utilizando modelos matemáticos a partir de funções, de forma direta, ou seja, como aprendeu na sala de aula”. Além do mais é um *software* gratuito na *Internet*, que pode ser utilizado livremente por alunos e professores.

Apresentadas as dificuldades de entendimento, pelos alunos, da utilização de gráficos em cinemática, espera-se após a sessão de modelagem, que estes sejam capazes de compreender o comportamento dos gráficos abordados no estudo da cinemática, conforme resumimos na tabela a seguir:

Tabela 3 – Objetivos a serem atingidos na compreensão de gráficos da cinemática.

Dado	O estudante deverá
1) Gráfico de posição versus tempo	Determinar a velocidade
2) Gráfico da velocidade versus tempo	Determinar a aceleração
3) Gráfico da velocidade versus tempo	Determinar o deslocamento
4) Gráfico da aceleração versus tempo	Determinar a variação na velocidade
5) Gráfico da cinemática	Selecionar outro gráfico correspondente
6) Gráfico da cinemática	Selecionar a descrição textual adequada
7) Descrição textual do movimento	Selecionar o gráfico correspondente

Fonte: Araújo, Viet e Moreira, 2004

As questões anteriormente descritas permitem ao aluno relacionar, de forma coerente as relações existentes entre os modelos computacionais já construídos e as situações matemáticas com o entendimento do fenômeno físico. Isso pode levá-lo a construir o seu próprio conhecimento a partir de situações vivenciadas no dia a dia (com o auxílio da modelagem computacional) desde sua estrutura matemática até a análise dos resultados gerados por ele e dos conhecimentos adquiridos em sala de aula.

4.4 Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)

As transformações que vêm ocorrendo ao longo dos anos na sociedade, motivadas pelo avanço da tecnologia e por mudanças nos meios de produção, bens, serviços e conhecimento, têm exigido uma postura cada vez mais determinada da educação em permitir que a escola possibilite aos alunos integrarem-se ao mundo contemporâneo nas dimensões fundamentais da cidadania e do trabalho (PCNEM, 1999).

A partir da promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei 9394/96, buscou-se construir um novo modelo de currículo, apoiado em competências básicas, cuja finalidade maior é inserir o jovem na vida adulta, com mais conhecimento científico e responsabilidade. Antes da promulgação da referida lei o currículo da escola no Brasil permitia a construção de um ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações. Com a nova lei, no

entanto, buscou-se dar mais ênfase à contextualização e à interdisciplinaridade, permitindo ao aluno desenvolver mais o raciocínio e a sua capacidade de aprender. Assim, a proposta do Ministério da Educação (MEC) em apresentar os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio à sociedade, tinha como principal objetivo provocar mudanças no ensino.

Com a implementação dos PCNEM (1999) permitiu-se às escolas discutir uma reforma curricular que fosse capaz de enxergar o aluno como um todo, e orientar o professor na busca de novas abordagens e metodologias que procurassem valorizar o ensino e a aprendizagem em todas as suas dimensões.

Os PCNEM procuraram dar um novo sentido ao ensino de Física, contribuindo para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Deve permitir, ainda, a construção de instrumentos que o permita intervir e participar da realidade, mesmo que após a conclusão da educação básica este não tenha mais nenhum contato com a Física, mas que tenha adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vive (PCNEM, 1999, p. 22).

Com os PCNEM propõe-se que o ensino de Física esteja articulado a uma nova visão de mundo, tanto pelos professores quanto pelos alunos e que o mesmo procure privilegiar a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, e que não seja apenas uma apresentação de conceitos e fórmulas desarticuladas da realidade sem nenhum significado para os alunos.

Algumas escolas e seus professores ainda insistem em apresentar a Física como um prolongamento da Matemática, pura e simples, enfatizando a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática de seu significado físico efetivo. O rol de conteúdos apresentados não relaciona o significado físico ao processo científico que é vivido pelo indivíduo em situações do dia a dia. Na verdade, a Física deve apresentar-se como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, que

possibilite uma melhor compreensão do mundo, tanto de uma realidade mais próxima dos educandos, quanto numa compreensão do universo.

Reconhecer a Física como uma ciência que é capaz de explicar situações e fenômenos que vão desde a queda dos corpos ao uso das diferentes fontes de energia, como a energia nuclear e a energia eólica, ou seja, uma física que explique a origem do universo e sua evolução. Ao mesmo tempo a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnada de contribuições culturais, econômicas e sociais, e não como uma ciência que já nasceu pronta, fruto da genialidade de alguns cientistas como muitos ainda teimam em propagar.

No Ensino Médio, momento particular do desenvolvimento cognitivo dos jovens que estão numa faixa etária dos 14 aos 17 anos, o aprendizado de Física tem características específicas que podem favorecer uma construção rica em abstrações e generalizações. Conforme já citamos anteriormente, em algumas situações esse aprendizado ancora-se em conteúdos ainda compartimentalizados, cujo currículo constitui-se apenas de uma reprodução dos índices dos livros didáticos, sem levar em consideração o sentido mais amplo da formação do estudante. Segundo os PCNEM (2002), o currículo de Física do Ensino Médio deve estar estruturado a partir de Competências e Habilidades, sendo essas competências e habilidades estruturadas a partir de experiências dos sujeitos, que envolvem um determinado olhar sobre a realidade, especificamente relacionadas à compreensão e à investigação dos fenômenos naturais.

Partindo das preocupações sobre o que ensinar, mas principalmente como ensinar em Física, reconhecemos que o aprendizado “não se reduz apenas a uma dimensão pragmática, de um saber imediato, mas que deve ser concebido dentro de uma concepção humanística abrangente, tão abrangente quanto o perfil do cidadão que se quer ajudar a construir” (PCNEM, 2002, p. 61).

Assim, cabe a escola de Ensino Médio organizar o seu currículo com base nesses documentos, e cujos conteúdos devem ser estruturados a partir das Competências e Habilidades desejadas para a formação de um sujeito pleno, capaz de compreender os fenômenos naturais e tecnológicos e intervir na realidade do

mundo em que vive. Dessa forma, construir um projeto político pedagógico a partir da priorização, organização e redefinição dos objetivos em torno dos quais faz mais sentido trabalhar.

Segundo estes documentos orientadores as competências gerais a serem desenvolvidas são: representação e comunicação; investigação e compreensão e contextualização sociocultural. Quanto às habilidades e competências desejadas, encontram-se sintetizadas no quadro 01 a seguir.

Quadro 01 – Competências e habilidades desenvolvidas em Física no Ensino Médio

Competências	Habilidades
Representação e comunicação	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos. • Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si. • Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem. • Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas.
Investigação e compreensão	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. • Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar. • Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas. • Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos. • Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões. • Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.
Contextualização sócio-cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.

	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico. • Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia. • Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana. • Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.
--	---

Fonte: **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM, 1999).**

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 1999) têm como princípio dar ênfase ao processo de reorganização e reestruturação do ensino, através de propostas que orientem os caminhos a seguir e que tornem possíveis alcançar mudanças significativas para a aprendizagem dos jovens no País.

No entanto, procura dar ênfase às abordagens dadas aos conteúdos, a partir dos conceitos preestabelecidos que devem ser sempre renovados e atualizados e que, acima de tudo, contemplem os avanços tanto na compreensão dos fenômenos naturais quanto na concepção da Física como ciência, a partir da compreensão, investigação e contextualização desses fenômenos.

Partindo dessa premissa, deve buscar apoderar-se continuamente das novas tecnologias que são colocadas à disposição da sociedade, e comprometer-se com a construção do conhecimento físico que se elabora a partir da realidade onde os indivíduos estão inseridos.

4.5 Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM)

As Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – OCNEM (BRASIL, 2006) foram elaboradas a partir de ampla discussão com os diversos segmentos da educação brasileira: alunos, professores da rede pública, representantes da comunidade acadêmica, pesquisadores em educação, tendo como focos principais a inclusão e a democratização do ensino público. Porém, seu objetivo maior é contribuir para a prática docente.

A princípio, a elaboração desse documento (BRASIL, 2006), está fundamentada em um marco legal, a Lei 9394/96 (LDB), que traduz de forma clara e

objetiva, em seu artigo 35, as finalidades atribuídas ao Ensino Médio: o aprimoramento do educando como ser humano, sua formação ética, desenvolvimento de sua autonomia intelectual e de seu pensamento crítico, sua preparação para o mundo do trabalho e o desenvolvimento de competências para continuar seu aprendizado.

Partindo desses pressupostos, a elaboração das OCNEM tinha um propósito maior que era retomar as discussões iniciadas a partir da construção dos PCNEM (BRASIL, 1999), ou seja, apontar e desenvolver indicativos que pudessem oferecer alternativas didático-pedagógicas para a organização do trabalho na escola, procurando atender às expectativas dos professores na estruturação do currículo para o Ensino Médio (BRASIL, 2006).

O currículo é, sem dúvida, a expressão máxima do processo de aprendizagem da escola, e deve ser elaborado de forma coletiva visando, acima de tudo, atender às necessidades básicas dos alunos frente à realidade. Daí a necessidade de se repensar a proposta curricular para o ensino da Física partindo de dois eixos principais: como é feita a transposição dos conteúdos? E que conhecimentos deverão ser ensinados? Respostas a estas e outras questões estavam versadas nos exames vestibulares e nos livros didáticos, sempre de forma muito mecânica, ou seja, sem relacionar a característica fundamental da ciência que é a investigação, e sobretudo uma visão reflexiva e autocrítica diante dos fatos.

Retomamos aqui os termos propostos pelos PCNEM, de Competência e Habilidade, como ferramentas para articular teoria e prática diante dos conteúdos elaborados para o currículo de Física. Aqui as OCNEM versam sobre a compreensão da tecnologia como objeto de estudo central dessa ciência, ou seja, deve-se tratar a tecnologia como atividade humana em seus aspectos prático e social, com vistas à solução de problemas concretos (BRASIL, 2006, p. 47).

Assim, a noção de competência deve ser entendida como uma possibilidade de colocar a relação didática em perspectiva diante dos problemas sociais, como: crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, concepções de universo, exames médicos, e assim por diante. Dessa forma, devem-se evitar oferecer aos alunos conteúdos específicos fragmentados ou, em muitos casos, técnicas de

resolução de exercícios, já que o retorno será isso mesmo: conteúdos reprodutivos, na melhor das hipóteses, de pouca utilidade fora dos bancos escolares.

Partindo desses pressupostos, cabe à ciência Física desenvolver nos alunos habilidades que lhes permitam confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas, ou seja, só há relação didática entre competências e habilidades na escola quando há um projeto de ensino com interação de aprendizagem. Dessa forma, há de se reconhecer, então, dois aspectos do ensino da Física na escola: a Física como *cultura* e como possibilidade de *compreensão do mundo*.

O quadro 02 vem sugerir de acordo com os PCNEM (BRASIL, 1999) e as OCNEM (BRASIL, 2006) uma lista de temas estruturadores que articulam competências e conteúdos no ensino de Física e apontam para novas práticas pedagógicas.

Quadro 02 – Temas propostos para o ensino de Física no Ensino Médio

Temas	Competências e conteúdos
Tema 01	Movimento, variações e conservações (unidades temáticas: fenomenologia cotidiana, variação e conservação da quantidade de movimento, energia e potência associadas aos movimentos, equilíbrios e desequilíbrios).
Tema 02	Calor, ambiente e usos de energia (unidades temáticas: fontes e trocas de calor, tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores, o calor na vida e no ambiente, energia: produção para uso social).
Tema 03	Som, imagem e informação (unidades temáticas: fontes sonoras, formação e detecção de imagens, gravação e reprodução de sons e imagens, transmissão de sons e imagens).
Tema 04	Equipamentos elétricos e telecomunicações (unidades temáticas: aparelhos elétricos, motores elétricos, geradores, emissores e receptores).

Tema 05	Matéria e radiação (unidades temáticas: matéria e suas propriedades, radiações e suas interações, energia nuclear e radioatividade, eletrônica e informática).
Tema 06	Universo, Terra e vida (unidades temáticas: Terra e sistema solar, o universo e sua origem, compreensão humana do universo).

Fonte: Orientações Curriculares Nacionais do Ensino Médio (OCNEM, 2006).

Diante das exposições anteriormente apresentadas, podemos concluir que, a forma como os conteúdos de Física são frequentemente tratados nas escolas distanciam os alunos das possibilidades de alcançarem competências mais amplas. Na verdade, o que pretendemos propor com o presente estudo é a ampliação dos objetivos educacionais para além de competências estritas, ancoradas apenas em livros didáticos e exames vestibulares.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E DE INVESTIGAÇÃO

Nesta etapa da dissertação nos propomos a descrever a metodologia e as explicações necessárias que nos permitem entender de forma clara as ações que ajudaram a classificar a presente pesquisa. Dessa forma descrevemos os procedimentos metodológicos e de investigação utilizados. Classificamos a pesquisa quanto à natureza e do ponto de vista da abordagem do problema. Quanto aos objetivos e do ponto de vista dos procedimentos técnicos.

Procuramos descrever de forma precisa o local e o ambiente que nos possibilitaram contextualizar o trabalho ora apresentado, tendo como base a caracterização do ambiente investigado.

Para finalizar, descrevemos as principais fases de desenvolvimento da pesquisa, destacando os procedimentos didáticos que foram utilizados, tanto em sala de aula quanto no laboratório de informática.

5.1 Classificação da pesquisa

Para tratarmos da pesquisa propriamente dita, antes de tudo precisamos entendê-la, partindo de algumas definições. Para GIL (1999, p. 42), “pesquisa é todo o processo formal e sistêmico de desenvolvimento do método científico, que tem como objetivo descobrir respostas para problemas, mediante o emprego de procedimentos científicos”. Para Lakatos (2005, p.157), “pesquisa é um processo reflexivo, sistemático, controlado e crítico, que permite descobrir fatos novos ou dados, relações ou leis, em qualquer campo do conhecimento”.

Segundo Andrade (1995, p. 55), “pesquisa é o conjunto de procedimentos sistemáticos, baseado no raciocínio lógico, que tem por objetivo encontrar soluções para problemas propostos, mediante a utilização de métodos científicos”.

O propósito maior de qualquer pesquisa, segundo os autores, consiste em tentar buscar respostas para os problemas a partir do emprego de procedimentos científicos. Dessa forma podemos pensar como Demo (1987, p. 23), segundo o qual, a pesquisa é “a atividade científica pela qual descobrimos a realidade”.

Observamos, então, que não há um conceito pronto e acabado para a definição de pesquisa. Na verdade, existe uma diversidade de sentidos, visto que a mesma faz parte de um processo amplo, reflexivo e sistemático, que pode abranger diversas áreas do conhecimento.

No presente trabalho, para bem classificarmos a pesquisa, optamos por adotar uma metodologia que levasse em consideração as informações científicas, uma vez que as mesmas procuram coletar informações que sejam válidas e confiáveis. Assim, durante o seu desenvolvimento, todos os passos que foram seguidos tinham uma meta clara e objetiva: interligar os dados, mostrar as evidências e as informações coletadas sobre o tema e aprimorar o conhecimento que foi adquirido ao longo de todo processo.

Partindo dos pressupostos anteriores, a classificação e os procedimentos adotados para a presente pesquisa estão baseados nas formas clássicas de classificação definidas por Gil (2007), segundo às quais podemos citar: quanto à natureza, quanto à abordagem do problema, quanto aos objetivos e quanto aos procedimentos técnicos.

5.1.1 Quanto à natureza da pesquisa

Quanto à natureza o presente trabalho propõe a realização de uma pesquisa aplicada, segundo Gil (2007), pois durante o seu desenvolvimento serão utilizados recursos da modelagem computacional, no laboratório de informática da escola (LEI), a partir do uso de um *software* educativo, denominado *Modellus*, apoiado por sessões didáticas que serão aplicadas à teoria em sala de aula, cuja finalidade é contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem significativa, no estudo da cinemática.

A pesquisa aplicada é adequada ao presente trabalho por tratar-se de um método científico que envolve a aplicação prática da ciência. No contexto de desenvolvimento da pesquisa pode-se verificar a análise das teorias estudadas e dos conhecimentos acumulados ao longo desse estudo, que visam a um propósito específico. Esse modelo de pesquisa está relacionado diretamente à busca da solução de um problema do cotidiano, diferenciando-se da pesquisa básica ou pura,

uma vez que esta envolve interesses gerais e não visa à aplicabilidade imediata do conhecimento produzido.

5.1.2 Do ponto de vista da abordagem do problema

Do ponto de vista da abordagem, a presente pesquisa adotará aspectos qualitativos e quantitativos.

Para Minayo (2003, p. 16-18), a pesquisa qualitativa visa a construção da realidade. É um tipo de pesquisa cujos resultados não podem ser quantificados, mas preocupa-se, sobretudo, com um universo de crenças, valores, significados e outros, construto profundos das relações que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

Godoy (1995, p. 58), por sua vez, apresenta algumas características dessa abordagem de pesquisa às quais embasam o presente trabalho. A título de exemplo podemos citar: a pesquisa considera o ambiente como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento chave; em grande parte possui caráter descritivo; tem como preocupação maior a interpretação de fenômenos e a atribuição de resultados.

Em resumo, como definida anteriormente, a abordagem qualitativa é um modelo de pesquisa baseado na compreensão e descrição dos fenômenos globalmente considerados. Há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, prestigiando o tratamento interpretativo, não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave.

Em relação a abordagem quantitativa, esta trabalha com dados mensuráveis, ou seja, dados que podem ser medidos, quantificados. Aqui utilizam-se a coleta e análise desses dados para responder às questões de pesquisa e testar as hipóteses pré-estabelecidas, de forma que as informações numéricas são traduzidas em opiniões. Essas informações são classificadas e analisadas através do uso de recursos e técnicas estatísticas.

Segundo Richardson (1999), a principal característica da pesquisa quantitativa é o emprego da quantificação, ou seja, da medição dos resultados, tanto nas

modalidades de coleta de informações quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas.

De acordo com Günther (2006), na pesquisa qualitativa há aceitação explícita da influência de crenças e valores sobre a teoria, sobre a escolha de tópicos de pesquisa, sobre o método e sobre a interpretação de resultados. Compreende-se também que abordagens qualitativas, associadas a estudos de caso, dependem de estudos quantitativos, que tem por fim gerar resultados generalizáveis (Günther), sendo assim, utilizaremos tanto procedimentos qualitativos quanto quantitativos.

Assim, a pesquisa se guiará pela análise qualitativa no que tange às considerações acerca do uso da aprendizagem significativa na verificação de seu impacto na melhoria da aprendizagem dos alunos da turma de pesquisa, haja vista entendermos que essa abordagem possibilita maior enriquecimento na construção de novos conhecimentos.

A pesquisa adotará a análise quantitativa na demonstração do desempenho dos alunos considerando a mensuração da comparação entre os rendimentos antes e depois da aplicação da pesquisa.

Em relação aos métodos a serem utilizados, a pesquisa será realizada em duas etapas. Numa primeira etapa, será utilizado o método dedutivo pois, centrado numa pesquisa bibliográfica, busca-se comprovar resultados a partir de princípios verdadeiros e indiscutíveis, ou seja, que já foi pesquisado e comprovado cientificamente em momentos anteriores. Na outra etapa, será utilizado o método indutivo, haja vista que fará uso da aplicação empírica da pesquisa com o uso do *software Modellus* com o objetivo de fundamentar o conhecimento a partir da realização de práticas experimentais, para o tratamento da descoberta dos fenômenos, sem levar em consideração princípios preestabelecidos.

5.1.3 Quanto aos objetivos

Segundo Gil (2002), quanto aos objetivos, é possível classificar as pesquisas em três grandes grupos: exploratórias, descritivas e explicativas. As pesquisas exploratórias têm como objetivos proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais claro ou servir a construção de hipóteses, bem como ao

aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Para as pesquisas descritivas o objetivo principal consiste na descrição das características de determinado fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. Já as pesquisas explicativas procuram identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (GIL, 2002, p. 42).

De acordo com as definições anteriores, o modelo adotado para esta pesquisa é exatamente aquele que visa constatar mudanças de postura, considerando-se para isso as diferentes situações analisadas, e posterior entendimento de como está se dando o processo de aprendizagem. E ainda, verificar se a intervenção aplicada despertou uma mudança na visão pedagógica da turma que foi submetida à referida análise.

As ações aqui definidas são características da pesquisa exploratória que, além de envolver técnicas como coleta de dados, utilização de modelagens matemática na construção de gráficos, tabelas e animações, proporciona uma maior interação colaborativa entre alunos e professor pesquisador, quando intermediados por *softwares* educativos como ferramenta pedagógica para facilitar a aprendizagem do conhecimento, nesse caso o estudo da cinemática.

5.1.4 Do ponto de vista dos procedimentos técnicos

Quanto aos procedimentos técnicos adotados, seguimos nessa pesquisa as orientações propostas por Gil (2007), Silva e Menezes (2001), segundo os quais uma pesquisa científica pode ser caracterizada como sendo pesquisa bibliográfica, documental, experimental, de levantamento, de estudo de campo, de estudo de casos, de pesquisa-ação e de participantes. Seguem abaixo algumas características desses tipos de pesquisa segundo as orientações feitas por esses dois autores.

- Pesquisa bibliográfica: é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de fontes bibliográficas (livros, publicações periódicas, artigos científicos e impressos diversos). Em relação à pesquisa que está sendo desenvolvida, sendo ela uma pesquisa exploratória, pode-se desenvolver, em boa parte, através de fontes bibliográficas.

- Pesquisa documental: assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica, diferenciando-se em relação à natureza das fontes, podendo estas fontes ser reelaboradas de acordo com os objetos da pesquisa, não havendo, na maioria das vezes uma clara distinção entre pesquisa bibliográfica e pesquisa documental.

Segundo Gil (2007, p. 45), na Pesquisa bibliográfica o pesquisador lança mão de diversas fontes, enquanto que na pesquisa documental ele utiliza-se de materiais que não recebem um tratamento analítico.

- Pesquisa experimental: a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar e analisar as variáveis capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. Na pesquisa científica trabalha-se necessariamente com o experimento como elemento de observação.
- Levantamento: caracteriza-se pela abordagem direta (interrogação) das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer. A partir daí recolher informações de todos os integrantes do universo pesquisado (censo).
- Estudo de campo: é um tipo de pesquisa que procura aprofundar uma realidade específica por meio da observação direta das atividades do grupo estudado e das entrevistas com informantes para captar as explicações e interpretações do que ocorre naquela realidade.
- Estudo de casos: esse tipo de pesquisa se caracteriza pelo estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita um amplo e detalhado conhecimento.
- Pesquisa-ação: esse tipo de pesquisa exige o envolvimento ativo do pesquisador e a ação por parte das pessoas ou grupos envolvidos no problema. Para muitos estudiosos é um modelo de pesquisa que descaracteriza os procedimentos científicos, segundo os quais, não se verifica objetividade em seus métodos. Por outro lado, é um modelo de pesquisa que vem sendo vista como bastante útil, sobretudo por pesquisadores que defendem uma ideologia participativa (Gil, 2007, p. 55)

Seguindo esse modelo de pesquisa, que requer um enfoque de maior participação dos personagens envolvidos, apresentamos uma definição de pesquisa-ação segundo Thiollent:

“...um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo” (Thiollent, 1985, p.14).

- Participante: sua principal característica é a interação que deve existir entre os pesquisadores e membros das situações investigadas, ou seja, as pessoas pesquisadas fazem parte da análise de sua própria realidade, com a finalidade de gerar uma transformação social em benefício da comunidade.

Pelas características apresentadas anteriormente, e pela maneira como o pesquisador se colocou frente ao trabalho realizado e junto aos demais membros nas situações investigadas, vamos concluir que a presente pesquisa segue todos os requisitos que caracterizam uma pesquisa-ação (GIL, 2007), com fortes traços de pesquisa-participante. As evidências estão no fato de que, durante todo o processo, que se iniciou desde a formação dos grupos de estudo, o professor pesquisador se fez presente, mediando e motivando ações, e contribuindo para a resolução dos problemas propostos. Dessa forma, tanto o professor quanto os alunos que participaram da pesquisa foram fundamentais na construção dos novos conhecimentos, a partir da interação, colaboração, construção e ressignificação dos procedimentos adotados.

5.2 Contexto da pesquisa e caracterização do ambiente

A pesquisa tem como proposta básica o uso do *software Modellus* como uma ferramenta pedagógica no estudo dos conteúdos de cinemática, a resolução de atividades complementares com a construção de tabelas e gráficos, utilizando-se de práticas interativas com simulações computacionais. Todas estas ações foram desenvolvidas no laboratório educacional de informática, com o objetivo de facilitar a aprendizagem significativa, a partir das pesquisas desenvolvidas por David Ausubel, adotadas como referencial teórico, e promover junto aos alunos, a construção de conhecimentos, abordando técnicas de aprendizagem significativa e colaborativa.

A prática pedagógica da pesquisa foi desenvolvida numa escola de ensino médio da rede pública estadual do município de Barreira – Ceará. A escola possui um laboratório de informática, denominado LEI, com 22 computadores conectados à rede mundial de computadores (*Internet*) e um professor, denominado de professor-coordenador do LEI, atuando nos turnos manhã, tarde e noite, com carga horária total de 200 horas aula.

A seguir, na Figura 17, apresentamos o laboratório de informática da escola, *lôcus* da pesquisa, onde as sessões didáticas e as práticas pedagógicas da 2.^a fase do referido estudo foram desenvolvidas.

Figura 17 – LEI (Laboratório Educacional de Informática) da escola: local da pesquisa



Fonte: Arquivo próprio

Para compor a pesquisa foram selecionados 22 alunos das 1.^a Séries do Ensino Médio, através de sorteio, dentre os 128 alunos das quatro turmas do turno tarde, que participaram das sessões didáticas e da prática pedagógica, realizadas no LEI, no mesmo turno do aluno.

Durante a pesquisa foram utilizados os computadores, conectados à *Internet*, como recurso pedagógico no ensino de Física através de sessões didáticas realizadas no LEI e usando o *software Modellus*. A carga horária da prática pedagógica,

planejada e executada, foi de 30 h/a (horas aulas), distribuídas durante as duas fases da pesquisa. Nas sessões didáticas, foram disponibilizadas 04 h/a para aplicação de questionários, pré e pós-testes, 10 h/a foram utilizadas para a realização das sessões didáticas de aulas teóricas, 10 h/a para aplicação pedagógica do *software Modellus* e, 06 h/a para interação colaborativa de atividades em grupo com o uso do *Modellus* como atividades complementares às atividades tradicionais no estudo da cinemática.

O quadro abaixo resume a carga horária utilizada para a realização da pesquisa, assim constituída:

Quadro 03 – Elaboração da carga horária para a pesquisa

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	CARGA HORÁRIA RELACIONADA
Realização de pré-teste.	2 h/a
Realização de sessões didáticas de aulas teóricas.	10 h/a
Aplicação pedagógica do <i>software Modellus</i> .	10 h/a
Interação colaborativa com atividades em grupo com o uso do <i>Modellus</i> .	6 h/a
Realização de pós-teste.	2 h/a
Total	30 h/a

Fonte: Dados do autor

A seguir apresentamos um quadro resumo contendo o conteúdo trabalhado durante as aulas e sessões didáticas no LEI.

Quadro 04 – Conteúdo abordado durante a aplicação da pesquisa.

<ul style="list-style-type: none"> • Conceitos básicos da cinemática. • MRU: Função horária da velocidade/função horária do espaço. • MRU: Construção e interpretação de gráficos. • MRUV: Função horária da velocidade/função horária da aceleração. • MRUV: Construção e interpretação de gráficos.
--

Fonte: Dados do autor

5.3 Fases do desenvolvimento da pesquisa

As fases de desenvolvimento da pesquisa relacionam-se à construção do plano de trabalho e das sessões didáticas, aos procedimentos didáticos realizados em sala de aula e aos procedimentos didáticos realizados no laboratório de informática.

Em síntese, o desenvolvimento da pesquisa está estruturado em três momentos distintos, abordados da seguinte maneira:

- 1.º momento: Interação com os alunos – elaboração do plano de ação e das sessões didáticas, que englobam a formação dos grupos de pesquisa e a distribuição das demais etapas;
- 2.º momento: refere-se à primeira fase da pesquisa – realização de procedimentos em sala de aula para a construção de gráficos, tabelas e animações favorecendo a aprendizagem de cinemática;
- 3.º momento: refere-se à 2.ª fase da pesquisa e constitui-se de procedimento didático no laboratório de informática, com o uso do *software Modellus* na aprendizagem de cinemática.

A descrição de cada momento da pesquisa e o desenvolvimento do plano de ação para cada momento estão descritos a seguir.

5.3.1 Plano de pesquisa e sessões didáticas.

O plano de ação desenvolvido visava à vivência da prática pedagógica a ser realizada em sala de aula. Nesse momento o desafio era motivá-los para um processo de aprendizagem colaborativa. Esse momento foi mediado pelo professor pesquisador que, conjuntamente com os alunos, estabeleceram o conteúdo de cinemática a ser estudado, especificando cada objetivo a ser alcançado.

Inicialmente foram realizadas algumas ações que possibilitaram a formação do grupo de pesquisa. Primeiro foram realizados sorteios para a seleção dos alunos que participariam do grupo, ou seja, a turma a ser pesquisada (denominada de turma experimental). Esses alunos foram selecionados dentre as quatro turmas de 1.ª Série, do turno da tarde, existentes na escola. Para a formação desse grupo levou-se em consideração, o número de computadores disponíveis no LEI, num total de 22

computadores, a disponibilidade dos professores da disciplina de Física das referidas turmas e a motivação em colaborarem com a pesquisa. Essa motivação deveu-se ao fato de que a realização da pesquisa não viesse a interferir na continuidade das aulas, pelos professores, aos demais alunos.

No início das atividades da pesquisa foram aplicados os questionários socioeconômicos (apêndice A) com o objetivo de identificar os aspectos socioeconômicos e culturais que caracterizam os alunos participantes da pesquisa, e avaliar até que ponto essas características podem influenciar na aprendizagem dos alunos.

Foram aplicados ainda dois questionários fechados em nível de pré-testes na turma com o objetivo de verificar o nível de conhecimento em que se encontravam os estudantes, abordando conteúdos de cinemática, com ênfase na construção e interpretação de gráficos, particularmente o movimento retilíneo uniforme e o movimento retilíneo uniformemente variado.

Num segundo momento, os conteúdos de cinemática foram tratados em sala de aula. Foram realizados 05 encontros, com 2 h/a semanais, correspondendo a um total de 10 h/a. Cada aula realizada tinha uma duração de 50 minutos, totalizando 100 minutos diários por turma.

No terceiro momento os encontros foram realizados no laboratório de informática, também num total de 05 encontros, com 2 h/a semanais. Aqui foram aplicados os recursos tecnológicos através do *software* educativo, onde foram propostas, aos alunos, uma série de atividades com modelagem computacional complementares com o uso do *Modellus*, sendo essas atividades interativas, ou seja, em situações que favorecem a aprendizagem.

As atividades propostas (interativas) foram elaboradas com o propósito de levantar questionamentos sobre as relações existentes entre os conceitos cinemáticos e os gráficos do movimento de um determinado móvel em questão, levando o aluno a dialogar com suas próprias ações, ou seja, questionar-se por que isso ou aquilo acontece ou se poderia ser diferente em outra situação.

5.3.2 Procedimentos didáticos na sala de aula.

Os procedimentos didáticos realizados em sala de aula corresponderam à primeira fase da pesquisa, caracterizada como pesquisa-ação. As duas primeiras aulas, referentes ao encontro de formação, aconteceram no dia 02 de maio de 2017, com duração de 50 minutos, cada aula. Essa primeira fase da pesquisa teve início após a conclusão do 1.º bimestre na escola. Iniciamos esse primeiro dia de atividade entregando e apresentando aos alunos um manual de aprendizagem contendo todo o roteiro da pesquisa, assim como a distribuição da carga-horária e o respectivo calendário com as datas das aulas previamente programadas.

Após a apresentação do manual de aprendizagem e a discussão das estratégias de ensino que seriam adotadas, foi aplicado um questionário (Apêndice A) para os alunos, objetivando conhecer melhor o perfil socioeconômico e cultural de cada um e o contexto social no qual estão inseridos. Realizamos, em seguida, o pré-teste (Apêndice B), um questionário fechado, cujo objetivo foi verificar os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva dos alunos, e avaliarmos os conhecimentos básicos e as situações de aprendizagem relacionadas a problemas que contextualizam a cinemática escalar.

Nas Figuras 18 e 19 a seguir, apresentamos: a programação estabelecida para a 1.ª fase da pesquisa, a aplicação do questionário socioeconômico e o pré-teste.

Figura 18 – Apresentação do programa estabelecido na primeira fase da pesquisa, referente à primeira aula.



Fonte: Arquivo próprio

Figura 19 – Ilustração da aplicação do questionário 1 (Apêndice A), e do pré-teste (Apêndice B) com o objetivo de identificar os aspectos socioeconômicos e culturais que caracterizam os alunos referente a primeira aula da primeira fase da pesquisa.



Fonte: Arquivo próprio

Durante a realização do pré-teste, verificamos que os alunos ou não lembravam, ou não conheciam os conceitos básicos de cinemática.

Após esse primeiro momento, iniciaram-se as aulas teóricas, num total de cinco encontros. Na primeira e segunda aulas, referentes ao primeiro encontro em sala de aula, realizadas no dia 04 de maio de 2017, foram apresentadas as noções básicas da cinemática, conforme consta no manual de aprendizagem, (Apêndice E).

Os conteúdos trabalhados neste encontro (após a aula introdutória) correspondente ao primeiro dia, envolveram a apresentação das noções básicas de cinemática, suas principais características e aplicações. Na exposição desses conteúdos foram dados ênfase a exploração de fórmulas e a construção de gráficos relacionados tanto ao movimento uniforme (MRU) quanto ao movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). Durante a aula expositiva, percebeu-se facilmente as dificuldades demonstradas pelos alunos, principalmente na construção de gráficos, mesmo esse conteúdo já tendo sido visto no 9.º Ano do Ensino Fundamental e no 1.º bimestre da 1.ª Série do Ensino Médio. Nesse contexto, é importante destacar os ensinamentos realizados por David Ausubel ao tratar da aprendizagem significativa.

Para que o aluno possa aprender significativamente recomenda-se o uso dos organizadores prévios como ideia âncora para uma nova aprendizagem e para o desenvolvimento dos conceitos e subsunçores, e dessa forma facilitar a aprendizagem.

A seguir, no Quadro 05 e nas Figuras 22 e 23, ilustração dos problemas de cinemática que foram discutidos em sala de aula, durante as aulas expositivas com os alunos na 1.^a fase da pesquisa, e na figura 24 a resolução destes problemas.

Quadro 05 – Problema de cinemática apresentado aos alunos durante a aula expositiva.

PROBLEMA ENVOLVENDO CONHECIMENTOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

Ex₁. Um carro viaja de uma cidade A a uma cidade B, distantes 200 km. Seu percurso demora 4 horas, pois decorrida uma hora de viagem, o pneu dianteiro esquerdo furou e precisou ser trocado, levando 1 hora e 20 minutos do tempo total gasto. Qual foi a velocidade média que o carro desenvolveu durante a viagem?

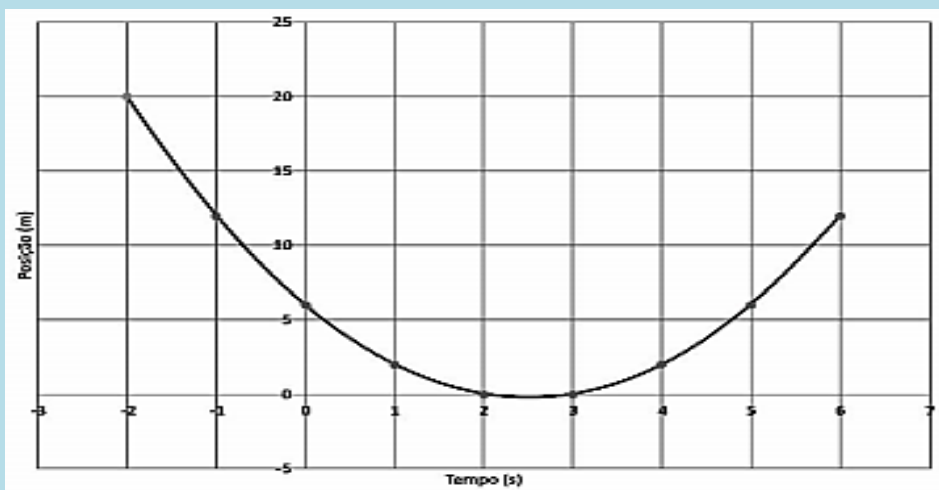
Fonte: Arquivo próprio

Nas aulas seguintes, realizadas nos dias 09, 11 e 16 de maio do mesmo ano, correspondentes ao segundo, terceiro e quarto dias, continuamos tratando de MRU e MRUV, realizando simulações gráficas para cada tipo de movimento, utilizando o quadro branco. Os alunos foram instigados a construir tabelas e, a partir delas, a construção dos gráficos, de acordo com as atividades propostas no manual de aprendizagem para as aulas de cinemática (Apêndice E). Ao final de cada atividade os alunos apresentaram suas resoluções no quadro, mediadas pelo professor pesquisador.

Figura 20 – Questão de cinemática (MRU) envolvendo a construção de gráficos apresentada aos alunos.

Ex₃.: O gráfico acima expressa a posição *versus* tempo referente ao deslocamento de um objeto. Com base nesse gráfico, julgue o próximo item.

A velocidade do automóvel no instante $t = 5$ s é igual a 5 m/s.

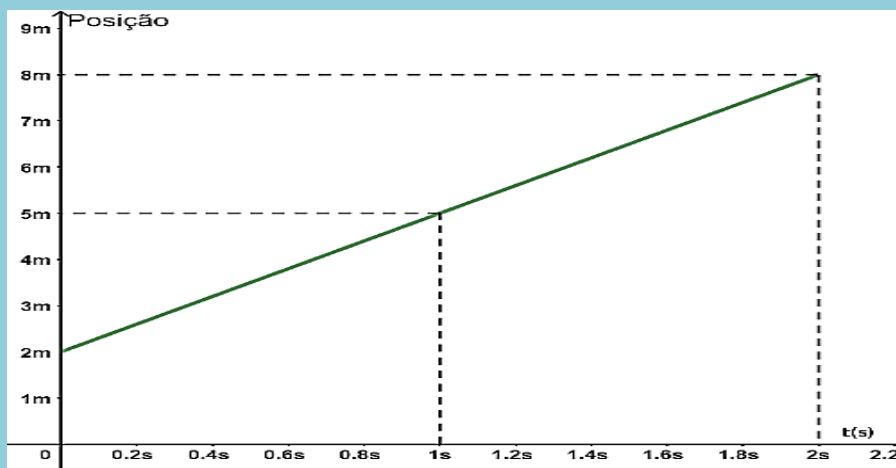


Fonte: Prova para professor de Física – SEDF – 2017

Figura 21 – Questão de cinemática (MRUV) envolvendo a construção de gráficos apresentada aos alunos.

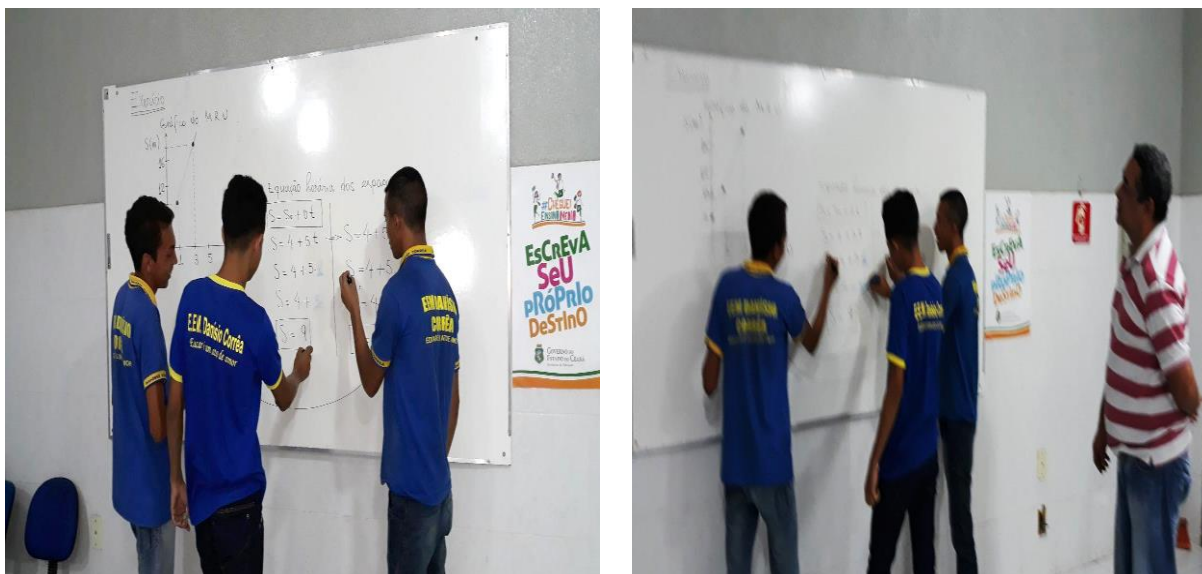
PROBLEMA ENVOLVENDO CONHECIMENTOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

Ex₂. O gráfico a seguir relaciona a posição de um móvel, em metros, com o tempo, em segundos. Assinale a alternativa que indica corretamente a sua velocidade média.



Fonte: Prova para professor de Física – SEDF – 2017

Figura 22 – Resolução das atividades no quadro com a participação dos alunos.



Fonte: Arquivo próprio

Durante a realização dessas atividades, foi de grande valor as mediações feitas pelo professor pesquisador. Nessa fase o professor auxiliou os alunos tanto na organização das tabelas, utilizando-se dos dados do problema, quanto na construção dos gráficos. Um aspecto importante percebido nestas aulas foi a colaboração dos alunos com os colegas. Ou seja, aqueles que tinham um domínio de conhecimento a mais acerca de determinado conceito eram requeridos pelos colegas para ajudá-los na compreensão dos conteúdos. Esse fato foi de grande importância para a construção do conhecimento de forma colaborativa.

É importante também salientar que, mesmo alguns alunos tendo manifestado interesse pelo conteúdo que estava sendo estudado, outros não valorizaram os momentos em sala de aula, demonstrando total desinteresse em participar das aulas expositivas e resolução das atividades propostas.

No quinto dia das aulas expositivas desenvolvidas em sala de aula, realizado no dia 18 de maio de 2017, encerrando assim a primeira fase da pesquisa, os alunos foram convidados a utilizarem seus livros didáticos e analisarem questões propostas pelo ENEM e pelos exames vestibulares sobre o conteúdo, movimento retilíneo uniformemente variado a partir da função horária da velocidade para o cálculo da aceleração e construção de gráficos.

Percebeu-se claramente que os alunos não tinham o hábito de manusearem o livro didático e muito menos a facilidade em compreender o conteúdo que tinha sido proposto pelo professor pesquisador. Foi sugerido, então, que os alunos se organizassem em pequenos grupos e debatessem o assunto fazendo um pequeno relatório sobre as dificuldades encontradas. Em seguida, propôs um debate para que fizessem uma exposição dos casos observados e sugerissem como gostariam que as aulas da disciplina de Física fossem ministradas, apontando as intervenções adequadas, favorecendo, assim, a uma possível sensibilização por parte dos professores no trato com os conteúdos.

A partir das discussões sobre as abordagens teóricas discutidas pelos alunos, pudemos perceber o que constam nos Parâmetros Curriculares Nacionais, quando propõem situações contextualizadas para o estudo das disciplinas estabelecendo mudanças significativas nos conteúdos a serem ministrados e nas metodologias a serem utilizadas.

Ao associarmos as dificuldades encontradas em sala de aula pelos alunos, com a sua realidade, constatamos que mudanças de postura e paradigmas precisam ser observadas. Desta forma, observamos que essas mudanças implicam metas que viabilizem caminhos, de maneira que o aluno adquira, de modo eficaz e eficiente, o conhecimento científico, que aprenda a trabalhar com métodos e processos da ciência, e que possam adquirir um posicionamento crítico para poder estabelecer relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

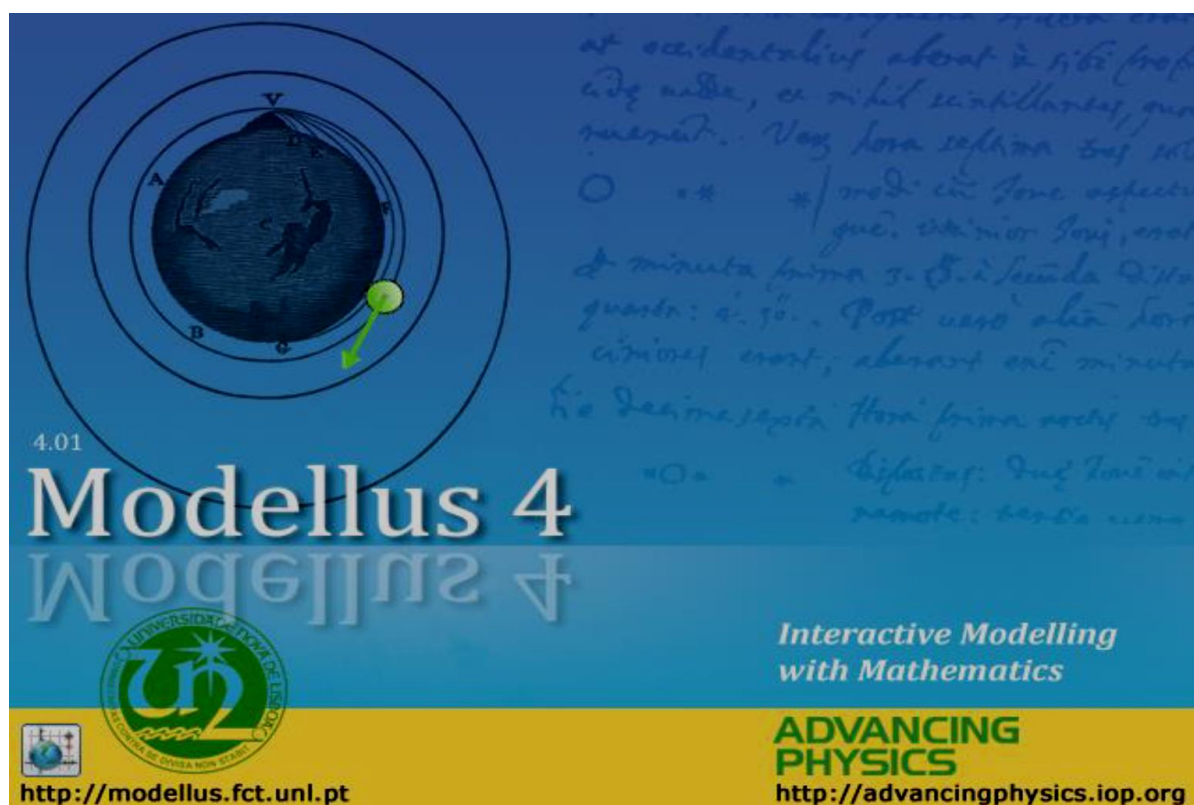
5.3.3 Procedimentos didáticos no Laboratório de Informática

Nesta fase da pesquisa abordamos o uso pedagógico do computador, de acordo com a proposta aqui apresentada e os objetivos descritos no presente trabalho. O computador foi utilizado como ferramenta didática para auxiliar na prática e simulação de atividades interativas, que foram desenvolvidas no laboratório de informática (LEI), com o propósito de que o próprio aluno, com o auxílio de um *software* educativo, o *Modellus*, pudesse compreender os fenômenos e conceitos derivados dos estudos da cinemática.

Esta etapa constituiu-se da segunda fase da pesquisa, que teve como principal característica a utilização desse ambiente interativo na escola, a partir do desenvolvimento de um conjunto de atividades constituídas de simulações e modelagens computacionais, com o uso do *software Modellus*. Ele foi utilizado de forma colaborativa, favorecendo a construção do conhecimento através dos conceitos de MRU e MRUV, desenvolvidas em cinco encontros de duas horas aula, com duração de 1 hora e 40 minutos cada, totalizando 10 horas aula.

A turma era composta por 22 alunos, que trabalharam os conteúdos de forma interativa utilizando o laboratório de informática. Cada aluno utilizou o seu próprio computador, disponível no LEI. Inicialmente foi apresentado à turma o *software Modellus* através de *slides*, podendo ainda ser visualizado através do *site* do programa, que era acessado pela *Internet*. Durante a exposição foram mostrados os pontos relevantes para o estudo do MRU e MRUV, através da construção do modelo matemático, em seguida com a geração dos respectivos gráficos e animações feitas com o auxílio do *software*.

Figura 23 – Interface de Abertura do Software Modellus.



Fonte: (Teodoro, Vieira e Clérigo, 1997)

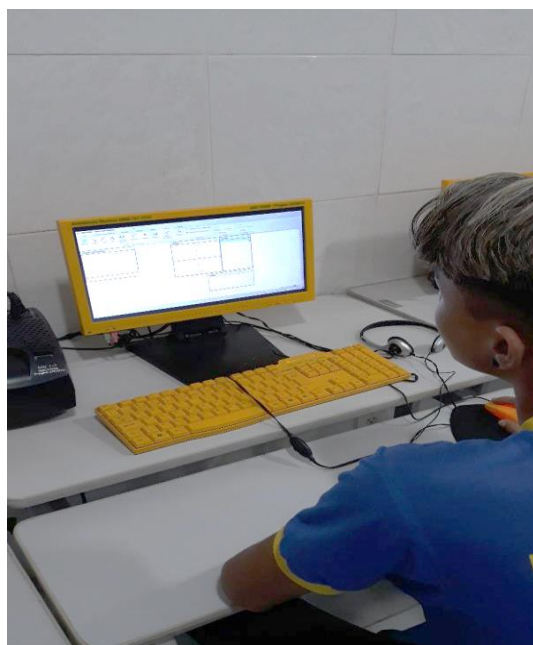
Como já tratado anteriormente, o conteúdo de cinemática trabalhado no laboratório de informática se deu durante cinco encontros, num total de 10 horas aulas. Na primeira aula foi apresentado o *software Modellus*, a partir das informações contidas no manual denominado “Guia de Apoio Didático do *Software Modellus*” (anexo ao presente trabalho), elaborado com informações sobre a utilização do *software* para que os alunos e professores pudessem ter uma ideia mais próxima de sua funcionalidade a partir dos exemplos e aplicações. Após a apresentação foi demonstrada pelo professor pesquisador uma questão de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), questão proposta no guia de apoio didático, utilizando o *software Modellus*. Em seguida os alunos foram organizados em grupos, motivados a discutir a resolução da questão, sendo propostas outras questões para que os mesmos pudessem resolver.

A discussão que girou em torno da proposta foi bastante questionadora, levando os alunos a envolverem-se de tal modo que o tempo previsto para a resolução das questões não foi suficiente. Aqui podemos perceber o interesse e a motivação dos alunos ao construírem o seu próprio modelo no computador, ilustrados nas Figuras 27 e 28 a seguir.

Figura 24 – Alunos mantendo o primeiro contato com o programa *Modellus* durante as sessões didáticas.



Fonte: Arquivo próprio



Fonte: Arquivo próprio

Para a resolução das questões propostas pelo professor pesquisador foram fornecidos os dados matemáticos aos alunos, a partir das equações da cinemática, cabendo aos alunos, no primeiro momento, apenas alimentar o sistema, possibilitando a visualização para a elaboração de tabelas, construção de gráficos e animações, passando a descrever de forma bastante interativa o movimento retilíneo uniforme do corpo em questão.

Com as ferramentas que foram apresentadas, os alunos sentiram-se instigados a explorar o *software* e a descobrirem as possibilidades que o modelo podia oferecer, naquele momento, para facilitar o entendimento do problema.

Durante os encontros seguintes, os alunos foram convidados a expor os conhecimentos adquiridos, comentando de forma precisa a metodologia utilizada para a resolução das questões anteriores, dando ênfase à relevância nas atividades de modelagem computacional. Em seguida, os alunos foram motivados a responder as demais questões propostas, seguida de uma discussão, em grupo, sobre a praticidade de uso do *Modellus*.

Como já citado anteriormente, cada aluno tinha acesso a um computador, ligado à *Internet*, e com o *software Modellus* instalado, o que facilitou uma maior interação de cada aluno com o sistema. Para cada questão proposta que ia sendo resolvida, a tela do *Modellus* era gravada na área de trabalho para posterior visualização. Ao final de cada sessão didática, os alunos faziam uma cópia de todo o material estudado, que era arquivada em um *pendrive* ficando à disposição tanto dos alunos quanto do professor pesquisador. Essas ações estão claramente demonstradas na Figura 28, abaixo.

Figura 25 – Alunos participando das atividades durante as sessões didáticas no Laboratório de Informática.



Fonte: Arquivo próprio



Fonte: Arquivo próprio

Nas aulas seguintes, e após cada sessão didática, todo o conteúdo estudado, e trabalhado com o *software*, era discutido coletivamente pelo grupo para fixação dos conhecimentos adquiridos. Essa ação fortalecia a aprendizagem dando maior autonomia aos alunos.

Durante os quatro encontros finais, os alunos eram constantemente desafiados à resolução das atividades propostas pelo professor pesquisador. Individualmente, cada aluno utilizava o *software Modellus* para a construção de gráficos e animações computacionais, a partir de questões envolvendo o MRU e MRUV e, em seguida, discutiam os resultados com os colegas, favorecendo a uma maior interação do grupo e para com o conteúdo que estava sendo estudado.

Após concluído o período das aulas, os alunos foram submetidos a um pós-teste, cujo objetivo foi verificar o nível de assimilação acerca dos conteúdos de cinemática que foram trabalhados no laboratório de informática. O teste era composto por questões objetivas e subjetivas (apêndice D), abordando os conteúdos relativos ao movimento uniforme (MRU) e ao movimento uniformemente variado (MRUV) que durante as sessões didáticas foram respondidas com o auxílio do *software Modellus*, na construção de gráficos, tabelas e animações.

Após a realização do pós-teste, os alunos foram convidados a responder um questionário (apêndice C), cujo objetivo foi avaliar o período das aulas que foram desenvolvidas no laboratório de informática, destacando-se o modelo interdisciplinar adotado por ocasião das sessões didáticas, o envolvimento com as ferramentas computacionais adotadas e o potencial do *software* educativo utilizado, baseando-se nos ensinamentos de Moreira (2006) segundo o qual, a avaliação de um *software* se faz sob dois aspectos, “um relativo à avaliação da aprendizagem do aluno em face da utilização do recurso computacional e o outro em face do potencial pedagógico”.

Durante a realização da pesquisa alguns aspectos avaliativos foram sendo modificados. Um exemplo foi verificar como se deu o processo de aprendizagem dos alunos, levando-se em consideração não “o quanto o aluno aprendeu”, mas “como se deu o processo de aprendizagem”. Para isso utilizou-se a resolução dos problemas de Física, num modelo contextualizado para a elaboração de novos conhecimentos, porém considerando aquele conhecimento que o aluno já trazia consigo, através de uma integração colaborativa com o computador, através do *software Modellus*.

Ressalte-se aqui o envolvimento dos alunos para o desenvolvimento da pesquisa, e o papel do professor pesquisador, que procurou auxiliá-los em todos os momentos, desde a apresentação da proposta de trabalho à resolução dos exercícios, mediados pelo uso do *software*, o que resultou num verdadeiro processo de integração e motivação por parte da turma.

Assim, foi possível constatar que a utilização de uma ferramenta pedagógica a partir da realização de atividades interativas, citando aqui o potencial do *software Modellus* para a integração dessas atividades, na disciplina de Física, foi de um valor pedagógico imensurável, uma vez que despertou o interesse dos alunos pelo conteúdo que estava sendo trabalhado no LEI. Todo esse processo pôde ser constatado pelo desempenho apresentado pelos alunos, pelo envolvimento da turma para a resolução das atividades propostas, da motivação, pelos depoimentos prestados, e a partir dos resultados comparativos do pré e pós-testes realizados. Dessa forma foi possível comprovar que aulas motivadas com a utilização da modelagem e simulação computacional, podem influenciar de modo bastante positivo, no ensino e na aprendizagem dos conteúdos de Física, despertando, assim, um maior interesse por parte dos alunos.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No capítulo que segue, nos propomos a uma discussão a partir da análise dos resultados obtidos com a aplicação dos instrumentos de coleta de dados que foram utilizados durante todo o tempo da pesquisa, os quais elencamos a seguir: questionários (com questões objetivas e subjetivas), utilizados para verificar a situação sociocultural e realidade socioeconômica dos alunos, o pré-teste que foi utilizado com o objetivo de coletar informações acerca dos conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos a serem estudados, de MRU e MRUV, as práticas pedagógicas desenvolvidas em sala de aula com a realização de sessões didáticas, simulação e modelagem computacional, utilização do *software* educativo, o *Modellus*, ações desenvolvidas no LEI com vistas a uma aprendizagem significativa e o pós-teste, com o objetivo de comprovar ou negar as hipóteses iniciais que evidenciaram a presente pesquisa.

Para esse entendimento destacamos abaixo a delimitação do problema que evidenciou a pesquisa e, sucessivamente, as hipóteses que pretendemos demonstrar a partir do estudo realizado.

Ao delimitar o problema da pesquisa nossa pretensão era:

- Analisar se o uso de *softwares* educativos no ensino da Física, particularmente o *software Modellus*, a partir de uma abordagem significativa de aprendizagem, pode contribuir para gerar motivação e despertar o interesse e a curiosidade dos alunos da 1ª série do Ensino Médio, no estudo da cinemática (MRU e MRUV);
- Investigar o que de fato tem causado o distanciamento dos alunos da disciplina de Física, *com foco na escola pesquisada*, e verificar se o uso pedagógico do computador pode contribuir para melhorar o desempenho e a aprendizagem no conteúdo dessa disciplina.

Baseados nos problemas sugeridos, evidenciamos as seguintes hipóteses:

- Aulas interativas (com o uso de modelagem computacional) devem contribuir para despertar o interesse e melhorar o desempenho dos alunos na aprendizagem da disciplina de Física;
- Alunos e professores possam fazer o uso de forma correta e adequada dos recursos computacionais (*softwares educativos*) como ferramenta de apoio pedagógico;
- A metodologia utilizada venha favorecer a participação ativa dos alunos na construção de sua aprendizagem, de modo que possa torna-la significativa para a sua vida;
- O *software* educativo *Modellus* (*utilização de recursos gráficos*), possa favorecer o desenvolvimento da autonomia e das habilidades de análises e interpretações das informações contidas nas representações analíticas e gráficas de seu objeto de estudo (Cinemática – MRU e MRUV).

Nesse momento apresentaremos, então, uma discussão a partir da análise dos resultados obtidos, considerando para isso todos os elementos que foram utilizados para a fundamentação desta pesquisa.

6.1 Os procedimentos de ensino e aprendizagem de cinemática e as concepções dos alunos.

Partindo dos procedimentos de ensino e aprendizagem adotados para a seguinte pesquisa, alguns passos iniciais foram necessários. Primeiramente os alunos foram convidados a responder um questionário intitulado: “Questionário para reconhecimento do perfil do aluno” (apêndice A), didaticamente dividido em quatro blocos de informações:

- a) Identificação do informante.
- b) Análise de vida escolar do aluno.
- c) Análise da disciplina de Física.
- d) Estudo da Cinemática Escalar.

Pretendia-se, a partir deste questionário, conforme já objetivamos anteriormente, verificar algumas informações importantes em relação aos alunos, tais como: o perfil e sua vida escolar, o contexto sócio-econômico-cultural no qual os

mesmos estão inseridos, e que de certa maneira tem influência na sua vida como estudante, e sua visão sobre a aprendizagem do conteúdo de Física na sua vida escolar, no caso presente, em relação à cinemática

Em seguida foi realizado um pré-teste com dez questões objetivas (apêndice B) envolvendo os principais conteúdos de cinemática que seriam tratados durante a pesquisa, necessariamente o MRU e o MRUV, envolvendo problemas, gráficos e tabelas sobre o assunto. O objetivo era verificar a profundidade do conhecimento dos alunos adquiridos em sala de aula sobre o estudo da cinemática.

Um segundo questionário foi aplicado ao final das aulas, sessões didáticas e simulações computacionais que foram realizadas no laboratório de informática. Esse questionário abordou os seguintes aspectos: a proposta de resolução de problemas de forma interdisciplinar usando o computador, o uso de um *software* educativo, o *Modellus*, para auxiliá-lo na resolução das atividades propostas como a construção de gráficos e tabelas e por fim, mas não menos importante, uma visão da metodologia adotada para as aulas de Física e sugestões para melhorar as aulas de cinemática.

Por fim, a realização de um pós-teste com dez questões de cinemática (apêndice D), com questões abertas (subjetivas) e fechadas sobre a utilização do *software Modellus* na resolução das questões. O pós-teste teve o objetivo de verificar se a metodologia aplicada nas sessões didáticas possibilitou a assimilação do conhecimento, antes existente no cognitivo do aluno, porém absolvida de forma mais elaborada.

Análise do perfil dos alunos

Para a realização da pesquisa, o campo de investigação utilizado foi o conjunto das quatro turmas das 1.^a Séries do turno tarde de uma escola do Ensino Médio localizada no município de Barreira – CE. Dessas quatro turmas foram selecionados 22 alunos para realizar a pesquisa, classificada como sendo uma pesquisa-ação. Os dados apresentados nos gráficos a seguir, foram extraídos do questionário para reconhecimento do perfil dos alunos pesquisados.

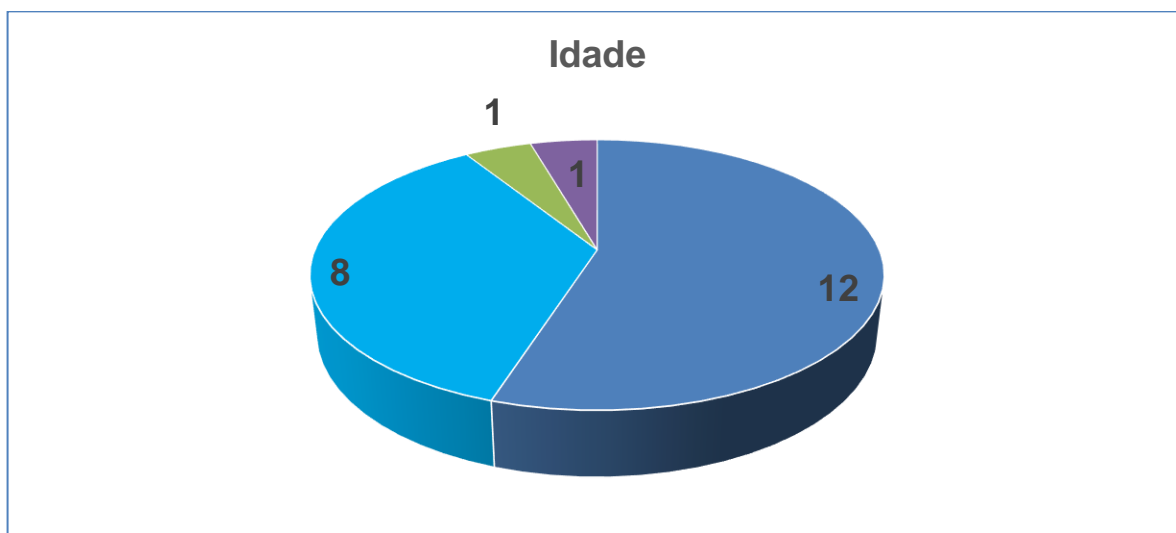
Inicialmente os questionários foram distribuídos uniformemente aos 22 alunos participantes da pesquisa com o auxílio do professor pesquisador e do coordenador

do LEI. Em seguida, o professor pesquisador informou aos alunos o objetivo da pesquisa e, conseqüentemente, a seriedade em responder ao questionário, que tinha por finalidade elencar subsídios para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Física na escola. Alguns alunos responderam agilmente às questões propostas, outros, porém, demoraram mais do que o previsto, principalmente às questões referentes aos conteúdos de cinemática.

a) Identificação do informante.

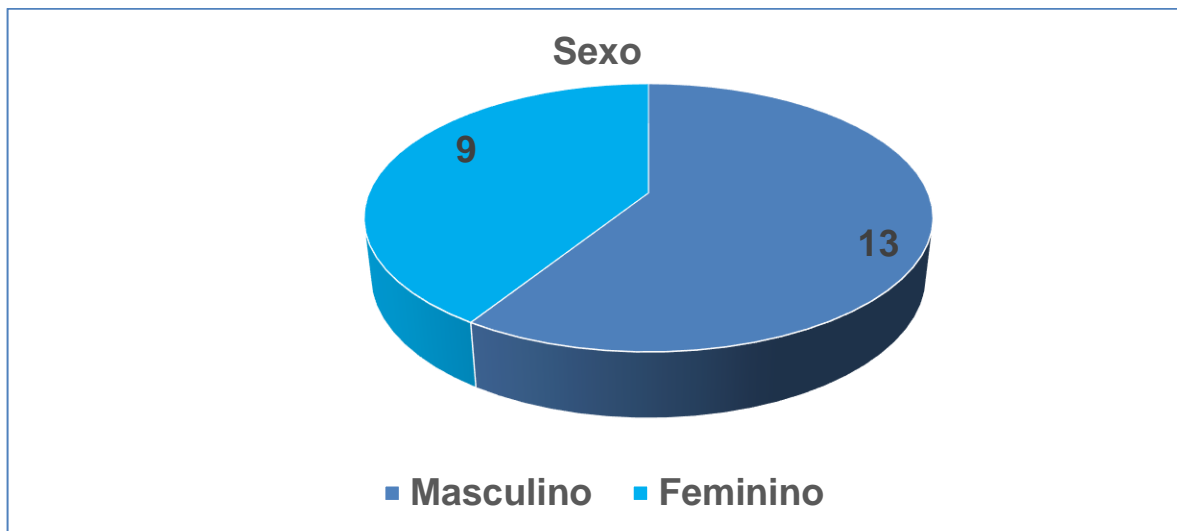
Ao analisarmos os dados apresentados no gráfico que está na Figura 26, quanto à idade dos participantes da pesquisa observamos que, do total dos alunos, 12 estão dentro da faixa etária correspondente ao ano que estão cursando, que é 15 anos, segundo o artigo 4º da LDB quando afirma que, o Ensino Médio é a última etapa da Educação Básica que abrange os alunos com idade entre 15 e 17 anos. Pelos elementos do gráfico, 2 alunos estão basicamente fora de faixa.

Figura 26 – Idade dos participantes da pesquisa



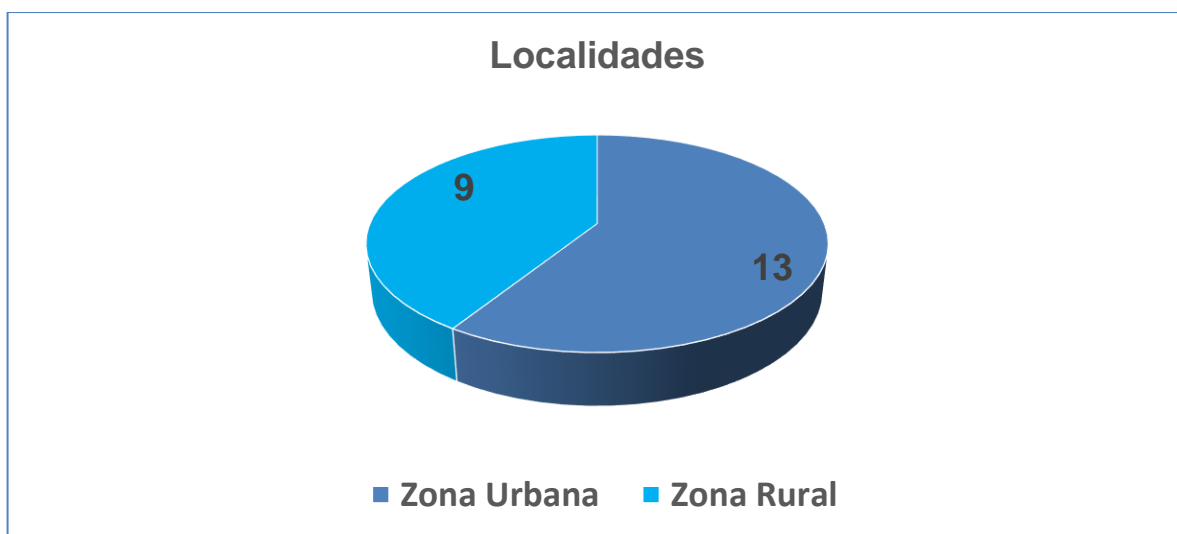
Fonte: Dados da Pesquisa

Na Figura 27, apresentamos o gráfico com as respostas dos alunos no tocante à questão 02 do questionário 1, quanto ao sexo. Observamos que, dos alunos pesquisados, 9 são do sexo feminino e 13 são do sexo masculino.

Figura 27 – Sexo dos participantes da pesquisa

Fonte: Dados da Pesquisa

Conforme as informações contidas na Figura 28, em relação à localidade onde os alunos pesquisados residem, 9 alunos moram na zona urbana, no centro da cidade. Os demais, num total de 13 alunos residem na zona rural e dependem do transporte escolar para chegarem à escola.

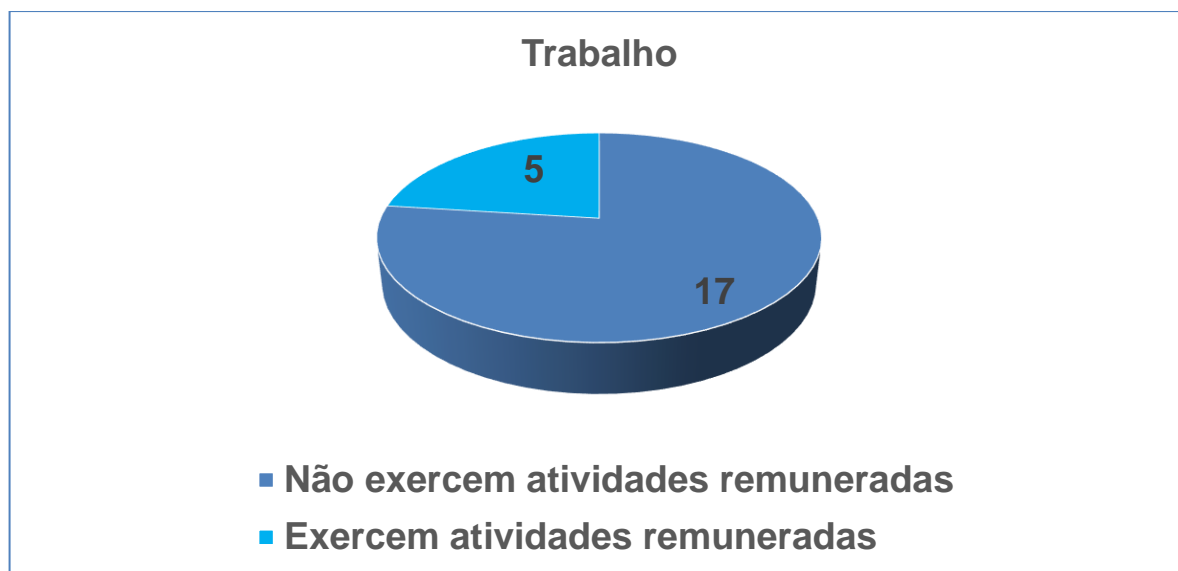
Figura 28 – Localidades das residências dos participantes da pesquisa

Fonte: Dados da Pesquisa

Segundo o gráfico representado na Figura 29, identificamos que 17 alunos não exercem atividades remuneradas. Em sua grande maioria apenas ajudam os pais no

contraturno, mas não recebem dinheiro por isso. Do total pesquisado, porém, apenas 5 alunos trabalham para complementar a renda familiar.

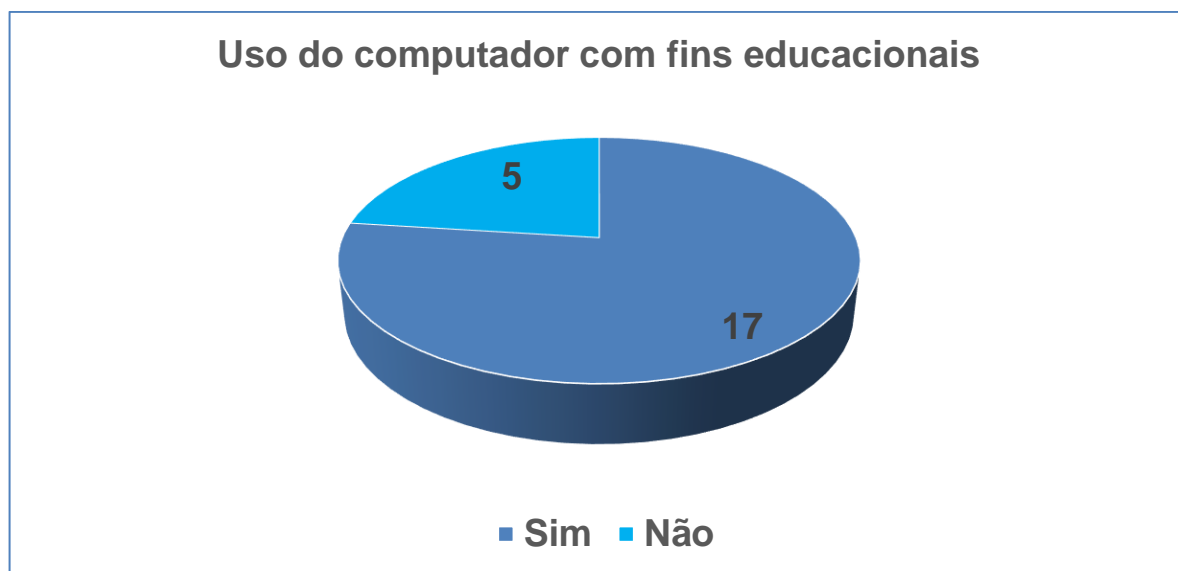
Figura 29 – Atividades relacionadas aos trabalhos desenvolvidos pelos participantes da pesquisa.



Fonte: Dados da Pesquisa

As informações da Figura 30 nos permitem identificar que, do total de alunos que participaram do projeto de pesquisa, uma média expressiva, equivalente a 17 alunos, fazem uso do computador com fins educacionais. Isso significa que, do total, apenas 5 alunos ainda não utilizam essa ferramenta em seus estudos. Esse dado foi muito importante para o desenvolvimento da pesquisa, pois a maioria dos alunos demonstraram domínio, pelo menos em parte, dos conhecimentos tecnológicos necessários, o que veio facilitar a utilização do *software* educativo.

Figura 30 – Utilização do computador pelos participantes da pesquisa.



Fonte: Dados da Pesquisa

Aos verificarmos as informações constantes do gráfico representado na Figura 31, percebemos que do total de alunos, apenas 3 não tinham tempo disponível para participar de atividades extraclasse, uma vez que a proposta inicial do projeto de pesquisa era que o mesmo fosse realizado no contraturno. Por conta da dificuldade do transporte escolar, principalmente porque uma grande maioria dos alunos reside na zona rural, conforme o gráfico da Figura 28, optou-se por celebrar um acordo com os professores para que a pesquisa fosse realizada dentro do turno do aluno, sem que houvesse nenhum prejuízo para os mesmos.

Ficou acordado, então, que a nota bimestral dos 22 alunos participantes da pesquisa seria composta por uma nota parcial a partir dos elementos fornecidos pelo professor pesquisador, conforme a avaliação realizada ao final do projeto.

Figura 31 – Disponibilidade de horários extraclasse para participar da pesquisa

Fonte: Dados da Pesquisa

b) Análise da vida escolar dos alunos da pesquisa.

A Figura 32 abaixo contém as respostas dos alunos participantes da pesquisa sobre com que idade os mesmos iniciaram a sua vida estudantil. Percebe-se que a grande maioria dos alunos, num total de 16 começaram a sua vida escolar antes dos 4 anos de idade. Essa informação nos permite concluir que esses alunos iniciaram seus estudos ainda na pré-escola, uma fase muito importante para a aprendizagem e socialização dos estudantes.

Figura 32 – Respostas dos alunos sobre a idade que iniciaram os estudos

Fonte: Dados da Pesquisa

Na Figura 33, o gráfico nos informa que, do total de alunos pesquisados, 16 cursaram todo o Ensino Fundamental e iniciaram o Ensino Médio em escola pública. Apenas 4 alunos cursaram o Ensino Fundamental completo em escola particular. Essa informação nos faz constatar que a maioria desses alunos são oriundos de classe social de baixa renda e residentes na zona rural, não tendo condições financeiras para custear seus estudos em uma escola particular. Os alunos da zona rural são filhos de pequenos agricultores cuja renda, na maioria, é formada, em parte com ajuda dos programas do governo federal.

Figura 33 – Respostas dos alunos sobre a categorização da escola na qual estudaram



Fonte: Dados da Pesquisa

No questionário, foi indagado aos alunos participantes da pesquisa qual a disciplina que eles mais gostavam e a que menos gostavam. Dos 22 alunos pesquisados, um total de 12, afirmaram que a disciplina que mais gostam é Matemática, sendo também que 7 alunos, gostam da disciplina de Português. Do total, apenas 3 relataram que a disciplina que menos gostam é História ou Sociologia. Essas informações constam do gráfico representado na Figura 34, abaixo.

Indagados sobre o porquê, de gostarem mais dessa ou daquela disciplina, a maioria respondeu o seguinte:

Aluno 01: “Essas matérias são as que mais eu entendo”.

Aluno 02: “Porque são muito interessantes”.

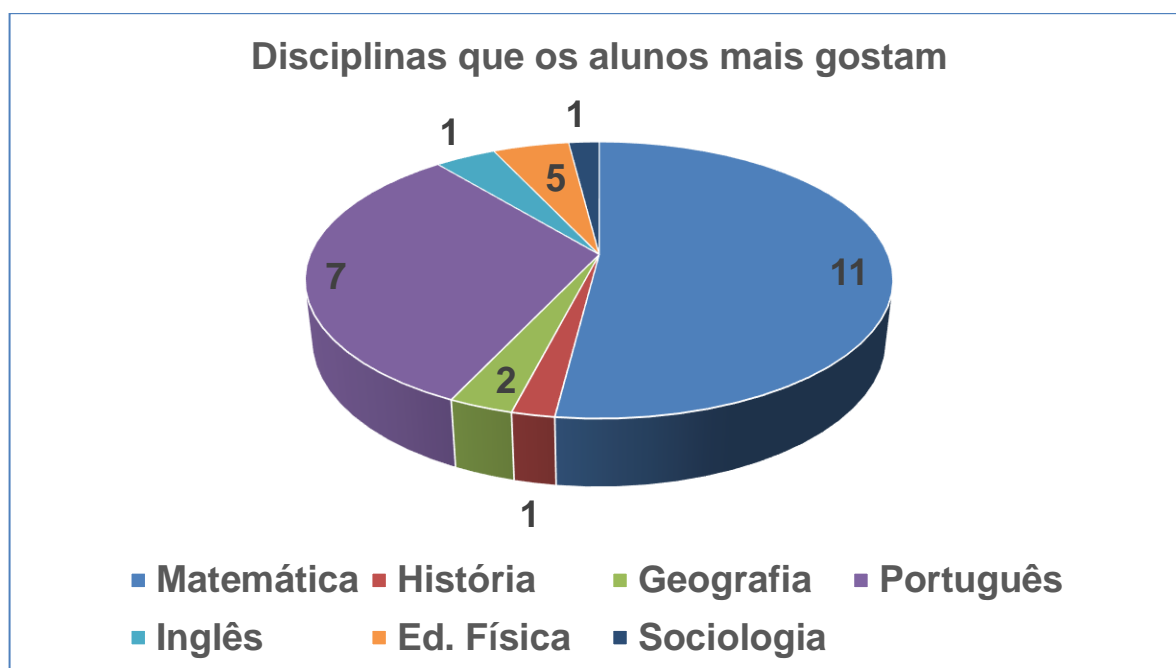
Aluno 03: “Porque aprendemos até o modo de falar mais explicado”. Aqui referindo-se a disciplina de Português.

Aluno 04: “Porque a matemática é muito interessante”.

Aluno 05: “A matemática, porque envolvem cálculos e eu gosto de resolvê-los”.

Podemos perceber que, mesmo sendo a disciplina de Matemática aquela que mais amedronta os alunos, por sua dificuldade de compreensão, uso de raciocínio e conhecimentos de cálculo, mais da metade da turma, respondeu que ainda é a disciplina que mais gostam. Cabe aqui ao professor aprofundar os estudos dessa disciplina e torná-la cada vez mais agradável para essa turma, com aulas diferenciadas, contextualizadas com a realidade, dentre outras estratégias.

Figura 34 – Respostas dos alunos sobre as disciplinas que tiveram mais facilidade e mais dificuldade na escola



Fonte: Dados da Pesquisa

c) Análise da disciplina de Física

Na Figura 35, os alunos pesquisados aos serem indagados se gostam ou não das aulas de Física, 14 responderam que sim. Essa informação é bastante positiva pois vem confirmar a informação dada anteriormente da quantidade de alunos cuja disciplina que mais gostam é Matemática. Isso demonstra que, de certa forma, a disciplina de Física também é bem aceita pelos alunos, fato não bastante comum quando verificamos os resultados das avaliações bimestrais da maioria dos alunos.

Gostar das aulas já é um bom início para que os professores comecem a tratar a disciplina de Física conforme orientam os PCN, “construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade (2006, p. 2)”.

Figura 35 – Respostas dos alunos pesquisados sobre se gostam ou não das aulas de Física



Fonte: Dados da Pesquisa

Sobre o uso ou não do material didático de Física pelos professores, podemos observar no gráfico que está na Figura 36 que, segundo os alunos pesquisados, ainda é considerável o percentual de professores que não usam constantemente esse material, como o livro didático e outros. Segundo o gráfico, do total dos alunos, em torno de 10 afirmaram que, às vezes os professores utilizam esse tipo de material.

Na maioria das escolas, às vezes, o livro didático ainda é o único material didático disponível para os alunos. Mesmo a maioria afirmando que os professores sempre utilizam o material didático, faz-se necessário uma reflexão acerca desse uso para que o mesmo não venha a tornar-se obsoleto pelos educadores e sem muita importância para os alunos. Os professores precisam rever algumas posturas quanto ao uso do livro didático. Sendo assim, podemos aprender com Vasconcelos e Souto (2003, p. 93), segundo os quais,

Os livros de Ciências têm uma função que os difere dos demais – a aplicação do método científico, estimulando a análise de fenômenos, o teste de hipóteses e a formulação de conclusões. Adicionalmente, o livro de Ciências deve propiciar ao aluno uma compreensão científica, filosófica e estética de sua realidade oferecendo suporte no processo de formação dos indivíduos/cidadãos.

Precisamos entender a importância do livro didático ainda de acordo com o pensamento de Gérard e Roegiers (1998, p.19), segundo os quais definem o livro didático como “um instrumento impresso, intencionalmente estruturado para se inscrever num processo de aprendizagem, como fim de lhe melhorar a eficácia”.

Figura 36 – Respostas dos alunos pesquisados sobre o uso do material didático pelos professores no ensino de Física



Fonte: Dados da Pesquisa

Em relação ao uso de *softwares* educativos pelos professores de Física, as respostas dadas pelos alunos, constantes no gráfico representado na Figura 37, é no

mínimo, preocupante. Dos percentuais registrados podemos constatar que, do total de alunos, 19 informam que os professores não utilizam nenhum tipo de *software* educativo.

O uso da tecnologia na sala de aula, acreditamos, precisa ser encarado pelos professores como uma ferramenta para melhorar a qualidade da educação. Assim, precisamos pensar como Valente (1998), segundo o qual

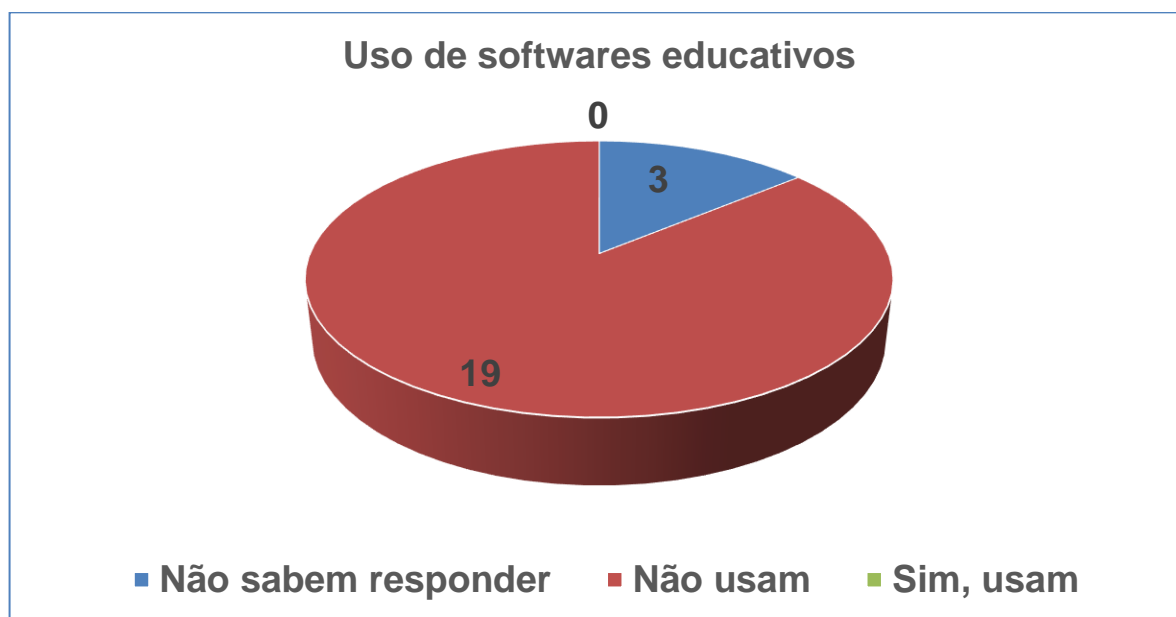
As novas modalidades de uso do computador na educação apontam para uma nova direção: o uso desta tecnologia não como “máquina de ensinar”, mas, como uma nova mídia educacional: o computador passa a ser uma ferramenta educacional. Uma ferramenta de complementação, de aperfeiçoamento e de possível mudança na qualidade de ensino (VALENTE, 1998. p. 3).

A proposta da presente pesquisa está fundamentada exatamente no uso da tecnologia em sala de aula para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem. E uma das ferramentas adotadas foi exatamente o uso de um *software* a partir de simulações e modelagens computacionais que foram desenvolvidas no Laboratório de Informática da referida escola.

Ainda segundo Aliprandini (2009),

As simulações podem ser consideradas a solução de muitos problemas que professores de Física enfrenta, ao tentar explicar para seus alunos fenômenos, demasiado, abstratos para serem visualizados pela descrição em palavras, e demasiado complicados para serem representados por meio de uma figura estática (ALIPRANDINI, 2009, p. 1373).

Figura 37 – Respostas dos alunos pesquisados sobre o uso de *softwares* educativos pelos professores no ensino de Física



Fonte: Dados da Pesquisa

Aos alunos foram feitos diversos questionamentos a partir do instrumento introdutório desta pesquisa (apêndice A). Uma das questões (pergunta 21) era se eles consideravam que os conteúdos estudados na disciplina de Física tinham alguma relação com os problemas da sua realidade, ou seja, se o estudo de Física tinha algum significado para a sua vida.

Esta pergunta foi considerada uma das mais importantes para a pesquisa, uma vez que fundamenta uma de suas hipóteses, ou seja, a distância que possivelmente há entre a disciplina de Física e a realidade dos alunos. As respostas dos alunos pesquisados estão no gráfico que aparece na Figura 38.

Observe que a maioria dos alunos pesquisados respondeu que sim, equivalente a 12 alunos. Porém, precisamos nos deter na outra parte da resposta, onde 10 alunos consideram que não, que a Física não tem nenhum sentido para a sua vida ou apresentam alguma relação com a realidade.

Transcrevemos, a seguir, alguns dos comentários dados pelos alunos em relação à resposta “NÃO”.

Aluno 6: *“A faculdade que pretendo fazer não precisa muito”.*

Aluno 7: *“Não tem relação com os problemas da minha realidade. E o que eu aprendo fica guardado, porque na minha vida não é necessário”.*

Aluno 8: *“Porque é muito difícil de praticar a física”.*

Aluno 9: *“Porque não vou precisar dela para fazer minha faculdade”.*

Aluno 10: *“Não consigo compreender a física, um pouco de dificuldade”.*

Aluno 11: *“Porque eu não quero levar isso para minha vida”.*

Aluno 12: *“Porque eu não gosto da matéria”.*

Não podemos considerar a Física como apenas mais uma ciência desconectada da realidade. O aluno não pode considerar que o estudo da Física venha a se constituir apenas de uma disciplina que vai prepará-lo para enfrentar futuramente uma faculdade. A Física é bem mais do que isso. Ela faz parte da realidade do ser humano e é, no mínimo, estranho fechar os olhos a essa realidade.

Cabe ao professor mudar essa concepção do aluno. Frases como *“porque não quero levar isso para minha vida”* ou *“porque não vou precisar dela para fazer minha faculdade”* não podem ser simplesmente aceitas numa sala de aula. Faz-se necessário uma maior discussão em torno do assunto. É mister fazer com que os alunos desenvolvam habilidades, sendo capazes de compreender o universo ao seu redor. Dentro do nosso estudo, tratamos da importância desse assunto, senão vejamos:

A Física deve permitir, ainda, a construção de instrumentos que o permita intervir e participar da realidade, mesmo que após a conclusão da educação básica este não tenha mais nenhum contato com a Física, mas que tenha adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vive (PCNEM, 1999, p. 22).

O propósito da presente pesquisa consiste, em parte, em tentar avaliar o que de fato tem causado esse distanciamento dos ensinamentos da Física do mundo real dos alunos, segundo o que se pretende comprovar, e que sugestões podem ser dadas para melhor aproximar esses ensinamentos da realidade.

Figura 38 – Respostas dos alunos sobre o questionamento se a disciplina de Física tinha algum sentido para sua vida ou se os problemas estudados em Física tinham alguma relação com a sua realidade.



Fonte: Dados da Pesquisa

d) Estudo de Cinemática Escalar.

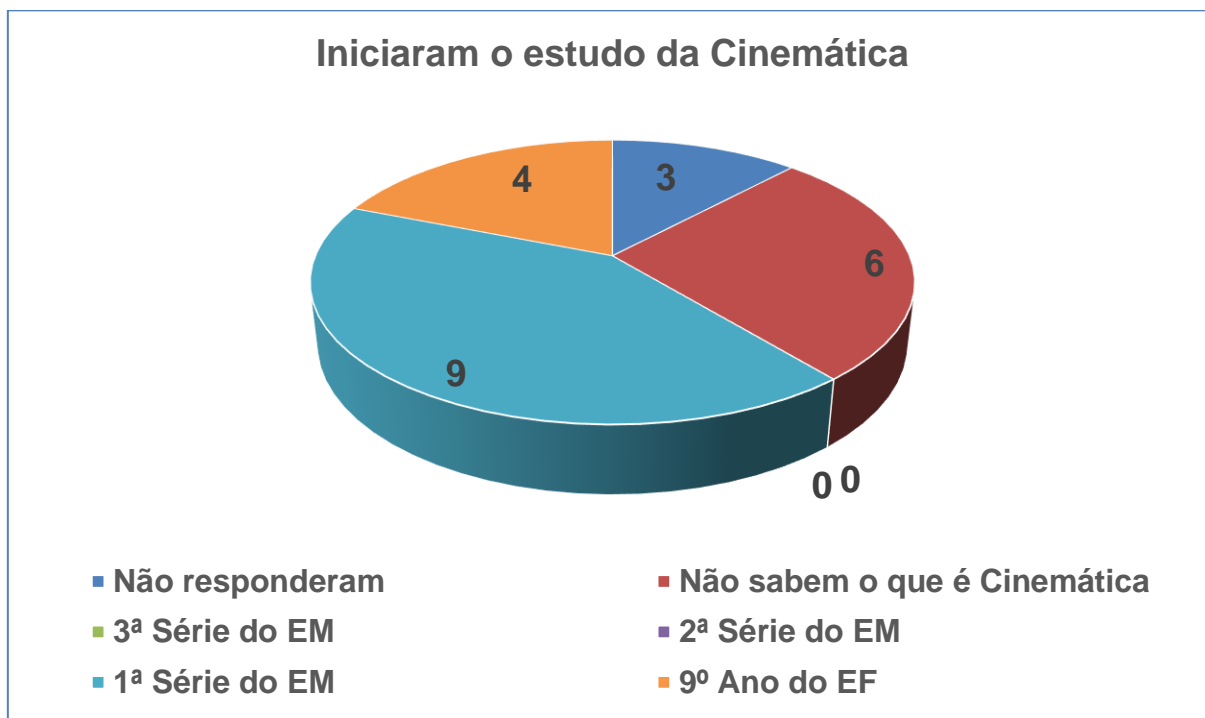
Como já é do nosso conhecimento, o conteúdo de Física a partir da reforma do ensino e uma nova abordagem que vem sendo dada aos formatos dos livros didáticos, passa a fazer parte dos currículos das escolas do Ensino Fundamental já a partir do 8.º ano. Outros iniciam o ensino de Física somente a partir do 9.º ano. Pela tradição dos livros didáticos no Ensino Médio, o currículo de Física é estruturado de tal maneira que os conteúdos de cinemática são estudados na 1.ª Série do Ensino Médio.

O gráfico que aparece na Figura 39 apresenta a resposta dos alunos pesquisados quando questionados sobre o início do estudo da cinemática na escola. Dadas as respostas, o mais curioso é a informação de muitos alunos sequer sabem do assunto de que trata a cinemática. Do total, 6 alunos não sabem o que é cinemática. Porém, 9 dos entrevistados estão dentro do percurso normal, iniciando o estudo desse conteúdo somente na 1.ª série do Ensino Médio, muito embora outros tenham afirmado que iniciaram os estudos ainda no 9º Ano do Ensino Fundamental.

É preocupante (ou estranha) a informação de um aluno cursando a 1.ª Série do Ensino Médio, já no segundo bimestre, declarar não ter conhecimento de que trata os conteúdos estudados em cinemática, muito embora alguns desses currículos tratem

do estudo da cinemática dentro da Mecânica. Diante do fato, se ele representar um caso geral, é imperioso as escolas reverem seus currículos urgentemente.

Figura 39 – Respostas dos alunos pesquisados sobre em que séries começaram a estudar cinemática



Fonte: Dados da Pesquisa

Ainda sobre o estudo do conteúdo de cinemática foram sugeridas no questionário, algumas questões abertas sobre o tema. Três situações foram discutidas pelos alunos. Considerando-se que o professor iniciou o ano letivo discutindo com os alunos os principais conceitos de cinemática, podemos argumentar:

- Como o professor de Física ensinou os conteúdos de cinemática?
- Quais foram as maiores dificuldades apresentadas pelos alunos na compreensão dos conteúdos de cinemática?
- Os professores de Física utilizavam conteúdos de outras áreas do conhecimento para contextualizar o estudo da cinemática?

As respostas foram as mais diversas possíveis. Apresentamos a seguir um resumo dos depoimentos defendidos pelos alunos e alguns comentários acerca dessas respostas.

Aluno 13: *“Em relação ao conteúdo de Física ele, [referindo-se o professor], começou pelo livro e fez algumas equações no quadro. A minha dificuldade era com as contas, às vezes não sabia usar a fórmula”.*

Aluno 14: *“Simplesmente não sei o que é cinemática”.*

Aluno 15: *Não sei o significado, por isso não sei se já estudei.*

Aluno 16: *“Com exemplos tirados dos textos dos livros e resolvendo exercícios no quadro”* – [referindo-se a como o professor ensinou o conteúdo de cinemática].

Aluno 17: *“Não me recordo de algum professor ensinando o assunto”.*

Pelos depoimentos dos alunos podemos perceber a rotina da sala de aula. Segundo eles, os professores apresentavam o conteúdo através de aulas expositivas, (*começou pelo livro e fez algumas anotações no quadro*), explicavam alguns exemplos e passavam atividades.

Em nenhum momento deu-se a entender que o professor estimulasse os alunos a resolverem atividades em grupo, favorecendo a construção do conhecimento a partir do diálogo. Sempre o professor resolvia as atividades no quadro. Segundo Luiz Carlos de Menezes (2009): “Para promover a autonomia, é preciso propor à classe atividades coletivas mais estruturadas do que as aulas expositivas”.

Sobre a importância do trabalho em grupo no processo de ensino e aprendizagem, Veiga (2000) nos ensina que,

Nos grupos formados com objetivos educacionais, a interação deverá estar sempre provocando uma influência recíproca entre os participantes do processo de ensino, o que me permite afirmar que os alunos não aprenderão apenas com o professor, mas também através da troca de conhecimentos, sentimentos e emoções dos outros alunos. (Veiga, 2000, p.105).

Não conseguimos abstrair dos depoimentos dos alunos que o professor se utilizasse de aulas práticas no laboratório de ciências, ou mesmo aulas interativas, ou uso de algum mecanismo tecnológico, no laboratório de informática. É tanto que, em outro momento, perguntado se gostaria que mudasse algo nas aulas de Física (questão 18), o aluno respondeu que: *“Apenas que houvesse mais dinâmica”.* Ou seja,

para facilitar o processo de ensino e aprendizagem nas aulas é preciso uma maior interação entre o professor e os alunos.

Outro aspecto importante a ser observado no depoimento dos alunos é o não conhecimento dos assuntos de cinemática. Quando perguntado, *quais foram as maiores dificuldades apresentadas na compreensão dos conteúdos de cinemática*, alguns alunos simplesmente responderam: “*Não sei o que significa, por isso não sei se já estudei*”. É muito comum os conteúdos serem tratados em sala de aula sem que os alunos tenham sequer noção daquilo que está sendo estudado. Segundo David Ausubel (1980), em Teoria da Aprendizagem Significativa, isso acontece porque tal conteúdo não representa significado algum para a vida do sujeito. Isso acontece porque houve apenas uma aprendizagem mecânica, isto é, há uma ênfase apenas na memorização dos conhecimentos, mas como não teve nenhum significado para a vida, logo é esquecido (Moreira, 2006).

Podemos concluir, após análise das repostas dadas pelos alunos a partir do questionário proposto, que os mesmos apresentam muita dificuldade em relação aos conhecimentos básicos de cinemática, sendo necessário uma maior intervenção por parte do professor pesquisador durante o percurso da atividade pedagógica da pesquisa.

Esse fato também pode ser verificado com o resultado dos alunos em relação ao pré-teste (apêndice B), um questionário fechado, cujo objetivo foi avaliar os conhecimentos básicos dos alunos sobre as noções de cinemática, MRU e MRUV. O pré-teste era composto por 10 questões objetivas sobre esses conhecimentos de cinemática, com questões elaboradas em ordem crescente de dificuldade, na ordem de 1 a 10.

Na Figura 40 está representado o total de acertos de cada questão pelos alunos pesquisados, evidenciando assim o que já se comprovou nos depoimentos a partir do questionário 1, ou seja, a grande dificuldade dos alunos em dominar os conceitos básicos de cinemática.

Figura 40 – Representação do total de acertos das questões do pré-teste aplicado aos alunos no início da pesquisa.



Fonte: Dados da Pesquisa

Pelo resultado do gráfico mostrado na figura anterior, pode-se observar que o percentual de acertos por questão pelos alunos pesquisados é muito baixo, denotando que o conhecimento desses alunos acerca dos conceitos de cinemática é irrelevante.

Conforme podemos exemplificar, a título de ilustração, apenas 04 alunos acertaram a questão 05, cuja dificuldade era mediana, e apenas 01 aluno acertou a questão 10, que exigia um pouco mais de conhecimento. Esse resultado reflete, de forma verdadeira, todos os motivos já elencados anteriormente, de que o conhecimento em Física dos alunos da 1.^a Série do Ensino Médio da escola lócus da pesquisa é bastante frágil.

A seguir iremos apresentar, discutir e analisar os resultados apresentados pelos alunos pesquisados na segunda fase da pesquisa. Essa fase foi constituída por atividades de simulação e modelagem computacional, realizadas no laboratório de informática da EEM Danisio Dalton da Rocha Corrêa, na cidade de Barreira – CE, envolvendo os conteúdos de MRU e MRUV. Foram realizados 5 encontros de 2 h/a cada, num total de 10 h/a. Para cada h/a, a duração era de 50 minutos.

Para a realização das simulações e modelagem computacional, o que tornou os encontros bem mais interativos, foi utilizado o *software Modellus*, permitindo aos alunos a resolução de problemas envolvendo os conteúdos de cinemática a partir da construção de gráficos e tabelas, buscando melhorar a compreensão dos conteúdos propostos.

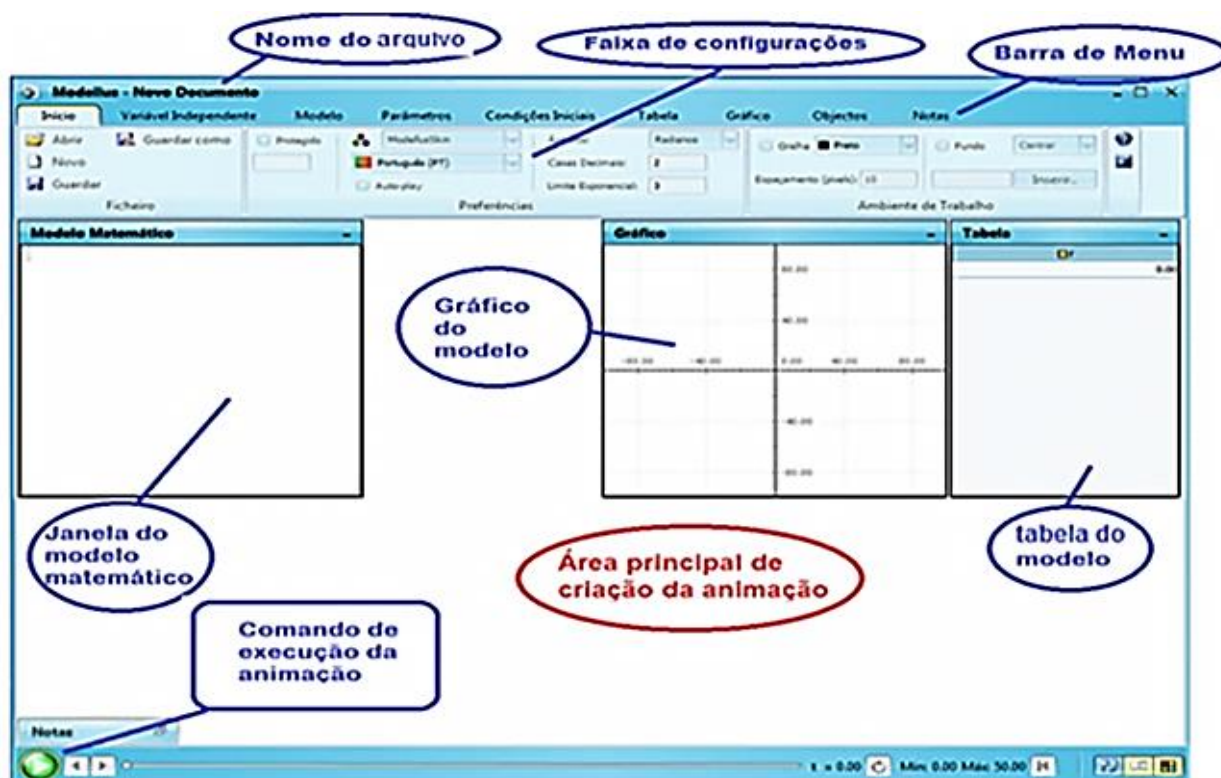
Nesta segunda fase da pesquisa também foi aplicado um segundo questionário cuja finalidade foi avaliar a resolução das atividades durante a pesquisa, bem como o uso do *software Modellus* e um pós-teste também com o objetivo de verificar os conhecimentos de cinemática adquiridos pelos alunos nessa etapa. Como estratégia pedagógica, o uso do computador foi de grande relevância, permitindo aos alunos a construção de uma aprendizagem significativa e colaborativa.

6.2 Atividades pedagógicas com o *software Modellus*

O primeiro encontro aconteceu no dia 30 de maio de 2017. Nessa data, referente às duas primeiras aulas, foi apresentado aos alunos o *software Modellus*, sua interface e suas ferramentas operacionais. Conforme já descrito anteriormente, para cada aluno foi disponibilizado um computador, de modo que cada um pôde aproveitar, com maior objetividade, o tempo referente às aulas para se familiarizar com o sistema, embora alguns ainda apresentassem certas dificuldades de operacionalização.

A atividade de reconhecimento do *software* pelo aluno consistiu em identificar, a partir da tela do computador, todas as ferramentas disponíveis pelo sistema, conforme mostra a Figura 41. Esta tela continha as principais janelas do *software* e os principais recursos, devendo os alunos identificá-los para posterior utilização. Desse modo todos os alunos ao acessarem a área de trabalho de cada computador já encontraram o programa do *software*, baixado e disponível.

Figura 41 – Interface do *software Modellus*, com destaque para seus principais recursos.



Fonte: *Software Modellus*, 2014

O segundo encontro aconteceu no dia 02 de junho de 2017. Agora, mais familiarizados com o *software*, os alunos passaram a manipular as diversas ferramentas, já podendo iniciar o trabalho de resolução das atividades.

No Quadro 06 a seguir encontra-se um resumo do calendário com as datas de aplicação das atividades realizadas com o *software Modellus* no laboratório de informática e os conteúdos desenvolvidos a partir dos exercícios.

Quadro 06 – Resumo do calendário com as datas de aplicação das atividades

DATA	ATIVIDADES	DESCRIÇÃO DOS CONTEÚDOS
30/05/2017	Realização do 1.º encontro, com 2 h/a com duração de 50 minutos cada aula, equivalente a 1 h e 40 minutos.	Apresentação do <i>software Modellus</i> , análise da interface do programa e descrição de suas ferramentas operacionais.

02/06/2017	Realização do 2.º encontro, com 2 h/a com duração de 50 minutos cada aula, equivalente a 1 h e 40 minutos.	Resolução da atividade 01: simular o movimento de uma partícula que descreve um movimento retilíneo uniforme, obedecendo à função horária $S = s_0 + v.t$.
06/06/2017	Realização do 3.º encontro, com 2 h/a com duração de 50 minutos cada aula, equivalente a 1 h e 40 minutos.	Resolução da atividade 02: simular o movimento de uma partícula que descreve um movimento retilíneo uniformemente variado, obedecendo à função horária da velocidade $V = v_0 + a.t$
09/06/2017	Realização do 4.º encontro, com 2 h/a com duração de 50 minutos cada aula, equivalente a 1 h e 40 minutos.	Resolução da atividade 03: simular o movimento de uma partícula que descreve um movimento retilíneo uniformemente variado, obedecendo à função horária $S = s_0 + v_0t + 1/2at^2$.
13/06/2017	Realização do 5.º encontro, com 2 h/a com duração de 50 minutos cada aula, equivalente a 1 h e 40 minutos.	Discussão em grupo sobre o desenvolvimento das atividades envolvendo MRU e MRUV com a utilização do <i>software Modellus</i> . Elaboração dos relatórios de aprendizagem.
16/06/2017	Realização do 6.º encontro, com 2 h/a com duração de 50 minutos cada aula, equivalente a 1 h e 40 minutos.	Resolução do questionário de sondagem sobre as atividades desenvolvidas no laboratório de informática (sessões didáticas) e aplicação do pós-teste para os alunos participantes.

Para a demonstração das sessões didáticas e simulações computacionais foram selecionadas atividades de Física envolvendo o MRU e o MRUV. Os alunos deveriam resolver as atividades propostas utilizando o *software Modellus*. Cada resolução seria seguida por discussões entre os alunos e o professor pesquisador e, durante as simulações, cada aluno deveria anotar todas as impressões tiradas a partir da resolução das questões propostas.

A seguir ilustramos o passo a passo da resolução de uma atividade de Física proposta durante as sessões didáticas e simulações computacionais realizadas no laboratório de informática, utilizando o *software Modellus*. Posteriormente registramos os comentários de alguns alunos sobre o estudo realizado, suas considerações sobre o uso do *software* e a importância do uso do laboratório de informática durante as aulas de Física.

Os exercícios propostos aos alunos estão transcritos a seguir.

Ex₁: Um automóvel parte do repouso com uma velocidade de 25 m/s, e após 5 s outro automóvel parte do mesmo ponto com uma velocidade de 50 m/s. Qual é a posição e o instante de encontro dos automóveis?

Ex₂: Uma partícula desenvolve uma velocidade que é dada pela equação: $V = 2 - 5t$. Simular o movimento dessa partícula no *software Modellus*, desenvolvendo sua animação e construindo tabela e gráfico.

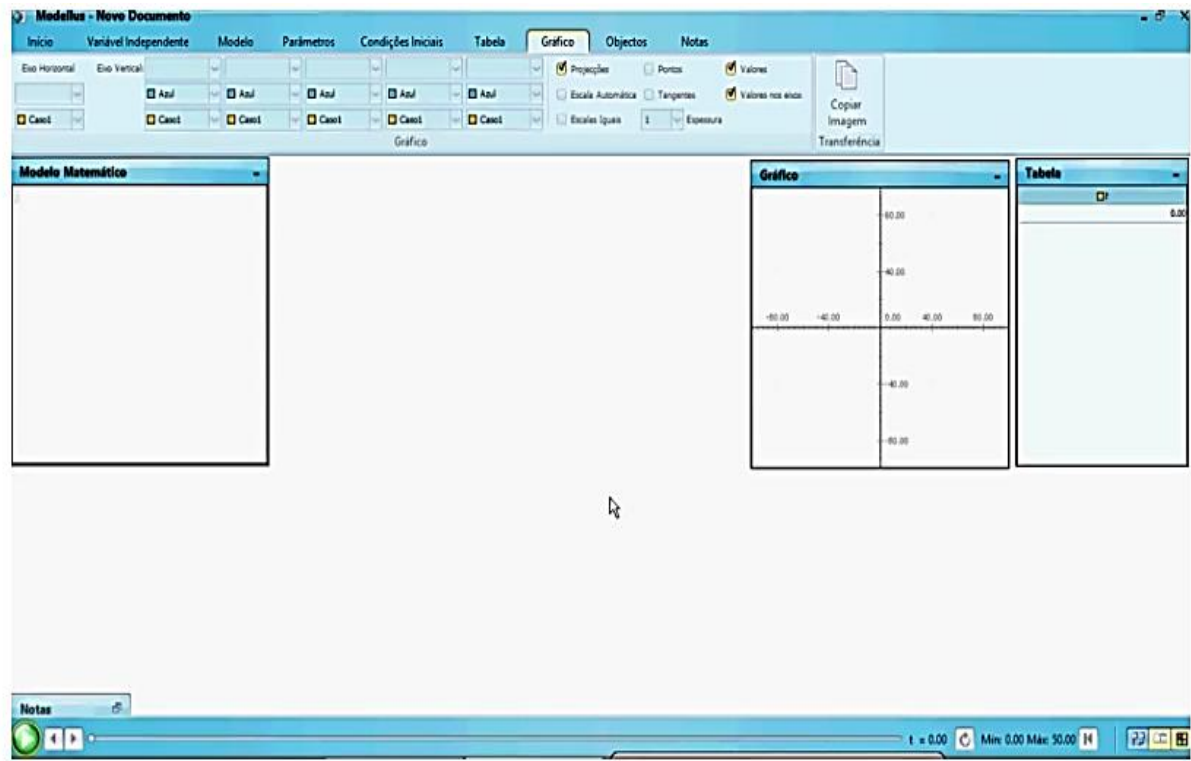
Ex₃: Simular o movimento de uma partícula que descreve um Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, obedecendo à função horária $S = 2 - 5.t + 4.t^2$. Na sequência construir gráficos e animações no programa *Modellus*, versão 4.01.

Selecionamos o exemplo 1 para apresentar a sua resolução.

A resolução deste problema será apresentada em algumas etapas, conforme veremos a seguir. Demonstraremos o passo a passo para a solução do exercício proposto. Inicialmente apresentaremos na Figura 42 a *interface* (janela) do *software Modellus* onde serão inseridos os dados do problema.

Com o problema em mãos os alunos passaram a discutir de forma colaborativa as possibilidades de uso do *software* que lhes permitissem uma solução de fácil compreensão.

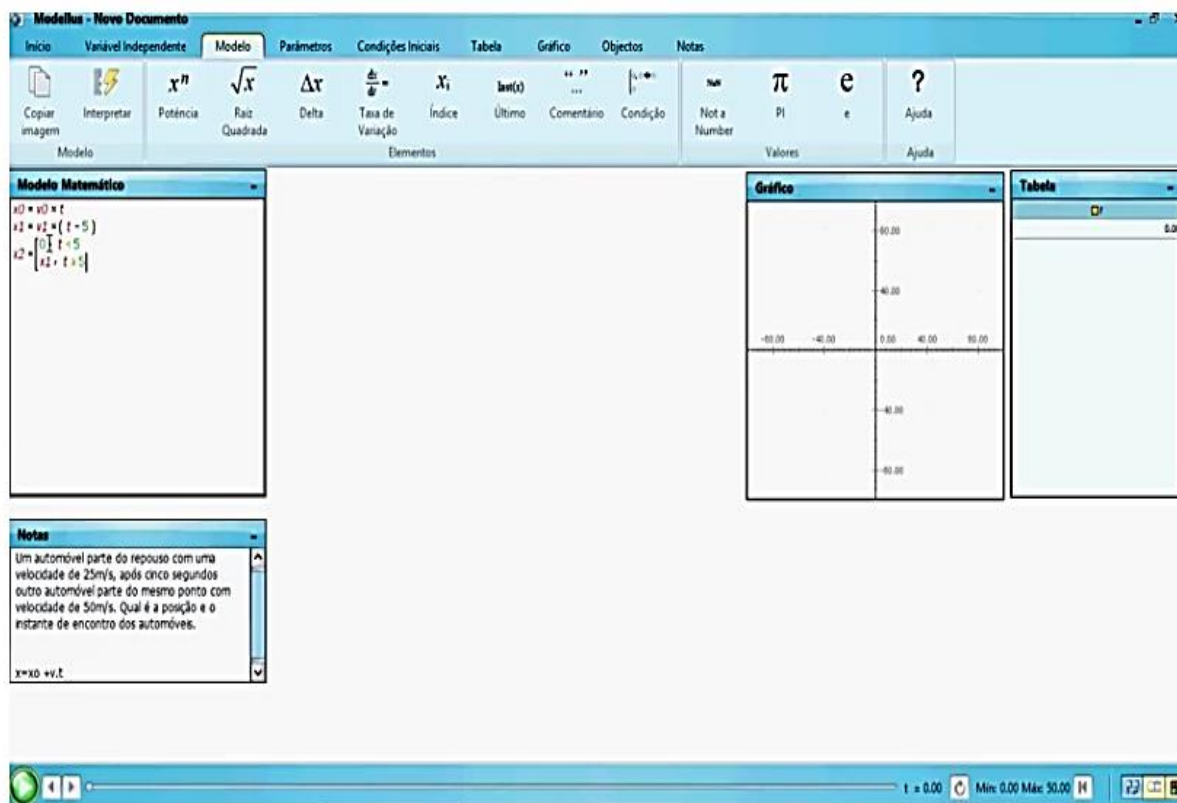
Figura 42 – Apresentação da *interface* do *Modellus* onde será realizada a resolução do exercício proposto.



Fonte: *Modellus*, versão 4.01.

Seguindo as orientações do professor pesquisador os alunos foram inserindo na janela do *Modellus* os dados do problema. Inicialmente transcreveram no quadro denominado “notas” o texto do exercício e respectivamente a equação a ser utilizada. Em seguida, no local denominado “modelo matemático” foram descritos os elementos do problema, conforme verificamos na figura 43.

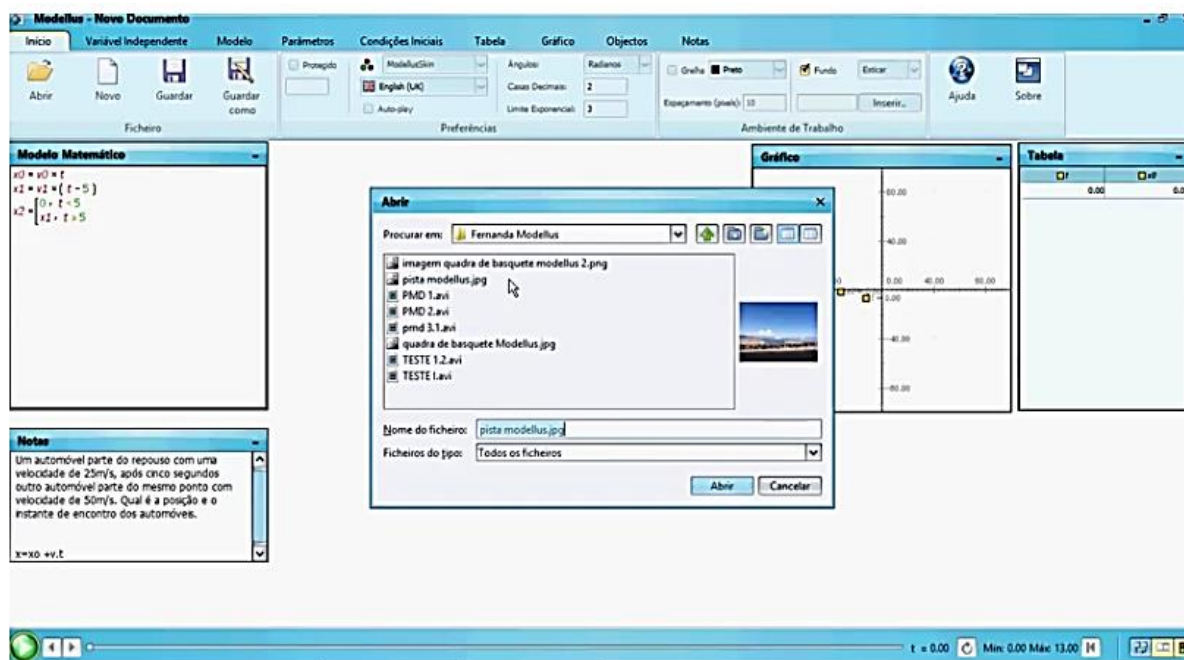
Figura 43 – Interface do *Modellus* com os dados do problema já inseridos.



Fonte: *Modellus*, versão 4.01.

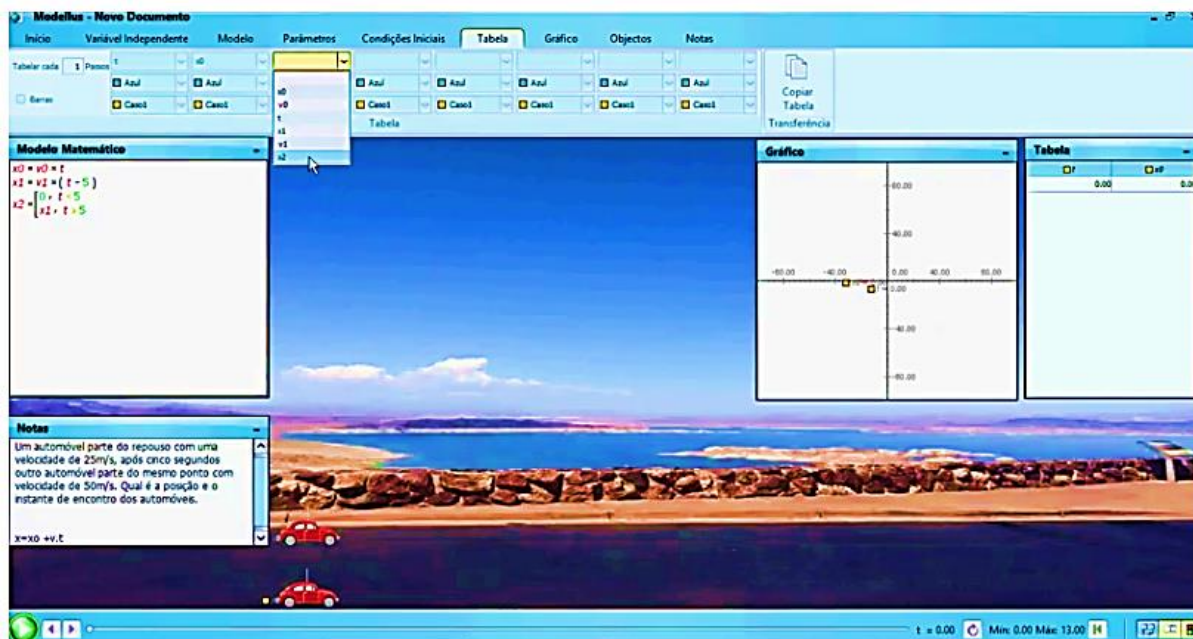
Para que a atividade ficasse mais divertida e os alunos mais motivados para usar o *software*, envolvendo-se de forma criativa com a resolução do exercício, o professor pesquisador sugeriu que os mesmos usassem a ferramenta do *Modellus* para criar um cenário, uma imagem de fundo que pode ser livremente pesquisada na *Internet*. O programa permite essa possibilidade. Ainda, que fossem inseridos elementos de animação para a resolução do problema. As figuras 44 e 45 apresentam esses elementos.

Figura 44 – Interface do *Modellus* mostrando a janela para pesquisar imagens de fundo.



Fonte: *Modellus*, versão 4.01.

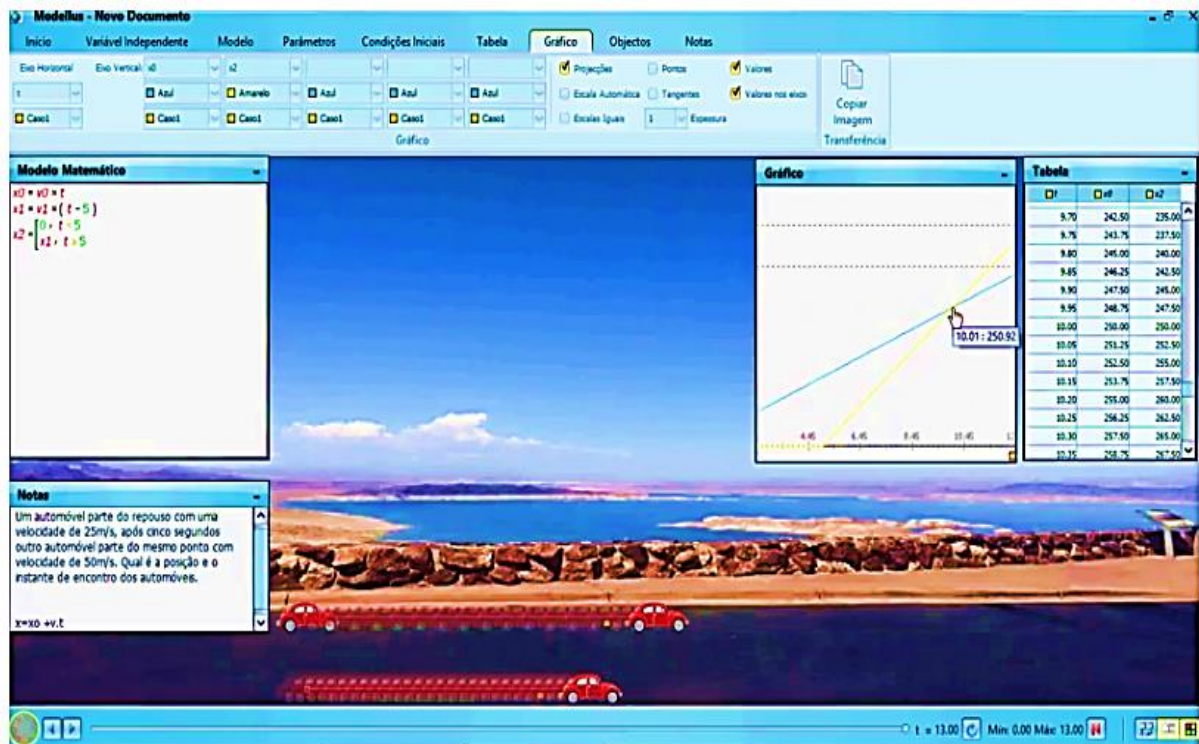
Figura 45 – Interface do *Modellus* mostrando a janela com imagem de fundo e elementos de animação.



Fonte: *Modellus*, versão 4.01.

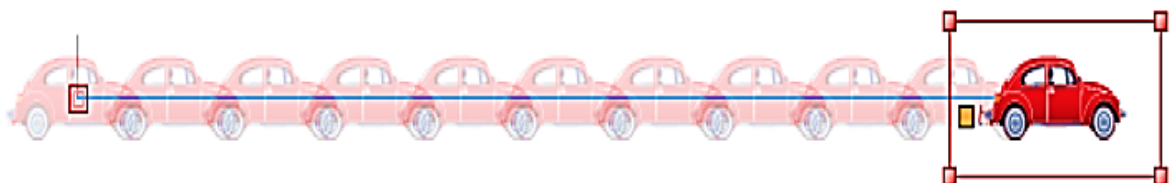
Na Figura 46 apresentamos o problema já resolvido. Podemos identificar todas as ferramentas disponibilizadas pelo *software* para a resolução do problema. Podemos perceber a animação dos dois veículos, o que aproxima o problema da realidade dos alunos. No lado direito da tela pode-se perceber uma tabela com os valores fornecidos a partir das equações, e um pouco mais ao centro o desenho dos gráficos que nos permite identificar o tempo e o ponto de encontro dos veículos, conforme propõe a questão.

Figura 46 – Interface do *Modellus* mostrando a animação, com as informações na tabela à direita e o gráfico mostrando a resolução do problema.



Fonte: *Modellus*, versão 4.01.

Figura 47 – Destaque para a animação do segundo veículo.



Fonte: Construído com o *Software Modellus*.

Conforme podemos perceber pelas ilustrações anteriores, são situações simples que o professor pode utilizar para motivar seus alunos a envolver-se de forma significativa na resolução dos problemas de cinemática. Isso porque, cabe aos próprios alunos desenvolverem os modelos matemáticos que lhes permitem interpretar de forma criativa e lúdica, através de animação, a solução dos problemas.

Vale salientar que as dificuldades que surgiram, foram aos poucos sendo superadas, isso porque os erros eram indicados na própria janela do modelo quando o *software* não interpretava o comando de execução no modelo criado. Os próprios alunos reiniciavam os comandos permitindo a resolução correta.

A seguir transcrevemos as impressões de alguns alunos sobre o uso do *Modellus* durante as sessões didáticas desenvolvidas no laboratório de informática. Os alunos foram anotando suas impressões sobre a utilização do *software*, em seguida discutidas e partilhadas com os demais colegas. Vejamos a opinião de alguns desses alunos.

Aluno 1: *“É diferente. Na sala de aula o professor não consegue mostrar o que vimos aqui”.*

Aluno 2: *“É muito divertido. Fica mais fácil resolver os exercícios quando estamos vendo o que estamos fazendo”.*

Aluno 3: *“No momento em que você vai colocando os dados do problema e ver o veículo se movendo, por exemplo, você consegue entender o que está acontecendo”.*

Aluno 4: *“Eu não conseguia entender o que era velocidade e aceleração. Aqui eu vi direitinho o que isso significa. Cada vez que você aumentava o número o carrinho ia mais depressa. Eu acho que é isso o que se chama aceleração”.*

Aluno 5: *“Ficou mais empolgante, pois fica mais fácil construir gráficos, tabelas”.*

Aluno 6: *“Todo professor de Física deveria fazer dessa forma. É legal, não é cansativo e você aprende muito mais. É como se tivesse acontecendo de verdade. É como se você fosse o motorista”.*

Conforme podemos perceber pelos depoimentos anteriores, os alunos sentiram-se motivados para participar da resolução das atividades de Física propostas. O *Modellus* é um *software* livre que permite aos alunos manuseá-los com facilidade, daí o envolvimento dos alunos com as questões. O professor de Física, tornando-se conhecedor desse *software*, poderá livremente utilizá-lo em suas aulas tornando-as mais dinâmicas, conforme sugerido pelos próprios alunos. Vale salientar que não dá para resumir todo o conteúdo de Física no Laboratório de Informática, porém o professor pode elaborar, dentro do seu planejamento semanal ou mensal, ações que possam ser desenvolvidas no LEI, favorecendo assim um maior envolvimento dos alunos e, conseqüentemente, uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem.

A partir dos relatórios apresentados pelos alunos ao final da segunda fase da pesquisa pode-se perceber que os mesmos demonstraram facilidade ao descrever os conceitos de cinemática, inclusive dando exemplos claros sobre as características, tanto do MRU quanto do MRUV. Verificou-se uma evolução, ainda que sutil, dos conhecimentos anteriores aos novos conhecimentos adquiridos, concluindo-se que houve uma melhoria na aprendizagem dos conteúdos. Acreditamos que isso foi motivado pela vivência interativa desenvolvida no ambiente do LEI, a partir da construção de gráficos, tabelas e animações com o auxílio do *software* educativo *Modellus*.

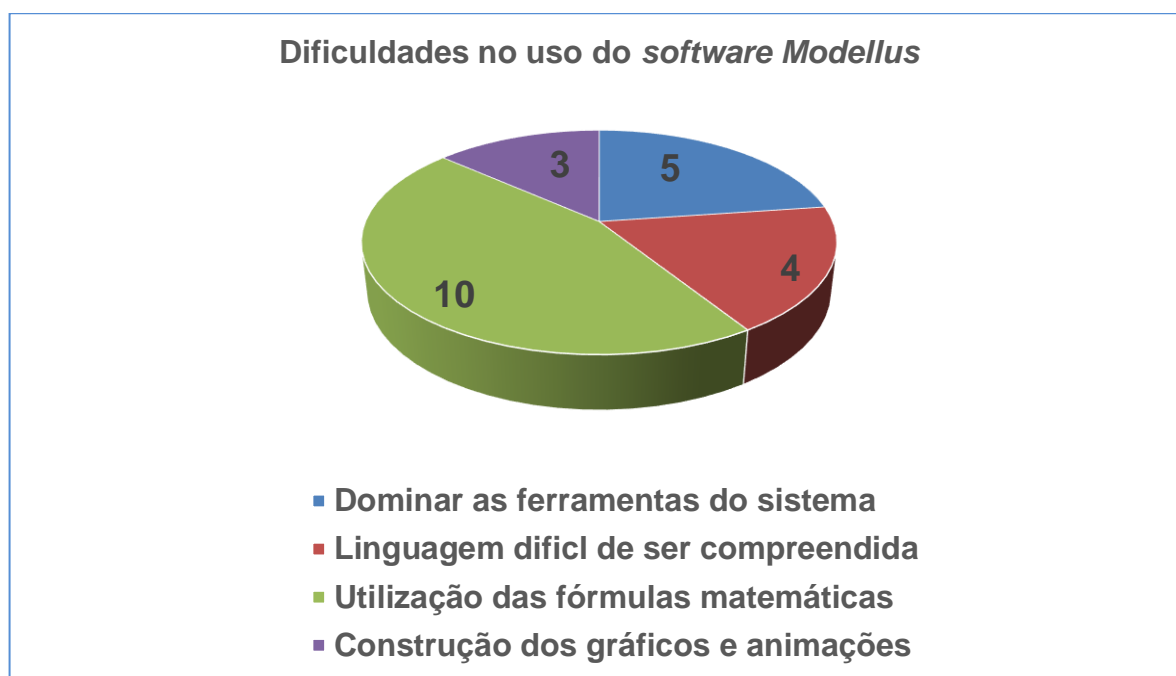
No dia 16 de junho de 2017, encerrando a segunda fase da pesquisa-ação, apresentamos aos alunos duas atividades de avaliação para que os mesmos pudessem emitir um parecer sobre as atividades desenvolvidas com o uso do *software* *Modellus*, no laboratório de informática, e verificasse a melhoria de sua aprendizagem a partir da metodologia adotada. Na primeira situação os alunos responderam a um questionário (apêndice C), contendo dez questões sobre a utilização do *software*, e na segunda situação, a aplicação de um pós-teste (apêndice D) contendo dez questões envolvendo o conteúdo de cinemática que foi desenvolvido a partir do uso de simulações no laboratório de informática e interação com o *software* *Modellus*.

A seguir faremos um comentário sobre as respostas dos alunos e apresentaremos, através de gráficos, a conclusão tirada a partir dos mesmos. Na

questão 01 foi perguntado aos alunos sobre a utilização do *Modellus* e o que mais dificultou o uso do *software* na resolução das questões de cinemática.

O gráfico mostrado na Figura 48 retrata a realidade de um aluno que tem pouco contato com uma ferramenta interativa. Mesmo o *software* sendo de fácil manipulação, alguns alunos, em torno de 5, ainda apresentaram como dificuldade o domínio das ferramentas do sistema. Alguns, a minoria, por sua vez, atribuiu sua dificuldade em relação à linguagem utilizada, apenas 4 dos alunos investigados. Arraigados ao uso de fórmulas matemáticas no estudo dos conteúdos de Física, 10 alunos ainda se mantiveram presos a esta dificuldade. Outros, num total de 3 alunos registraram que sua maior dificuldade foi na construção de gráficos e animações, muito embora o programa facilite, de forma interativa essas construções.

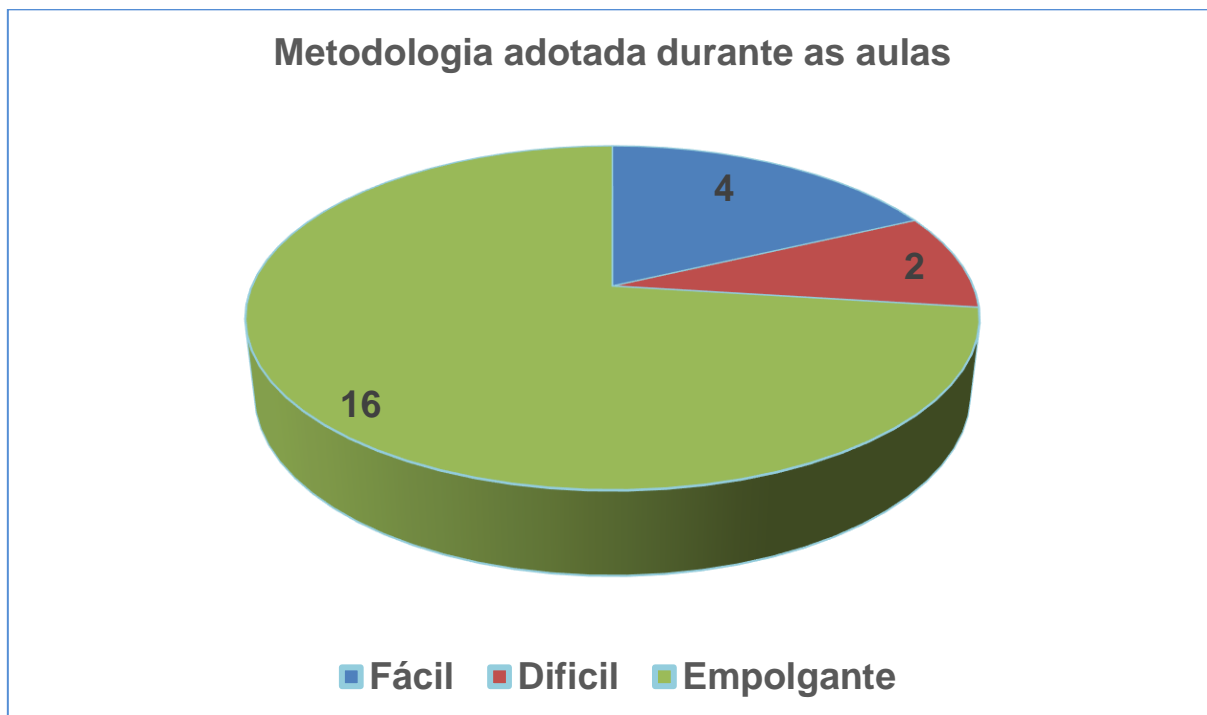
Figura 48 – Dificuldades apresentada pelos alunos em relação ao uso do *software* *Modellus* na resolução de questões de cinemática



Fonte: Dados da Pesquisa

Em relação à metodologia adotada para a resolução dos problemas de Física no laboratório de informática, a maioria dos alunos, num total de 16, disseram que o método utilizado durante as sessões didáticas, tornou sua aprendizagem empolgante. Essa afirmação está representada no gráfico da figura 49.

Figura 49 – Indica a relação de empolgação pelos alunos em relação ao uso do *software Modellus* na resolução das questões de cinemática

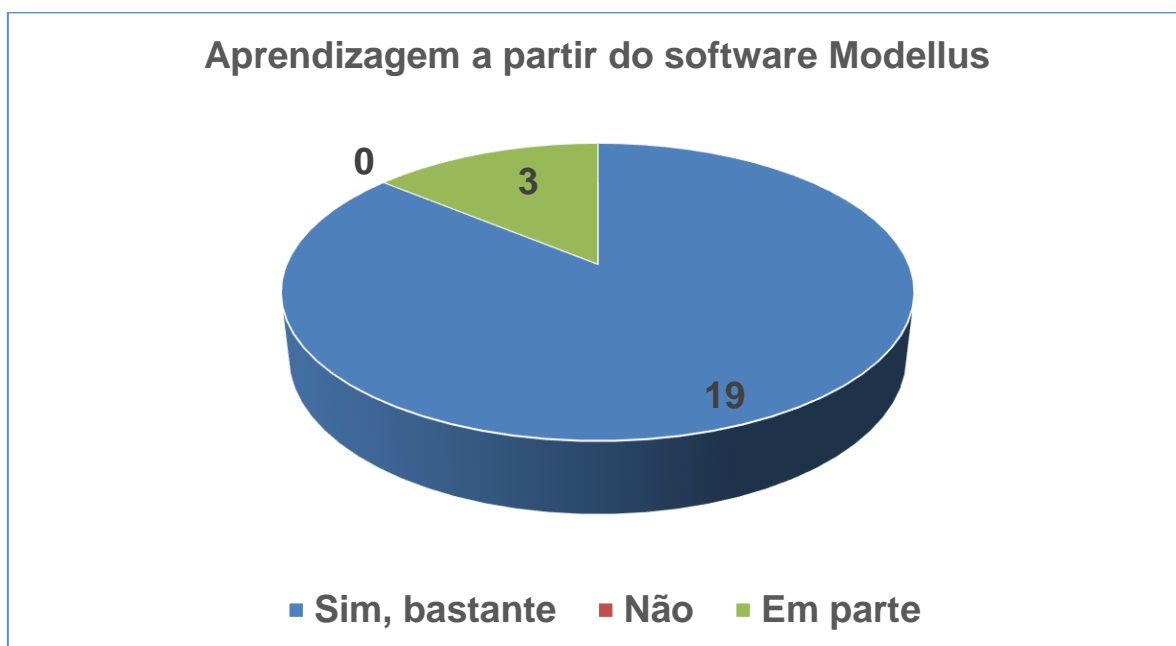


Fonte: Dados da Pesquisa

Segundo os alunos foi bastante desafiador usar o *software Modellus* para a resolução das questões de cinemática, especialmente na construção dos gráficos e animações. Era empolgante ver como se estabelecia a conexão entre as informações fornecidas ao programa e automaticamente os gráficos sendo construídos.

Na questão 04 do questionário foi perguntado aos alunos se a utilização do *software* educativo *Modellus* facilitou a aprendizagem dos conteúdos da disciplina de Física. Podemos interpretar na figura 50, as respostas dos alunos.

Figura 50 – Resposta à pergunta de se o *software Modellus* facilitou a aprendizagem dos conteúdos da disciplina de Física.



Fonte: Dados da Pesquisa

O uso de um *software* educativo, quando aliado ao uso do computador na escola, comprovadamente contribui para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem. Neste contexto podemos pensar com Valente (1999), segundo o qual:

“Quando o aluno usa o computador para construir o seu conhecimento, o computador passa a ser uma máquina para ser ensinada propiciando condições para o aluno descrever a resolução de problemas, usando linguagens de programação, refletir sobre resultados e depurar suas ideias...” (p. 12).

E ainda conforme Barros (2010):

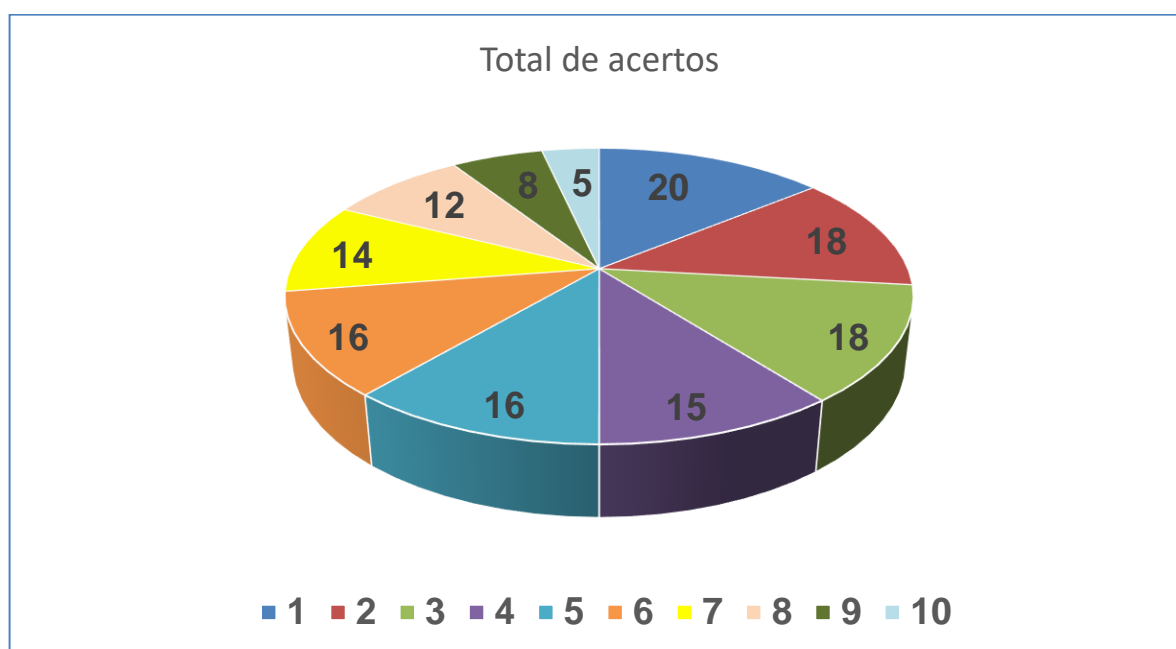
“As vantagens no uso do software como recurso educativo são várias. Dependendo do tipo de material escolhido, pode ser usado tanto para abordar conteúdos a partir de situações difíceis de serem vivenciadas, como no caso dos simuladores, como servir de instrumento na função de tutoriais que apresentem informações com facilidades de acesso imediato e que podem, assim, serem observadas a qualquer momento, bem como na *Internet*, entretanto de forma mais prática, já que não depende da disponibilidade da rede.” (p. 84).

Podemos concluir nossa reflexão afirmando que se o aluno participa ativamente da atividade, tanto em sala de aula, quanto no laboratório de informática, acaba tornando-se um agente ativo do processo de ensino e aprendizagem. Nessas situações o aluno é desafiado a todo momento a construir o novo, podendo construir

simulações, alterar parâmetros, elaborando suas próprias soluções diante das situações que lhes são propostas. Aqui configura-se no que propõem os PCN, ao tratar das competências e habilidades que precisam ser adquiridas ao longo dos tempos.

Em relação ao pós-teste (apêndice D) elaborado a partir de dez questões que foram resolvidas com o auxílio do *software Modellus*, representamos no gráfico da figura 51 os resultados que indicam o total de acertos por questões, considerando para isso o número de alunos que participaram da pesquisa, num total de 22.

Figura 51 – Indica o número de acertos das questões propostas no pós-teste aplicado na conclusão da 2ª fase da pesquisa.



Fonte: Dados da Pesquisa

Conforme podemos perceber, mesmo com o auxílio de uma ferramenta tão instigante como o *Modellus*, alguns alunos ainda não conseguiram abstrair todo o conhecimento necessário para a compreensão do conteúdo. Vemos que a questão de número 10, por exemplo, que trata do MRUV, tivemos uma margem de erro ainda bastante considerável, ou seja, um total de 17 alunos erraram a questão. Porém, no todo, podemos registrar grandes avanços no conhecimento. Em relação às questões 02 e 03, por exemplo, o total de alunos que acertaram foi equivalente a 18, um valor muito importante para avaliarmos os conhecimentos adquiridos pelos alunos.

Porém, em relação à avaliação educacional devemos considerar o seguinte ponto, qual seja, que o resultado de uma avaliação não deve ser visto, simplesmente sob o aspecto quantitativo, mas principalmente do qualitativo. Não deve se avaliar apenas pelo peso dos números em si, mas sobretudo pela qualidade adquirida pelo sujeito durante todo o processo. Ou seja, deve-se enxergar as atitudes, as aspirações, os interesses e as motivações, os modos de pensar e a capacidade de adaptação pessoal e social do aluno, enfim todas as características que são inerentes à construção do conhecimento.

Não queremos considerar com isso que a nota não deve ter um valor para o aluno. A nota conta e muito, mas não pode ser analisada de forma isolada. O resultado de uma avaliação precisa ser visto como um todo, e como um meio para que o aluno possa rever onde errou (autoavaliação) e a partir daí, buscar reconstruir o seu próprio conhecimento.

Esse foi o parâmetro usado durante toda a pesquisa, que o resultado não fosse visto, exclusivamente, como um fim em si mesmo, mas como um meio para que alunos e professores possam rever toda a sistemática de ensino e aprendizagem e a partir daí, construir valores. Acreditamos ser fundamental na disciplina de Física as atitudes que permitem aproximar os conteúdos estudados da realidade dos alunos e assim trabalhar a educação de forma que o ensino dessa disciplina possa gerar uma aprendizagem significativa e de qualidade para os sujeitos envolvidos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse capítulo refere-se às considerações finais que embasam a conclusão da presente pesquisa. Ele vai abordar, principalmente, os aspectos relevantes da prática pedagógica do professor mediante a utilização de recursos tecnológicos em sala de aula – a partir do uso de *softwares* educativos – e a importância do uso do computador como ferramenta interativa, bem como possíveis mudanças no processo de aprendizagem dos alunos, segundo os depoimentos dados, observados no capítulo anterior.

De acordo com os estudos realizados no decorrer da pesquisa, as estatísticas evidenciaram que é possível melhorar consideravelmente o interesse e o desempenho dos alunos, proporcionando uma aprendizagem mais significativa na disciplina de Física a partir de aulas interativas, com o uso da modelagem computacional, e principalmente com o auxílio de um *software* educativo, o *Modellus*.

Para que isso efetivamente acontecesse fez-se necessário uma mudança na prática pedagógica do professor, passando a buscar e adotar novas metodologias de ensino, mais participativas e dinâmicas, que apontassem para a aplicação de novas tecnologias de aprendizagem. Dessa forma facilitou-se a transição de um modelo de ensino meramente teórico-expositivo e mecânico para outro, mais interativo e significativo. Essa nova metodologia, que poderá ser utilizada pelo professor, deve favorecer a participação ativa dos alunos na construção de sua aprendizagem.

Podemos constatar tais evidências no depoimento dos próprios alunos, senão vejamos:

Aluno 06: O professor precisa trabalhar mais com os alunos no laboratório, (aqui referindo-se ao LEI). É mais interessante, e os alunos demonstram mais interesse em participar das aulas. Com certeza a gente aprende mais. Enquanto na sala de aula o professor só fala e escreve no quadro, no laboratório a gente mesmo é quem elabora as atividades ajudados pelo computador. É tudo muito empolgante.

A fundamentação teórica que embasa esse novo paradigma de aprendizagem está centrada na melhoria do desempenho dos alunos participantes da pesquisa,

observada durante a apresentação das aulas. Estas informações estão demonstradas claramente no capítulo 5. No início apresentamos como se desenvolveu a primeira fase da pesquisa, quando as aulas foram apresentadas num modelo considerado tradicional, aquele em que o professor apenas expõe o conteúdo no quadro, seguido de atividades que são resolvidas para fixação desse conteúdo, confirmado aqui pelo depoimento do aluno. E em seguida, na segunda fase da pesquisa, com aulas interativas desenvolvidas no laboratório de informática, mediadas por computadores.

Comprovamos através de tabelas e gráficos, mas também a partir dos depoimentos dos próprios alunos, a predisposição dos mesmos em participar das aulas na segunda fase da pesquisa; melhor, em querer aprender. Através das avaliações qualitativas (questionários) e quantitativas (pré-teste e pós-teste) podemos inferir que os alunos tiveram um avanço crescente na aquisição de conhecimento sobre o conteúdo estudado.

A motivação, como já citamos anteriormente, foi a realização das aulas num ambiente mais apropriado, onde os alunos podiam desenvolver situações-problema analisando-as a partir de sua própria realidade. Enquanto na primeira fase as aulas limitaram-se apenas à exposição do conteúdo no quadro e à resolução de exercícios propostos apenas com o apoio do livro didático, na segunda fase os mesmos alunos foram submetidos à realização de sessões didáticas no laboratório de informática, com o uso do *software Modellus*, que lhes permitiram serem protagonistas na construção do próprio conhecimento.

O estudo indica indiretamente, que o aluno ao se deparar com situações desafiadoras onde ele deve elaborar suas próprias conclusões, a partir de conhecimentos adquiridos anteriormente, ele consegue fazê-lo de acordo com as ideias expostas por David Ausubel. Em outras palavras, para haver uma aprendizagem significativa são necessárias duas condições: primeiro, o aluno precisa ter uma disposição para aprender e, segundo, que o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo. Foram exatamente essas condições que a presente pesquisa apresentou. Primeiramente, ao propiciar ao aluno um ambiente favorável para o desenvolvimento da sua aprendizagem e, em segundo lugar, trabalhando um conteúdo onde o aluno pudesse comparar com situações vividas em sua realidade.

Todos esses conhecimentos foram verificados nos alunos durante o desenvolvimento da pesquisa. É importante destacar ainda uma importante mudança na postura dos alunos, que foi exatamente a capacidade de aplicar conceitos físicos para a resolução de situações-problema, favorecendo assim, o desenvolvimento da autonomia, competências e habilidades tão defendidas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e Orientações Curriculares Nacionais, referenciadas neste documento, favorecendo a aprendizagem dos conceitos propostos pelos manuais de Física sobre o MRU e MRUV, superando, inclusive, algumas dificuldades apresentadas em conteúdos anteriores.

Dessa forma podemos concluir que:

- A pesquisa comprovou que o uso de *softwares* educativos no ensino da Física, particularmente o *software Modellus*, a partir de uma abordagem significativa de aprendizagem, pode contribuir para gerar motivação e despertar o interesse e a curiosidade dos alunos da 1.^a série do Ensino Médio no estudo da cinemática (MRU e MRUV);
- Aulas desprovidas de motivação pode ser um dos fatores que tem causado o distanciamento dos alunos da disciplina de Física, *no caso particular da escola pesquisada*;
- E que o uso pedagógico do computador, quando utilizado de maneira dinâmica pelos professores de Física, pode contribuir, de certa forma, para melhorar o desempenho e a aprendizagem no conteúdo dessa disciplina.

Finalmente, como produto educacional foi elaborado um guia de apoio didático do *software Modellus* para o professor de Física com informações e orientações para o uso de *softwares* educacionais com modelagem computacional, metodologia de ensino e sugestões de aulas interativas e atividades experimentais, dentre os quais utilizando o *software Modellus*, de maneira que possa facilitar a aprendizagem.

É nesse sentido que encaminhamos essa discussão, com a advertência explícita de que não será possível apresentar soluções para todos os problemas e inquietações. Trata-se, ao contrário, de trazer elementos que possam subsidiar os professores em suas escolhas e práticas, contribuindo assim para o processo de discussão (PCNEM, 2002, p. 60).

REFERÊNCIAS

- ALIPRANDINI, Daiane Maria, SCHUHMACHER, Elcio, DOS SANTOS, Muriel Clasen. Processo de Ensino e Aprendizagem de Física Apoiada em Software de Modelagem. In: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 1, 2009, Ponta Grossa. ISBN: 978-85-7014-048-7, p. 1370-1380.
- ALMEIDA, F. J. Educação e Informática. Os computadores na escola. São Paulo: Cortez, 1988.
- ANDRADE, M. M.; Introdução à metodologia do trabalho científico. São Paulo. Editora Atlas S.A. 1995. 140 p.
- ARAÚJO, I. S. Um estudo sobre o desempenho de alunos de Física usuário da ferramenta computacional *Modellus* na interpretação de gráficos de cinemática. 2002. p. 111. Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A; MOREIRA, M. A. [Atividades de modelagem computacional no auxílio da interpretação de gráficos da Cinemática](#) *Rev. Bras. Ens. Fís.*, v. 26, n. 2, p. 179 - 184, 2004.
- AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D.; HANESIAN. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BACHELARD, G. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. RJ: Contraponto, 1996.
- BAUM, W. *Compreender o Behaviorismo*. Artes Médicas, 1999.
- BARRETO, L.P.; SILVA, S.R.X. Desenvolvimento de um Laboratório Virtual para Ensino de Física em Cursos de Engenharia através de Physlets. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, COBENGE, 39, Blumenau, SC, 2011. Anais... Blumenau, 2011.
- BARROS, Edlaine Fátima de. SOFTWARE EDUCACIONAL: CRITÉRIOS A SEREM LEVADOS EM CONTA NO PROCESSO PEDAGÓGICO - Revista Tecnologia Educacional. Rio de Janeiro, v. 29, nº 159/130, 2003. Disponível em:<ftp://vpn.fpte.br/cursos/Pos_Tecnologia_Educacional_T1/Aula_300110_Prof_LeonidesJustiniano/Software%20educacional%20-%20crit_rios.pdf> Acesso em 02 de outubro 2018.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CPnº9/2001. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica em nível superior. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de janeiro de 2002, seção 1, p. 31.
- Brasil, *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Orientações Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*. Brasília: MEC, 2006.

CIENCIAS E TECNOLOGIA. Newton: Vida, obra, contribuições e biografia de Isaac Newton. *Ciência e Tecnologia*. Disponível em: <<https://cienciaetecnologias.com/isaac-newton/>>. Acesso em: 30 Jun 2018.

COLL, C.; MARCHESI, A.; PALACIOS, J. *Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia da educação escolar*. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DEMO, P.; Introdução à metodologia da ciência. 2ª Edição. São Paulo. Editora Atlas S.A. 1987. 118 p.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Educação matemática: da teoria á prática. Campinas, SP: Papirus, 1996, p. 17-28. Coleção Perspectivas em Educação Matemática.

FARIAS, de Wilson. Mapas Conceituais: aplicações ao ensino, currículo e avaliação. São Paulo: EPU - Temas Básicos de Educação e Ensino, 1989.

FREIRE, F. M. P.; PRADO, M. E. B. B. A implantação da informática no espaço escolar: questões emergentes ao longo do processo. Revista Brasileira de Informática na Educação, Florianópolis, n.3, p.45-62, 1996.

FIGUEIRA, J. S. Easy Java Simulations – Modelagem Computacional para o ensino de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física. V. 27, n. 4, p. 613-618, dez. 2005.

GATTI, Bernardete A. Formação de Professores no Brasil: características e problemas. Educ. Soc., Campinas, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, out.-dez. 2010. Disponível em <<http://www.cedes.unicamp.br>>. Acessado em julho/2018.

GÉRARD, F.-M, ROEGIERS, X. (1993) - Concevoir et évaluer des manuels scolaires. Bruxelas. De Boeck – Wesmai I (tradução Portuguesa de Júlia Ferreira e de Helena Peralta, Porto: 1998).

GIL, Antonio Carlos.

Método e técnicas de pesquisa social. 5ª Edição. São Paulo. Editora Atlas S.A. 1999. 206 p.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIL-PEREZ, D; Formação de professores de ciências: tendências e inovações. 8ª edição. São Paulo. Cortez, 2006.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. In: Revista de Administração de Empresas. São Paulo: v.35, n.2, p. 57-63, abril 1995.

Günther, H. (2006). Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão. *Psicologia: teoria e pesquisa*, 22(2), 201-210. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ptp/v22n2/a10v22n2>.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MARANGON, C.; LIMA, E. Philippe Perrenoud: educar para crescer. *Nova Escola Edição Especial*, São Paulo, ago. 2002.

MENEZES, L. C. Novo método para ensinar Física. *Revista de Ensino de Física*, v.2, n.2, p. 89-97, 1980.

MINAYO, M.C. de S. (Org.) *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 22 ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2003.

MOREIRA, M. A. Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008. Revisado em 2012.

MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. *Novas estratégias de Ensino e Aprendizagem: mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa: Plátano, 1983.

MOREIRA, M.A. (1999). *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da UnB.

MOREIRA, M.A. (2010) *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.

MOREIRA, Marco Antonio. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA, 2006.

Moreira, M.A. e Masini, E.A.F. (1982). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes.

NOVAK, J.D. & GOWIN, D.B. (1996). *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1986.

PERRENOUD, Philippe. La Transposition Didactique à Partir de Pratiques: de savoir aux compétences. *Revue des Sciences de l'Éducation*. Montreal, v.XXIV, n.3, 1998.

RAMOS, Lizia; PORTO, Amélia; GOULART, Sheila. *Um olhar comprometido com o ensino de ciências*. 1ª ed. Belo Horizonte: Editora FAPI, 2009.

REZENDE, F. As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. *Pesquisa em educação e ciências*. Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, 2002. Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br>. Acesso em 20 set. 2018.

RICHARDSON, R. J. *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SANCHO, Juana. Para uma tecnologia educacional. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. "Isaac Newton"; *Brasil Escola*. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/um-fisico-chamado-isaac-newton.htm>>. Acesso em 30 de junho de 2018.

SILVA, E. L. MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

TAVARES, Romero. Ciências & Cognição 2007; Vol 12: 72-85. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org>. Acessado em julho de 2018.

THIOLLENT, Michel. Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo: Cortez, 1985.

VALENTE, José Armando. Diferentes usos do computador na educação. In: J. A. Valente (Org.). Computadores e conhecimento: repensando a educação 2 ed. Campinas, São Paulo: NIED, 1998.

VALENTE, José Armando. O computador na sociedade do conhecimento.-Campinas, SP:UNICAMP/NIED, 1999. Disponível em: <<http://www.fe.unb.br/catedraunescoead/areas/menu/publicacoes/livros-de-interesse-na-area-de-tics-na-educacao/o-computador-na-sociedade-do-conhecimento>>Acesso em 10 de Setembro de 2018.

VALENTE, José Armando. A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e comunicação: repensando conceitos. In: JOLY, M.C.R.A. (Ed.). A tecnologia no ensino: implicações para a aprendizagem. São Paulo: Casa do Psicólogo Editora, 2002.

VASCONCELOS, Simão Dias; SOUTO, Emanuel. O Livro Didático de Ciências no Ensino Fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

VEIGA, Ilma P. A. O seminário como técnica de ensino socializado. In: Veiga, I.P. A. (org). Técnicas de ensino: Por que não? Campinas: Papirus. 2000

VIEIRA, Antonio Augusto Passos (2009). *As descobertas astronômicas de Galileu Galilei* 1 ed. Rio de Janeiro: Vieira & Lent. pp. 55–56. [ISBN 978-85-88782-61-7](https://doi.org/10.1111/9788588782617)

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO 1: QUESTIONÁRIO PARA RECONHECIMENTO DO PERFIL DOS ALUNOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

REFERENTE A PRIMEIRA FASE DA PESQUISA-AÇÃO.

O presente instrumento tem por objetivo obter os dados dos alunos, com a finalidade de buscar subsídios para qualificar as informações geradas na dissertação de mestrado de Francisco José Barroso Feitosa no Curso de Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA) da Universidade Federal do Ceará (UFC).

IDENTIFICAÇÃO DO INFORMANTE

01. Qual a sua idade?

- até 15 anos
- 16 anos
- 17 anos
- 18 anos
- mais de 18 anos

02. Qual o seu Sexo?

- Masculino
- Feminino

03. Onde você mora?

- Zona Urbana
- Zona Rural

04. Você exerce alguma atividade remunerada?

- Sim
- Não

05. Utiliza o computador com fins educacionais?

- Sim, sempre
- Sim, as vezes
- Sim, dificilmente
- Não

06. ANULADA

07. Tem disponibilidade de horários extraclasse para participar de projetos de pesquisa?

- Sim
- Não

08. Você conhece (ou já ouviu falar) em mapa conceitual?

- Sim
- Não

09. Saberria construir um mapa conceitual de cinemática?

- Sim
 Não

10. O que a pesquisa pode trazer de contribuição para a sua aprendizagem?

VIDA ESCOLAR

11. Você começou a frequentar a escola com quantos anos?

- antes dos 4 anos
 5 anos
 6 anos
 depois dos 6 anos

12. Qual a escola? Pública ou particular?

13. Você estudou sempre em escola pública?

- Sim, todo o ensino fundamental e médio.
 Não, somente em escola particular.
 Sim, apenas o ensino fundamental.
 Sim, somente o ensino médio.

14. Qual (is) a(s) disciplina(s) que você mais gosta ou gostava? Por quê?

15. Qual (is) disciplinas(s) que você não gosta ou não gostava? Por quê?

DISCIPLINA DE FÍSICA

16. Você gosta das aulas de Física

- Sim
 Não

17. Os professores utilizavam material didático para ensinar à Física?

- Sempre
 Nunca
 Às vezes

Comente sua resposta:

18. Você gostaria que mudasse algo, nas aulas de Física?

19. Como os professores de Física ensinam os conteúdos? Quais os recursos utilizam?

20. Os professores de Física utilizam de forma pedagógica software educativo nas aulas?

Sim, Qual

Não

21. Você considera que os conteúdos estudados na disciplina de Física têm alguma relação com os problemas de sua realidade? Ou seja, o estudo da Física tem algum significado para a sua vida?

Sim. De que maneira?

Não. Por quê?

ESTUDO DE CINEMÁTICA ESCALAR

22. Em que séries começou estudar cinemática?

9° ano

1° ano

2° ano

3° ano

23. Como o professor de Física ensinou o conteúdo de cinemática?

24. Quais foram as maiores dificuldades que você teve para compreender o conteúdo de cinemática?

25. Os professores de Física utilizavam problemas de outras áreas do conhecimento para contextualizar o estudo da cinemática.

Sim, como?

Não, Por quê?

APÊNDICE B

PRÉ-TESTE – VERIFICAR OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS EM RELAÇÃO AOS CONTEÚDOS DE CINEMÁTICA – 1ª FASE DA PESQUISA

O pré-teste, a seguir, abordará conceitos e propriedades, referentes ao tema cinemática, sendo composto de dez questões de múltipla escolha.

O aluno deverá assinalar a opção que julgar correta, dentre os itens propostos, a, b, c, d, e, dos quais só um está correto.

Todos os cálculos realizados devem ser deixados na avaliação.

As questões estão divididas segundo crescentes níveis de dificuldades, que caracterizam a cinemática escalar, cujo objetivo é averiguar os conhecimentos prévios adquiridos pelo aluno em sua vida escolar.

Tal proposta objetiva fornecer subsídios para que se possam avaliar os conhecimentos dos alunos, o que servirá como base de dados para a pesquisa que será desenvolvida na dissertação de Mestrado de Francisco José Barroso Feitosa, no tema ensino e aprendizagem de Física.

Obs.: a identidade do aluno não será revelada.

PRÉ-TESTE DE SONDAGEM DE FÍSICA

QUESTÃO 01: A respeito dos conceitos de movimento, repouso, trajetória e referencial, marque a alternativa correta.

- a) A trajetória é o caminho feito por um corpo independentemente do referencial adotado.
- b) Movimento e repouso são conceitos relativos, pois dependem da trajetória adotada pelo móvel.
- c) O referencial é o corpo a partir do qual as observações dos fenômenos são feitas. O Sol é considerado um referencial privilegiado porque é o corpo mais massivo do sistema solar.
- d) A trajetória é o caminho executado por um móvel em relação a um referencial adotado.
- e) Mesmo que a Terra seja tomada como referencial, nunca poderemos dizer que os prédios e as demais construções estão em repouso.

QUESTÃO 02: Imagine que um paraquedista saltará de uma aeronave que se movimenta em uma trajetória retilínea, horizontal e para a direita. Ao saltar e deixar o movimento acontecer naturalmente, qual será a trajetória do paraquedista até chegar ao chão?

A trajetória do paraquedista será...

- a) retilínea, vertical e para baixo.
- b) uma reta, na diagonal, para baixo e para a esquerda.
- c) uma reta, na diagonal, para baixo e para a direita.
- d) uma curva para baixo e para a esquerda.
- e) uma curva para baixo e para a direita.

QUESTÃO 03: A respeito da ideia de referencial, marque a alternativa correta:

- a) O Sol, por ter uma massa correspondente a 98% de toda a massa do sistema solar, deve ser sempre considerado o referencial para quaisquer fenômenos.
- b) Os fenômenos devem sempre ser analisados a partir de um referencial parado.
- c) Referencial é o corpo em movimento retilíneo uniforme a partir do qual se analisam os movimentos.
- d) Referencial é o corpo a partir do qual os fenômenos são analisados.
- e) O movimento e o repouso são absolutos e não dependem de um referencial.

QUESTÃO 04: Um professor de Física, durante uma de suas aulas, perguntou aos alunos: *“Por que podemos dizer que estamos todos em movimento mesmo que sentados em nossas carteiras?”*

Ao dar a resposta correta, um dos alunos disse:

- a) Porque o Sol sempre é o referencial adotado, uma vez que é o corpo mais massivo do sistema solar; então, estamos executando o movimento de translação com a Terra.
- b) Porque se adotarmos um referencial no espaço, como a Lua, a Terra estará em movimento e nós nos movimentamos com o planeta.
- c) Porque a Terra executa um movimento de translação ao redor de seu próprio eixo.
- d) Porque nada pode permanecer totalmente parado.

QUESTÃO 05: Um carro viaja de uma cidade A a uma cidade B, distantes 200km. Seu percurso demora 4 horas, pois decorrida uma hora de viagem, o pneu dianteiro esquerdo furou e precisou ser trocado, levando 1 hora e 20 minutos do tempo total gasto. Qual foi a velocidade média que o carro desenvolveu durante a viagem?

- a) 15 km/h
- b) 25 km/h
- c) 50 km/h
- d) 75 km/h
- e) 80 km/h

QUESTÃO 06: (UELONDRINA-PR) Em 1984, o navegador Amyr Klink atravessou o Oceano Atlântico em um barco a remo, percorrendo a distância de, aproximadamente, 7000 km em 100 dias. Nessa tarefa, sua velocidade média foi, em km/h, igual a:

(Obs.: Lembre-se que um dia tem 24 horas).

- a) 1,4
- b) 2,9
- c) 6,0
- d) 7,0
- e) 70

QUESTÃO 07: Uma composição ferroviária com 1 locomotiva e 14 vagões desloca-se à velocidade constante de 10 m/s. Tanto a locomotiva quanto cada vagão medem 12 m. Então, quanto tempo ela demorará para atravessar um viaduto com 200 m de comprimento?

- a) 23 segundos
 b) 28 segundos
 c) 32 segundos
 d) 38 segundos
 e) 42 segundos

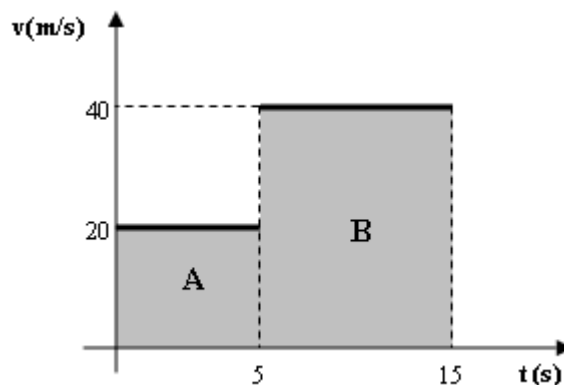
QUESTÃO 08: A função da velocidade de um corpo é $V = 2 - 4.t$. Se ele partir da origem, a função horária da posição será:

- a) $S = 4.t + 4. t^2$
 b) $S = 4 + 4. t^2$
 c) $S = 2.t - 4.t$
 d) $S = 2.t - 2. t^2$
 e) $S = - 2 + 4t$

QUESTÃO 09: Dois automóveis, A e B, percorreram uma trajetória retilínea conforme as equações: $S_a = 30 + 20.t$ e $S_b = 90 - 10.t$, sendo a posição S em metros e o tempo t em segundos. No instante $t = 0$, a distância, em metros, entre os automóveis era de:

- a) 30
 b) 50
 c) 60
 d) 80
 e) 100

QUESTÃO 10: Um carro, se desloca a uma velocidade de 20m/s em um primeiro momento, logo após passa a se deslocar com velocidade igual a 40m/s, assim como mostra o gráfico abaixo. Qual foi a distância percorrida pelo carro?



- a) 100 m
 b) 200 m
 c) 300 m
 d) 400 m
 e) 500 m

APÊNDICE C

QUESTIONÁRIO 2: AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES UTILIZANDO O SOFTWARE *MODELLUS*

REFERENTE A SEGUNDA FASE DA PESQUISA-AÇÃO.

Neste instrumento reproduziremos um questionário com os alunos, para avaliar o desenvolvimento das atividades durante a pesquisa e o software utilizado. Este instrumental tem como objetivo obter dados, para fomentar a dissertação de Mestrado de Francisco José Barroso Feitosa em Ensino de Ciências e Matemática.

01. Durante a apresentação e utilização do *software Modellus*, na resolução das questões de cinemática propostas, enumere dentre as três possibilidades apresentadas abaixo, aquela que lhe apresentou mais dificuldade.

- Dominar as ferramentas do sistema
- Linguagem difícil de ser compreendida
- Utilização das fórmulas matemáticas
- Construção dos gráficos e animações

02. A metodologia adotada para a resolução dos problemas de Física no laboratório de informática, tornou sua aprendizagem:

- Fácil
- Difícil
- Empolgante

Comente sua resposta:

03. Você teve dificuldade na utilização do *software Modellus*?

- Sim
- Não
- Em alguns momentos, apenas

04. A utilização do *software* educativo *Modellus* facilitou a aprendizagem dos conteúdos da disciplina de Física?

- Sim, bastante.
- Não
- Em parte

05. A atuação do professor pesquisador foi fundamental para a compreensão e utilização do *software Modellus*? Comente.

- Sim, bastante.
- Não
- Às vezes

06. A partir do trabalho desenvolvido, você considera importante a utilização de software educativo no ensino de Física?

- Sim
- Não
- Às vezes

07. Em relação ao tempo que foi utilizado no laboratório de informática, este foi suficiente para o desenvolvimento de todas as atividades propostas?

- Sim, bastante.
- Não
- Em parte

08. Durante o trabalho no Laboratório de Informática, você, os colegas e o professor pesquisador contribuíram de forma colaborativa para o desenvolvimento das atividades?

- Sim, Sempre
- Sim, Às vezes.
- Não

Comente sua resposta:

09. Você considera que a metodologia utilizada, com a utilização de um software educativo, realmente contribui para uma aprendizagem mais significativa?

- Sim, bastante.
- Não
- Em parte

10. Comente, de forma objetiva, dando a sua impressão sobre o trabalho desenvolvido durante a pesquisa e a contribuição para a sua aprendizagem.

APÊNDICE D

PÓS-TESTE – VERIFICAR OS CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS PELOS ALUNOS EM RELAÇÃO AOS CONTEÚDOS DE CINEMÁTICA, APÓS AS SESSÕES DIDÁTICAS E SIMULÇÕES INTERATIVAS COM O USO DO SOFTWARE *MODELLUS* – 2ª FASE DA PESQUISA

O pós-teste, a seguir, abordará conceitos e propriedades, referentes ao tema cinemática, sendo composto de dez questões, entre questões abertas e questões de múltipla escolha.

O aluno deverá utilizar o software *Modellus* para ajudar na resolução das questões. Em seguida, deverá assinalar a opção que julgar correta, dentre os itens propostos, a, b, c, d, e, dos quais só um está correto.

Todos os cálculos realizados devem ser deixados na avaliação. Os gráficos e as animações realizadas com o auxílio do software devem ser salvos na pasta do aluno.

As questões estão divididas segundo crescentes níveis de dificuldades, que caracterizam a cinemática escalar, cujo objetivo é averiguar os conhecimentos adquiridos pelo aluno em sua vida escolar, ancorados nesta segunda fase da pesquisa.

Tal proposta objetiva fornecer subsídios para que se possam avaliar os conhecimentos dos alunos, o que servirá como base de dados para a pesquisa que será desenvolvida na dissertação de Mestrado de Francisco José Barroso Feitosa, no tema ensino e aprendizagem de Física.

Obs.: a identidade do aluno não será revelada.

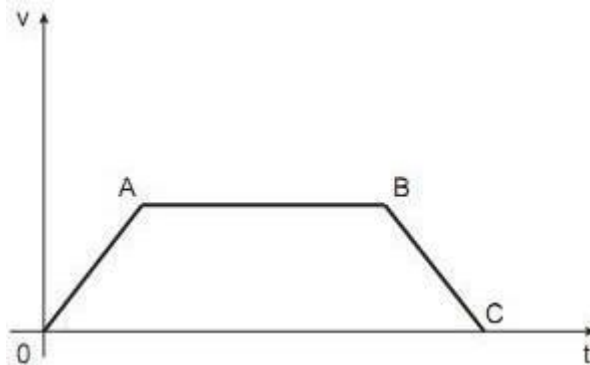
PÓS-TESTE DE VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM EM FÍSICA

QUESTÃO 01: Um carro está estacionado com o motor ligado, o pedal do acelerador pressionado ao máximo e o pedal da embreagem também pressionado. De repente, desliga-se o pedal da embreagem e o carro se desloca com um movimento chamado de:

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| a) Uniforme | b) Uniformemente retardado |
| c) Uniformemente acelerado | d) Retilíneo |
| e) Uniformemente variado | |

QUESTÃO 02: Um objeto se desloca de acordo com a equação $S = 40 + 10t + t^2$ com dados no SI. Em relação à equação do movimento, marque a opção correta.

QUESTÃO 05: O movimento em linha reta de um veículo é tal que o gráfico de sua velocidade em função do tempo é o mostrado na Figura abaixo.



Com base nesse comportamento, as acelerações do veículo nos trechos 0A, AB e BC são, respectivamente,

- a) positiva, nula e negativa
- b) negativa, nula e positiva
- c) nula, constante diferente de zero e negativa
- d) positiva, constante diferente de zero e negativa
- e) positiva, constante diferente de zero e positiva

QUESTÃO 06: As funções horárias do espaço de duas partículas, A e B, que se movem numa mesma reta orientada, são dadas, no S.I, por: $S_a = 5t$ e $S_b = 120 - 3t$. A origem dos espaços é a mesma para o estudo dos dois movimentos, o mesmo ocorrendo com a origem dos tempos. Determine:

- a) a distância que separa as partículas no instante $t = 10$ s.
- b) o instante em que essas partículas se encontram.
- c) a posição em que se dá o encontro.

QUESTÃO 07: Uma partícula inicialmente em repouso no ponto A, passa a ser acelerada constantemente na razão de 5 m/s^2 no sentido da trajetória.

- a) Escreva o modelo matemático que descreve a posição do móvel em função do tempo.
- b) Qual a posição do móvel após 10 s.
- c) Escreva o modelo matemático da velocidade em função do tempo.
- d) Esboce os gráficos e suas respectivas tabelas da posição e da velocidade em função do tempo, no intervalo de 0 à 10s.
- e) Crie uma animação que representa o movimento e o espaço percorrido por uma partícula, na situação descrita acima.

QUESTÃO 08: Um automóvel está no km 20 de uma rodovia, quando inicia um movimento com velocidade constante de 50 km/h. Com base nos conhecimentos adquiridos e utilizando a modelagem matemática, através do *software Modellus*.

- a) Escreva o modelo matemático que representa a equação que descreve a posição deste movimento em função do tempo.
- b) Esboce dois gráficos S versus t e V versus t para o intervalo de tempo de 0 à 10s, e sua respectiva tabela.
- c) Crie uma animação representando o automóvel e fixe na variável que representa a posição e a velocidade do mesmo em função do tempo.

QUESTÃO 09: Dois móveis, A e B, deslocam-se obedecendo às respectivas funções horárias: $S_A = -10 + 2.t$ e $S_B = 20 - t$, numa mesma reta. Determine:

- a) O instante de encontro dos móveis.
- b) Esboce o gráfico e a tabela que representa o movimento descrito.
- c) Crie uma animação, que represente o movimento dos dois móveis.

QUESTÃO 10: O espaço (s) em função do tempo (t) para um objeto em movimento uniformemente variado é dado pela expressão: $S = 16 - 8.t + t^2$. Determine:

- a) O instante em que a velocidade se anula.
- b) Escreva o modelo matemático da velocidade em função do tempo.
- c) Esboce os gráficos e suas respectivas tabelas, do espaço, da velocidade e da aceleração escalar em função do tempo.
- d) Crie uma animação que representa a situação descrita, para a posição e para velocidade em função do tempo.

Fonte: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/Cinematica/questoes.php>

APÊNDICE E

MANUAL DE APRENDIZAGEM PARA AS AULAS DE CINEMÁTICA TRABALHADAS NA PRIMEIRA FASE DA PESQUISA

O presente documento apresenta os planos de aula elaborados pelo professor-pesquisador, além de um resumo dos conteúdos referentes ao tema cinemática escalar, que foram utilizados pelos alunos na primeira fase da pesquisa, que consistiu em procedimentos didáticos realizados em sala de aula, cujo objetivo foi suprir deficiências conceituais prévias dos alunos, preparando-os para a segunda fase que consistiu no desenvolvimento de atividades interativas no Laboratório de Informática com utilização do *software Modellus*.

PLANO DE AULA 01

Identificação			
Disciplina	Período	Carga Horária	Data
Física	Encontro 01	2 h/a	04/05/2017
Professor-pesquisador			
Francisco José Barroso Feitosa			

Plano
Objetivo Geral
Analisar os principais conceitos que embasam o estudo da cinemática.
Objetivos Específicos
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar a posição de um corpo em uma trajetória orientada. • Reconhecer a importância da definição de um referencial para a determinação da posição de um corpo. • Calcular a distância percorrida e o deslocamento de um corpo que se movimenta por uma trajetória retilínea. • Calcular a velocidade escalar média de um corpo. • Calcular a aceleração escalar média de um corpo.
Conteúdo Programático
Conceitos básicos da cinemática

Recursos		
Livro didático, quadro e pincel.		
Procedimento		
Introdução	desenvolvimento	Conclusão
Apresentação dos conteúdos e objetivos propostos para o tempo de aula.	Exploração do conteúdo proposto no quadro, leitura dos conceitos no livro didático e resolução de atividades propostas.	Resolução de exercícios de fixação pelos alunos.
Avaliação		
Resolução escrita de questões propostas a partir do conteúdo estudado.		
Referências Bibliográficas		
RAMALHO, NICOLAU E TOLEDO – Os Fundamentos da Física, Vol. 1 – Mecânica, 9. ^a edição. São Paulo. Editora Moderna, 2007.		
HELOU, GUALTER E NEWTON – Tópicos de Física, Vol. 1 – Mecânica, 3. ^a edição. São Paulo. Editora Saraiva, 2017.		
ANTONIO MAXIMO E BEATRIZ ALVARENGA – Curso de Física, Vol. 1, 1. ^a edição. São Paulo. Editora Scipione, 11. ^a reimpressão, 2003.		
WILSON CARRON E OSVALDO GUIMARÃES – As Faces da Física – Vol. Único, 1. ^a edição. São Paulo. Moderna, 2003.		

1.º Encontro – Data: 04/05/2017 – Aulas 01 e 02: Conceitos básicos da cinemática escalar

O que é Cinemática Escalar?

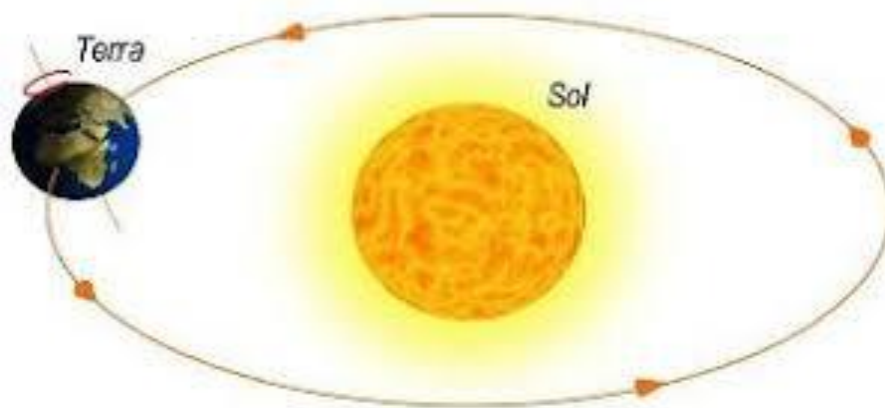
Cinemática escalar é um dos principais ramos da Mecânica, que se preocupa com o estudo do movimento dos corpos sem atribuir-lhes uma causa. A palavra escalar está no fato de que os movimentos são unicamente unidimensionais, ou seja, que se desenvolvem unicamente **ao longo de uma direção do espaço**, dispensando, dessa forma, o tratamento vetorial das grandezas físicas envolvidas.

Para o estudo da Cinemática Escalar, alguns conceitos são de grande importância, portanto, trataremos aqui daqueles que são **fundamentais** para o seu entendimento.

Corpo: É uma porção limitada de matéria e é constituído por partículas, mas pode ser tratado macroscopicamente como um único corpo no âmbito da Cinemática Escalar.

Ponto material: É todo corpo cujas dimensões podem ser desprezadas em relação às distâncias envolvidas. Alguns exemplos: A Terra movendo-se em torno do Sol; um caminhão que viaja entre duas cidades distantes; uma balsa que se move ao longo de um rio etc.

Figura 01 – Órbita da Terra ao redor do Sol



Fonte: <https://www.colegioweb.com.br/fundamentos-da-cinematica-escalar/ponto-material>.

Corpo extenso: É todo corpo cujas dimensões são comparáveis às escalas envolvidas. Nesse caso, elas não podem ser desprezadas. Alguns exemplos: A Terra em relação à Lua; o movimento de um caminhão saindo de uma garagem; uma pessoa entrando em uma balsa etc.

Figura 02 – Representação de um corpo extenso

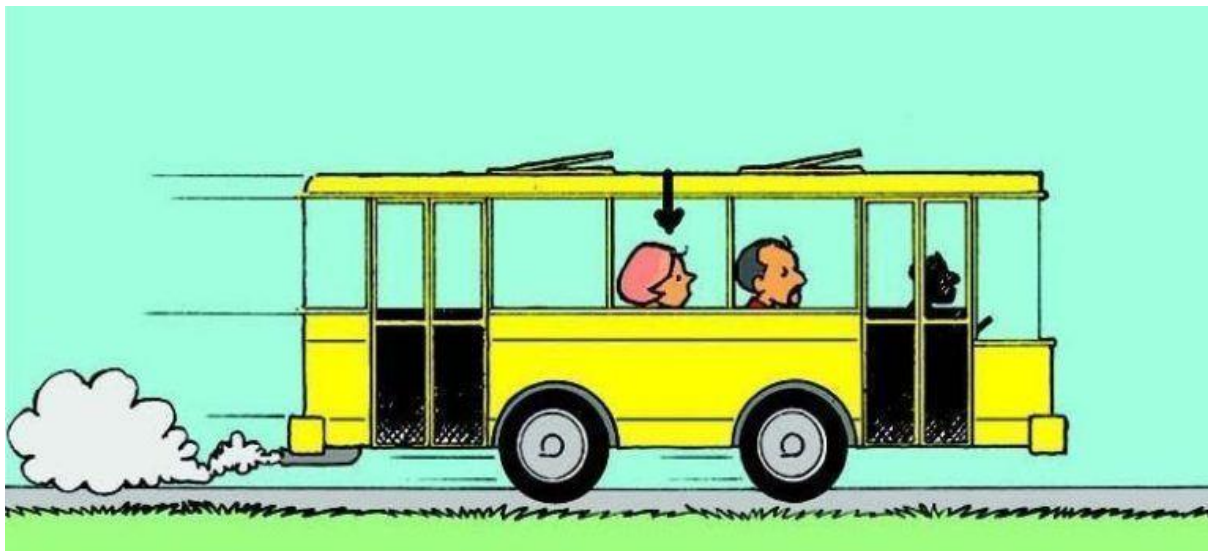


Fonte: <https://pt.dreamstime.com/fotos-de-stock-exterior-da-garagem-do-serviço>

Referencial: É o sistema de referência adotado. A partir dele, são medidas as **distâncias, larguras, profundidades** etc. O referencial é a posição do espaço **ocupada** pelo **observador**. Por exemplo: Mede-se o raio da Terra a partir de seu núcleo, portanto, para esse caso, o centro da Terra é o referencial adotado.

Posição: É o espaço ocupado por um corpo e é determinado pela distância medida em relação a algum referencial. Pode ser dado em **metros, quilômetros, centímetros** ou quaisquer outras unidades que sejam **coerentes** com as escalas envolvidas na observação.

Repouso: Sempre que um corpo mantiver sua posição constante em relação a algum referencial, diremos que esse corpo encontra-se parado em relação a ele. **Por exemplo:** Em um ônibus em movimento, estamos em **repouso** em relação aos **assentos**. É **importante ressaltar** que não existe **repouso absoluto**, pois **nenhum corpo** estará em repouso em relação **a todos** os referenciais possíveis.

Figura 03 – Referencial e Repouso

Fonte: <https://www.estudopratico.com.br/referencial-movimento-espaco-e-reposo/>

Nesse caso, vamos considerar a garota passageira como sendo o observador. O rapaz, também passageiro, em relação a ela está em repouso. Ela não vê mudança de posição desse rapaz no decorrer do tempo.

Movimento: Quando a posição de um corpo mudar em relação a um dado referencial, diremos que esse corpo encontra-se em movimento em relação a esse referencial.

Por exemplo: Em um ônibus em movimento, como estamos na mesma velocidade que o ônibus, estamos em **movimento** em **relação** ao **chão**.

Figura 04 – Referencial e Movimento

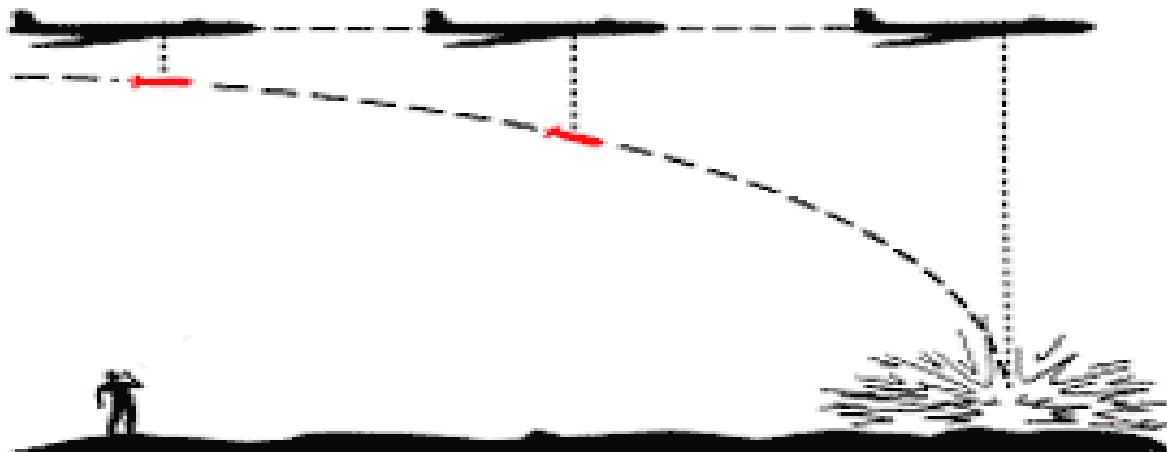
Fonte: <https://www.estudopratico.com.br/referencial-movimento-espaco-e-reposo/>

Na figura anterior vemos um rapaz sentado à margem de uma estrada e alguns passageiros em um ônibus. Nesse caso, sendo o referencial o rapaz que está sentado à margem da estrada, os passageiros do ônibus estão em movimento, pois se ele muda sua posição no decorrer do tempo, o observador pode visivelmente notar.

Trajectoria: É a sucessão das posições ocupadas pelo corpo em relação a um dado referencial. **Por exemplo:** Pegadas deixadas na areia; rastro dos pneus de um carro etc.

Figura 05 – Trajetória

Observe o exemplo abaixo para bem compreendermos o significado de trajetória.

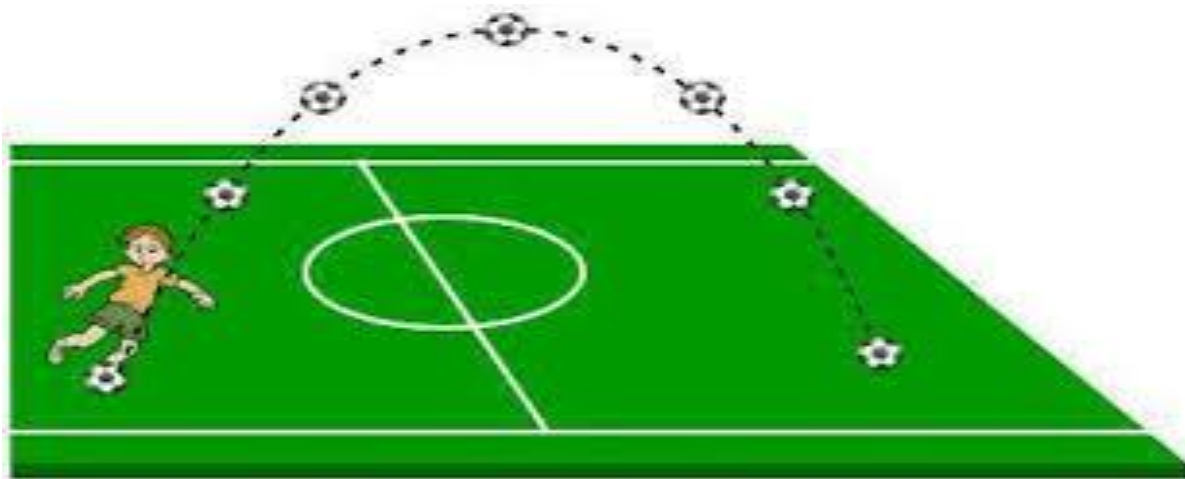


Fonte: <https://www.estudopratico.com.br/conceito-de-trajetoria-cinematica/>

Na figura podemos observar o caminho em tracejado percorrido pela bomba até atingir o solo. Em Física esse caminho é denominado de trajetória.

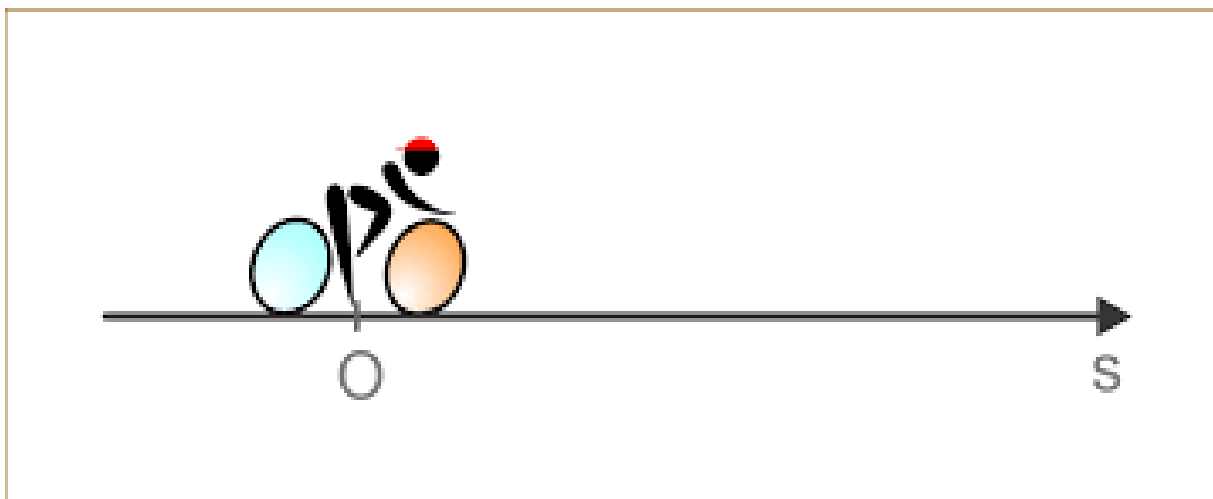
As trajetórias podem ser classificadas em retas (retilíneas) ou curvas (curvilíneas). Vejamos os exemplos de trajetória curvilínea e retilínea nas figuras abaixo.

Figura 06 – Trajetória curvilínea



Fonte: <https://www.estudopratico.com.br/conceito-de-trajetoria-cinematica/>

Figura 07 – Trajetória Retilínea



Fonte: http://www.aulas-fisica-quimica.com/7f_07.html

Deslocamento: É a diferença entre a posição inicial e final de um corpo em relação a algum referencial. Em movimentos cíclicos ou em trajetórias fechadas, o deslocamento será sempre nulo. **Por exemplo:** Durante um ano, o deslocamento da Terra em relação ao Sol é nulo, pois sua trajetória é fechada. É definido por:

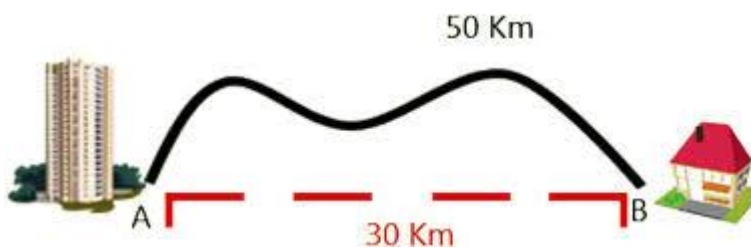
$$\Delta S = S_f - S_0$$

S_f = Posição final;

S_0 = Posição inicial.

Espaço percorrido: É a soma dos módulos de todas as distâncias percorridas durante um movimento.

Figura 08 – Deslocamento e espaço percorrido



Fonte: http://www.aulas-fisica-quimica.com/7f_07.html

Velocidade Média: É a razão da variação da posição pelo intervalo de tempo de determinado movimento. É definida pela equação:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

ΔS = variação da posição (ou deslocamento);

Δt = intervalo de tempo.

Velocidade instantânea: É a velocidade apontada pelo velocímetro dos automóveis. É uma velocidade média, mas para intervalos de tempo muito pequenos, próximos de zero. Sua definição matemática é parecida com a da velocidade média:

$$V_{ins} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$\Delta t \approx 0$$

ΔS = variação da posição (ou deslocamento);

Δt = intervalo de tempo.

EXERCÍCIOS

A questão 01 abaixo analisa os principais conceitos da cinemática em relação ao estudo do movimento, repouso e referencial. Analise as proposições e com base nos estudos realizados, assinale a única resposta correta.

01. (EFOA – MG) Um aluno sentado na carteira da sala, observa os colegas também sentados nas respectivas carteiras, bem como um mosquito que voa perseguindo o professor que fiscaliza a prova da turma. Das alternativas abaixo, a única que retrata uma análise correta do aluno é:

- a) a velocidade de todos os meus colegas é nula para todo observador na superfície da terra.
- b) eu estou em repouso em relação aos meus colegas, mas nós estamos em movimento em relação a todo observador na superfície da terra.
- c) como não há repouso absoluto não há nenhum referencial em relação ao qual nós estudantes estejamos em repouso.
- d) a velocidade do mosquito é a mesma tanto em relação aos meus colegas, quanto em relação ao professor.

Objetivos Específicos		
<ul style="list-style-type: none"> • Escrever a equação horária de um corpo em MRU. • Resolver situações-problemas envolvendo a equação horária do MRU. 		
Conteúdo Programático		
MRU: Função horária da velocidade/função horária do espaço.		
Recursos		
Livro didático, quadro e pincel.		
Procedimento		
Introdução	desenvolvimento	Conclusão
Apresentação dos conteúdos e objetivos propostos para o tempo de aula.	Exploração do conteúdo proposto no quadro, leitura dos conceitos no livro didático e resolução de atividades propostas.	Resolução de exercícios de fixação pelos alunos.
Avaliação		
Resolução escrita de questões propostas a partir do conteúdo estudado.		
Referências Bibliográficas		
RAMALHO, NICOLAU E TOLEDO – Os Fundamentos da Física, Vol. 1 – Mecânica, 9.ª edição. São Paulo. Editora Moderna, 2007.		
HELOU, GUALTER E NEWTON – Tópicos de Física, Vol. 1 – Mecânica, 3.ª edição. São Paulo. Editora Saraiva, 2017.		
ANTONIO MAXIMO E BEATRIZ ALVARENGA – Curso de Física, Vol. 1, 1.ª edição. São Paulo. Editora Scipione, 11.ª reimpressão, 2003.		
WILSON CARRON E OSVALDO GUIMARÃES – As Faces da Física – Vol. Único, 1.ª edição. São Paulo. Moderna, 2003.		

2.º Encontro – Data: 09/05/2017 – Aulas 03 e 04: Reconhecer as características de um Movimento Retilíneo Uniforme.

Principais conceitos:

Movimento Uniforme (MU): É todo movimento no qual a velocidade instantânea é sempre igual à velocidade média; nesse caso, dizemos que o móvel percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais.

Função horária da posição do MU: É uma equação matemática de 1º grau utilizada para descrever a posição (S) de um móvel em relação a algum referencial (S_0) em função do tempo decorrido (t). É definida pela equação a seguir:

$$S = S_0 + v.t$$

S = Posição final;
 S_0 = Posição inicial;
 v = velocidade média;
 t = instante de tempo.

Movimento Progressivo: É um movimento no qual a distância aumenta em relação a algum referencial, ou seja, quando estiver afastando-se. Nesse caso, a velocidade tem módulo positivo.

$$V > 0$$

Movimento Regressivo ou Retrógrado: É um movimento no qual a distância de um móvel em relação a algum referencial diminui. A velocidade no movimento retrógrado é negativa.

$$V < 0$$

Aceleração média: É a taxa de variação da velocidade para um dado intervalo de tempo. Quanto mais rápido a velocidade de um corpo mudar em função do tempo, maior será o módulo de sua aceleração.

Se um corpo estiver aumentando sua velocidade, sua aceleração será positiva e esse movimento será chamado de movimento acelerado. Se a velocidade do móvel está diminuindo, o movimento é retardado. A definição matemática de aceleração é dada pela equação a seguir:

$$A_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Δv = variação da velocidade;
 Δt = intervalo de tempo.

Aceleração instantânea: É a taxa de variação da velocidade para intervalos de tempos muito pequenos, próximos de zero. Sua definição matemática é dada por:

$$A_{ins} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$\Delta t \approx 0$
 ΔS = variação da velocidade;
 Δt = intervalo de tempo.

EXERCÍCIOS

01. Um móvel com velocidade constante percorre uma trajetória retilínea à qual se fixou um eixo de coordenadas. Sabe-se que no instante $t_0 = 0$, a posição do móvel é $x_0 = 500\text{m}$ e, no instante $t = 20\text{s}$, a posição é $x = 200\text{m}$. Determine:

- A velocidade do móvel.
- A função da posição.
- A posição nos instantes $t = 1\text{s}$ e $t = 15\text{s}$.
- O instante em que ele passa pela origem.

02. Dois carros A e B encontram-se sobre uma mesma pista retilínea com velocidades constantes no qual a função horária das posições de ambos para um mesmo instante são dadas a seguir: $x_A = 200 + 20.t$ e $x_B = 100 + 40.t$. Com base nessas informações, responda as questões abaixo.

- É possível que o móvel B ultrapasse o móvel A? Justifique.
- Determine o instante em que o móvel B alcançará o móvel A, caso este alcance aconteça.

03. A função horária do espaço de um carro em movimento retilíneo uniforme é dada pela seguinte expressão: $x = 100 + 8.t$. Determine em que instante esse móvel passará pela posição 260m .

04. Um móvel em M.R.U gasta 10h para percorrer 1100 km com velocidade constante. Qual a distância percorrida após 3 horas da partida?

05. Determine o tempo necessário para que os móveis da figura a seguir se encontrem.



PLANO DE AULA 03

Identificação			
Disciplina	Período	Carga Horária	Data
Física	Encontro 03	2 h/a	11/05/2017
Professor-pesquisador			
Francisco José Barroso Feitosa			

Plano		
Objetivo Geral		
Estudar, analisar e construir gráficos do MRU.		
Objetivos Específicos		
<ul style="list-style-type: none"> • Representar em gráfico cartesiano a variação da posição, da velocidade e da aceleração de um corpo em função do tempo. • Associar a equação horária da posição de um corpo ao gráfico cartesiano representativo da situação e vice-versa. 		
Conteúdo Programático		
MRU: Construção e interpretação de gráficos.		
Recursos		
Livro didático, quadro e pincel.		
Procedimento		
Introdução	desenvolvimento	Conclusão
Apresentação dos conteúdos e objetivos propostos para o tempo de aula.	Exploração do conteúdo proposto no quadro, leitura dos conceitos no livro didático e resolução de atividades propostas.	Resolução de exercícios de fixação pelos alunos.
Avaliação		
Resolução escrita de questões propostas a partir do conteúdo estudado.		
Referências Bibliográficas		
RAMALHO, NICOLAU E TOLEDO – Os Fundamentos da Física, Vol. 1 – Mecânica, 2009.		
HELOU, GUALTER E NEWTON – Tópicos de Física, Vol. 1 – Mecânica, 2007.		
ANTONIO MAXIMO E BEATRIZ ALVARENGA – Curso de Física, Vol. 1, 1998.		
WILSON CARRON E OSVALDO GUIMARÃES – As Faces da Física – Vol. Único, 2003.		

3.º Encontro – Data: 11/05/2017 – Aulas 05 e 06: MRU: Construção e interpretação de gráficos.

Principais gráficos do MRU:

1.º Caso: $v \times t$

Nesse caso, no movimento uniforme, a velocidade é constante e o diagrama da velocidade em função do tempo $v = f(t)$ é uma **reta paralela ao eixo dos tempos**.

Vejamos:

Figura 09 – gráfico para o movimento progressivo.

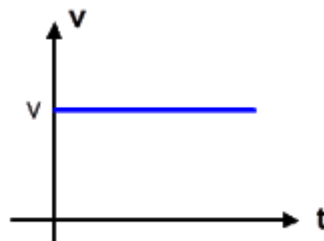
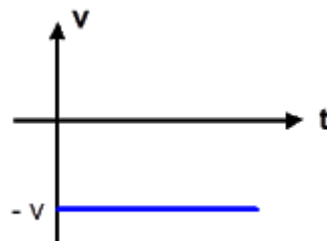
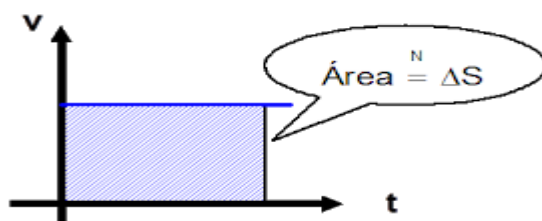


Figura 10 – gráfico para o movimento retrógrado.



Analisando os gráficos anteriores podemos observar que a área (A) compreendida entre o gráfico e o eixo dos tempos é numericamente igual ao valor do deslocamento do corpo.

Desse modo, para calcularmos o deslocamento do corpo em questão simplesmente determinamos a área do retângulo. Válido tanto para a figura 06 quanto para a figura 07. Vejamos:

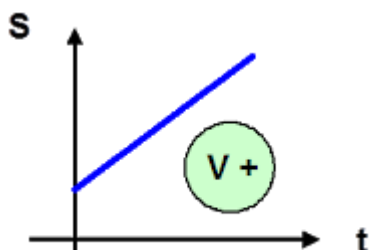


2.º caso: $S \times t$

A equação dos espaços no MRU é dada por $S = S_0 + v.t$, que trata-se de uma equação do 1º grau. Logo seu gráfico é uma reta.

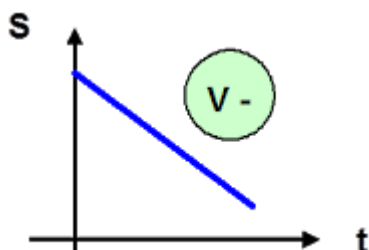
Vejamos:

Figura 11 – gráfico movimento é progressivo.



O gráfico é uma reta crescente ou com inclinação para cima.

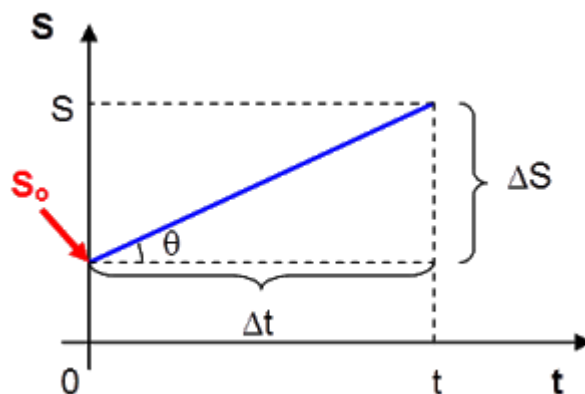
Figura 12 – gráfico para o movimento é retrógrado.



O gráfico é uma reta decrescente ou com inclinação para baixo.

Agora, observe com atenção a situação abaixo:

Figura 13 – Cálculo da velocidade escalar do móvel.



Observe que a $\text{tg}\theta$ é equivalente ao *cateto oposto* ao ângulo θ , ΔS (variação do espaço) dividido pelo *cateto adjacente* Δt (variação do tempo), o que nos permite calcular, numericamente, a velocidade do corpo.

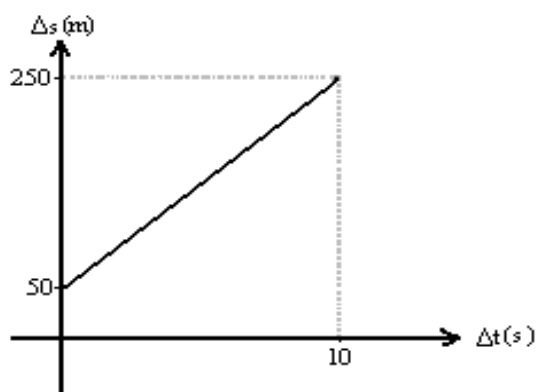
Obs.: recordar as relações trigonométricas fundamentais no triângulo retângulo.

Assim, temos:

$$\text{tg}\theta = \frac{\Delta S}{\Delta t} \rightarrow \text{tg}\theta = v$$

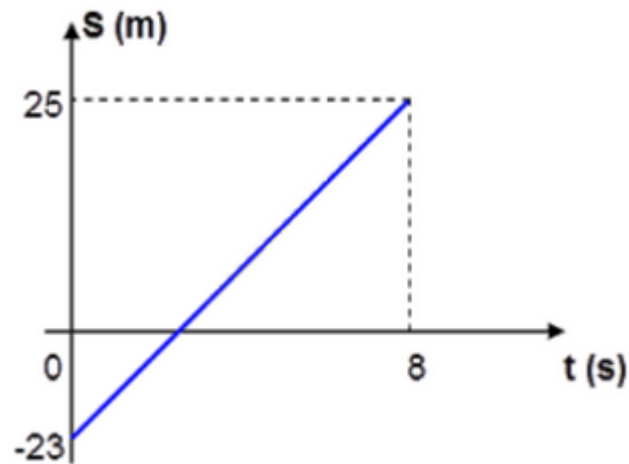
EXERCÍCIOS

01. O gráfico a seguir representa a função horária do espaço de um móvel em trajetória retilínea e em movimento uniforme.



Com base nele, determine a velocidade e a função horária do espaço deste móvel.

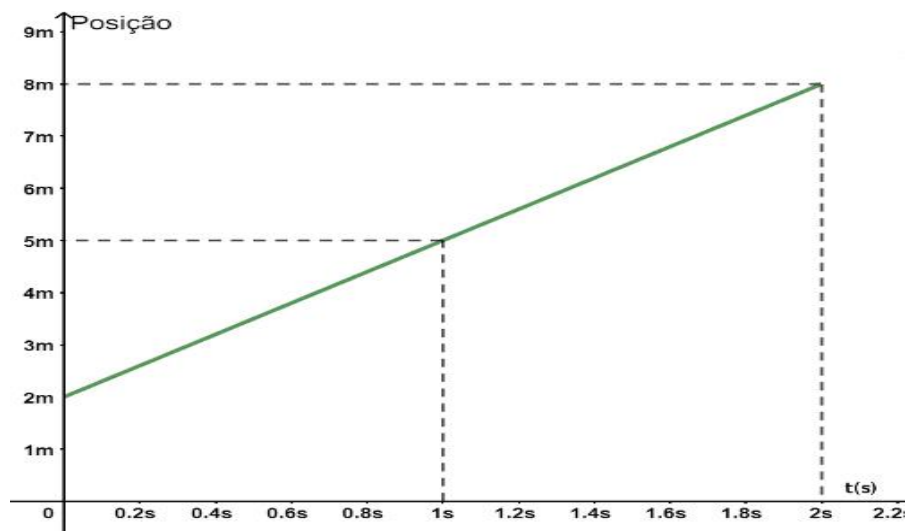
02. O diagrama a seguir apresenta a relação entre o espaço ocupado por um móvel e o tempo.



De acordo com o gráfico determine:

- A posição inicial e a velocidade do móvel.
- A função horária do espaço.
- A posição do móvel no instante 13 s.

03. O gráfico a seguir relaciona a posição de um móvel, em metros, com o tempo, em segundos. Assinale a alternativa que indica corretamente a sua velocidade média.



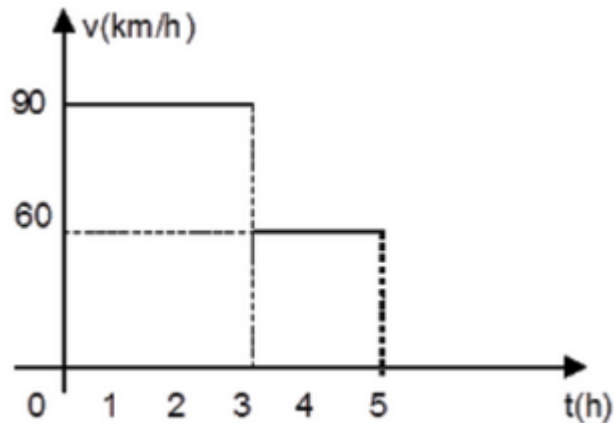
a) 3 m/s

b) 2 m/s

- c) 4 m/s
e) 10 m/s

d) 30 m/s

04. O gráfico abaixo representa a velocidade de veículo numa viagem em função do tempo.



Determine:

- a) o deslocamento do veículo na viagem;
b) a velocidade média do veículo em km/h.

PLANO DE AULA 04

Identificação			
Disciplina	Período	Carga Horária	Data
Física	Encontro 04	2 h/a	16/05/2017
Professor-pesquisador			
Francisco José Barroso Feitosa			

Plano
Objetivo Geral
Identificar as características do movimento uniformemente variado.
Objetivos Específicos
<ul style="list-style-type: none"> Aplicar a equação horária da velocidade de um corpo em MRUV na resolução de situações problema. Calcular o deslocamento de um corpo em MRUV a partir da velocidade média desenvolvida pelo corpo entre dois instantes de tempo.

Conteúdo Programático		
MRUV: Função horária da velocidade/função horária da aceleração.		
Recursos		
Livro didático, quadro e pincel.		
Procedimento		
Introdução	desenvolvimento	Conclusão
Apresentação dos conteúdos e objetivos propostos para o tempo de aula.	Exploração do conteúdo proposto no quadro, leitura dos conceitos no livro didático e resolução de atividades propostas.	Resolução de exercícios de fixação pelos alunos.
Avaliação		
Resolução escrita de questões propostas a partir do conteúdo estudado.		
Referências Bibliográficas		
RAMALHO, NICOLAU E TOLEDO – Os Fundamentos da Física, Vol. 1 – Mecânica, 9.ª edição. São Paulo. Editora Moderna, 2007.		
HELOU, GUALTER E NEWTON – Tópicos de Física, Vol. 1 – Mecânica, 3.ª edição. São Paulo. Editora Saraiva, 2017.		
ANTONIO MAXIMO E BEATRIZ ALVARENGA – Curso de Física, Vol. 1, 1.ª edição. São Paulo. Editora Scipione, 11.ª reimpressão, 2003.		
WILSON CARRON E OSVALDO GUIMARÃES – As Faces da Física – Vol. Único, 1.ª edição. São Paulo. Moderna, 2003.		

4.º Encontro – Data: 16/05/2017 – Aulas 07 e 08: Identificar as características do movimento uniformemente variado.

Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV): É um movimento cuja velocidade **umenta** ou **diminui** de **maneira constante**. É equivalente a dizer que a aceleração não muda. Pode ser descrito pelas equações a seguir:

Função horária da posição do MRUV: É uma equação matemática de 2º grau que relaciona a **posição** do corpo em relação a algum referencial em **função** do **tempo**. É matematicamente definida por:

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

S₀ = posição inicial;
v₀ = velocidade inicial;

A = aceleração média;
t = instante de tempo.

Função horária da velocidade: É uma equação matemática de 1º grau que relaciona a **velocidade** de um móvel em relação a um referencial em um determinado **intervalo de tempo**. É definida pela equação a seguir:

$$v = v_0 + a.t$$

v = velocidade final;
v₀ = velocidade inicial;
a = aceleração média;
t = instante de tempo.

Equação de Torricelli: É uma equação matemática obtida a partir da combinação das duas equações anteriores. Permite calcular variáveis como **velocidade final**, **velocidade inicial**, **aceleração** e **deslocamento** de um móvel quando não temos a informação sobre os intervalos de tempo decorridos. É, portanto, uma equação extremamente útil para o estudo do movimento uniformemente variado.

$$v^2 = v_0^2 + 2.A.\Delta S$$

v² = velocidade final elevada ao quadrado;
v₀² = velocidade inicial elevada ao quadrado;
A = aceleração média;
ΔS = deslocamento.

Unidades do SI.: No Sistema Internacional de Unidades, a **posição** é dada em **metros** (m), o intervalo de tempo é dado em segundos (s), a **velocidade** é dada em **metros por segundo** (m/s) e **aceleração** é dada em **metros por segundo ao quadrado** (m/s²).

EXERCÍCIOS

1) Um móvel obedece a equação horária $S = 6 + 10t + 2t^2$, no sistema internacional a velocidade inicial e a aceleração desse móvel são respectivamente

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| a) 6 m/s e 2 m/s ² | b) 6 m/s e 10 m/s ² |
| c) 10 m/s e 6 m/s ² | d) 10 m/s e 4 m/s ² |
| e) 10 m/s e 12 m/s ² | |

2) Um automóvel que vinha a 25 m/s freou e parou em 25 s. O valor em módulo, da aceleração escalar média do automóvel, durante a freada foi de:

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| a) zero | b) 1,0 m/s ² |
| c) 3,0 m/s ² | d) 3,6 m/s ² |
| e) 4,0 m/s ² | |

3) A velocidade de uma partícula que se encontra na posição 20m em $t = 0$, varia segundo a tabela mostrada abaixo:

Velocidade (m/s)	30	50	70	90
Tempo (s)	10	12	14	16

Sendo o movimento retilíneo, determine:

- a aceleração;
- as funções horárias da velocidade e do espaço;
- o instante que muda de sentido, se houver;
- a velocidade em $t = 50s$;
- a velocidade média entre 10s e 14s;
- o instante em que a velocidade é 400 m/s.

4) A velocidade de uma partícula aumenta uniformemente de 36 km/h para 108 km/h em 5 segundos em linha reta. Calcule:

- a sua aceleração;
- a distância percorrida em 40 segundos;
- a sua velocidade em $t = 25$ segundos;
- o instante onde a sua velocidade é 50m/s.

5) O movimento de uma partícula é descrito pela função $S(t) = 1200 - 70t + t^2$ com as unidades no SI. Para uma trajetória retilínea, determine:

- a posição inicial;
- a velocidade em $t = 0$;
- a sua aceleração;
- a velocidade em $t = 30s$;
- o instante que o movimento inverte o sentido;
- o instante em que $v = 33$ m/s;
- a velocidade média entre $t = 2s$ e $t = 8s$

PLANO DE AULA 05

Identificação			
Disciplina	Período	Carga Horária	Data
Física	Encontro 05	2 h/a	18/05/2017
Professor-pesquisador			
Francisco José Barroso Feitosa			

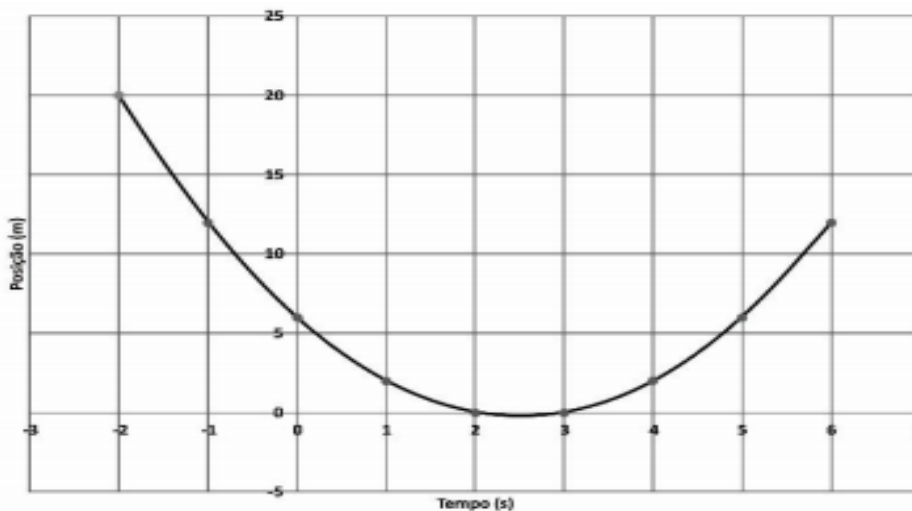
Plano
Objetivo Geral

MRUV: Construção e interpretação de gráficos.		
Objetivos Específicos		
<ul style="list-style-type: none"> • Representar graficamente a velocidade de um corpo em MRUV em função do tempo, bem como extrair informações do gráfico para a resolução de situações-problema. • Aplicar a equação horária da velocidade de um corpo em MRUV na resolução de situações-problema, relacionando-a à forma linear do gráfico $v \times t$. • Associar a equação horária da posição de um corpo em MRUV ao gráfico cartesiano que representa o movimento. 		
Conteúdo Programático		
MRUV: Construção e interpretação de gráficos.		
Recursos		
Livro didático, quadro e pincel.		
Procedimento		
Introdução	desenvolvimento	Conclusão
Apresentação dos conteúdos e objetivos propostos para o tempo de aula.	Exploração do conteúdo proposto no quadro, leitura dos conceitos no livro didático e resolução de atividades propostas.	Resolução de exercícios de fixação pelos alunos.
Avaliação		
Resolução escrita de questões propostas a partir do conteúdo estudado.		
Referências Bibliográficas		
RAMALHO, NICOLAU E TOLEDO – Os Fundamentos da Física, Vol. 1 – Mecânica, 9. ^a edição. São Paulo. Editora Moderna, 2007.		
HELOU, GUALTER E NEWTON – Tópicos de Física, Vol. 1 – Mecânica, 3. ^a edição. São Paulo. Editora Saraiva, 2017.		
ANTONIO MAXIMO E BEATRIZ ALVARENGA – Curso de Física, Vol. 1, 1. ^a edição. São Paulo. Editora Scipione, 11. ^a reimpressão, 2003.		
WILSON CARRON E OSVALDO GUIMARÃES – As Faces da Física – Vol. Único, 1. ^a edição. São Paulo. Moderna, 2003.		

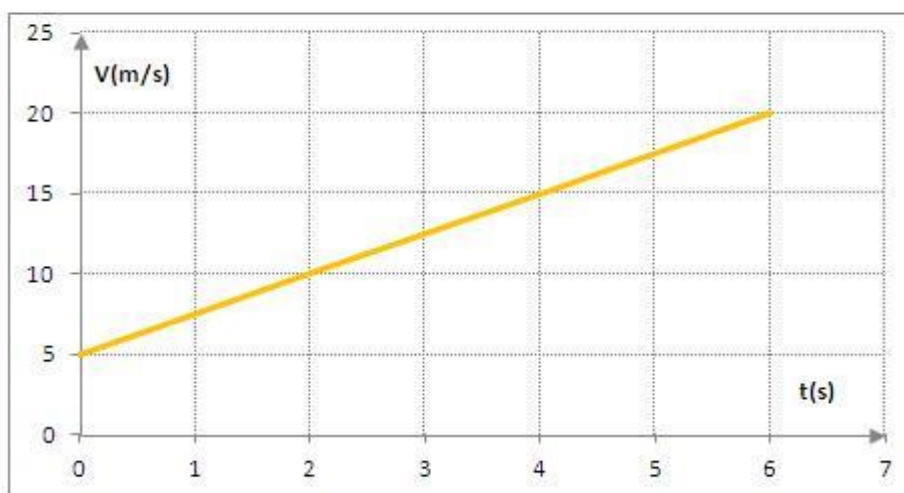
5.º Encontro – Data: 18/05/2017 – Aulas 09 e 10: MRUV: Construção e interpretação de gráficos.

1) O gráfico acima expressa a posição *versus* tempo referente ao deslocamento de um objeto. Com base nesse gráfico, julgue o próximo item.

A velocidade do automóvel no instante $t = 5$ s é igual a 5 m/s.



2) A velocidade de um móvel que parte da origem dos espaços e move-se em linha reta, varia com o tempo segundo o gráfico $v = f(t)$ abaixo.

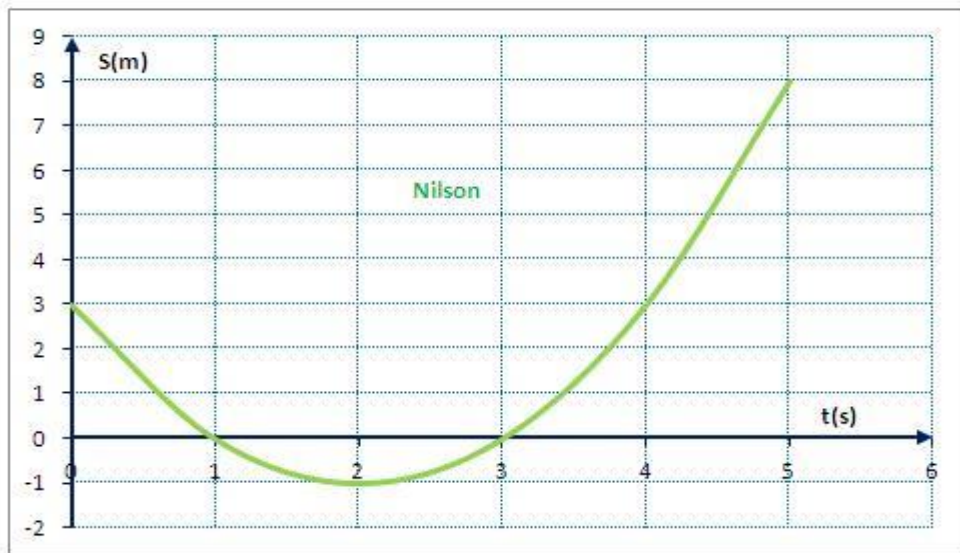


Calcule:

a) a aceleração;

- b) a velocidade em $t = 30$ segundos;
- c) o instante em que a velocidade é 100 m/s ;
- d) a posição em $t = 10$ segundos;
- e) a posição em $t = 50\text{s}$;
- f) a distância percorrida entre $t = 5 \text{ s}$ e $t = 20 \text{ s}$.

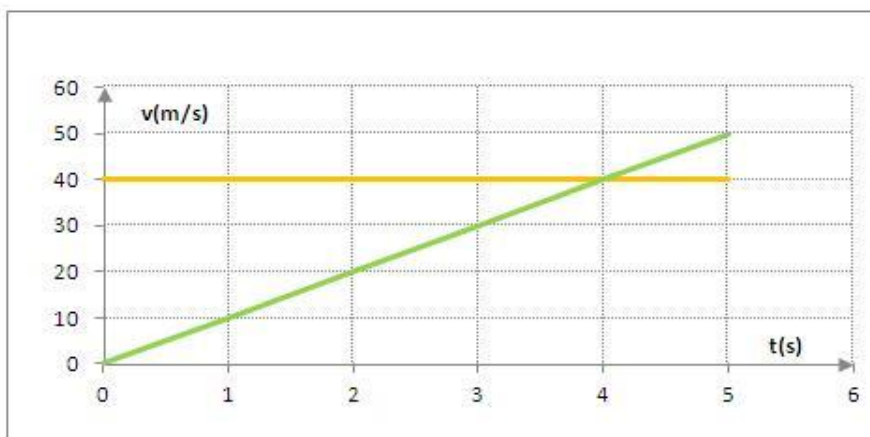
3) O movimento retilíneo de um objeto obedece ao gráfico abaixo:



Determine:

- a) a posição inicial;
- b) a velocidade em $t = 0$;
- c) a aceleração;
- d) o instante que inverte o sentido do movimento;
- e) a velocidade em $t = 10\text{s}$;
- f) a distância percorrida entre 5 segundos e 25 segundos.

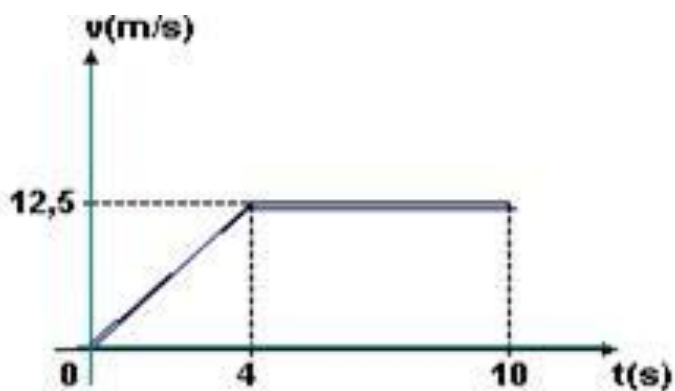
4) No instante $t = 0$ um móvel A está em repouso quando passa por ela outro móvel B com velocidade constante como é mostrado na figura seguinte. Eles correm na mesma trajetória retilínea. Calcule:



a) o instante que o móvel A alcança o móvel B;

b) a distância que eles percorrem até o instante que eles estão na mesma posição.

5) Ao preparar um corredor para uma prova rápida, o treinador observa que o desempenho dele pode ser descrito, de forma aproximada, pelo seguinte gráfico:



A velocidade média desse corredor, em m/s, é de

- a) 8,5
- b) 10,0
- c) 12,5
- d) 15,0
- e) 17,5