



**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

RUTH BRITO DE FIGUEIREDO MELO

**O SOFTWARE MODELLUS E SUAS CONTRIBUIÇÕES NO PROCESSO DE
ENSINO E APRENDIZAGEM DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME E DO
MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME VARIADO**

CAMPINA GRANDE - PB
2011

RUTH BRITO DE FIGUEIREDO MELO

**O SOFTWARE MODELLUS E SUAS CONTRIBUIÇÕES NO PROCESSO DE
ENSINO E APRENDIZAGEM DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME E DO
MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME VARIADO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do CCT/UEPB, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de Concentração: Ensino de Física.
Linha de Pesquisa: Tecnologias de Informação, Comunicação e Cultura Científica.

Orientadora: Prof^a. Dra. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita.

CAMPINA GRANDE - PB
2011

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL-UEPB

M528s Melo, Ruth Brito de Figueiredo.

O software Modellus e suas contribuições no processo de ensino e aprendizagem do movimento retilíneo uniforme e do movimento retilíneo uniforme variado [manuscrito] / Ruth Brito de Figueiredo Melo. – 2011.

107 f. : il. color.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática), Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba, 2011.

“Orientação: Profa. Dra. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita, Departamento de Letras e Educação”.

1. Ensino de Física. 2. Tecnologia da Educação. 3. Aprendizagem. I. Título.

21. ed. CDD 530.7

RUTH BRITO DE FIGUEIREDO MELO

**O SOFTWARE MODELLUS E SUAS CONTRIBUIÇÕES NO PROCESSO DE
ENSINO E APRENDIZAGEM DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME E DO
MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME VARIADO.**

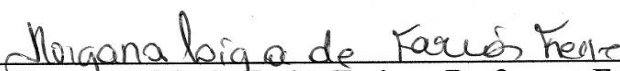
Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do CCT/UEPB, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da Professora Dra. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita.

Aprovado em 25/07/2011

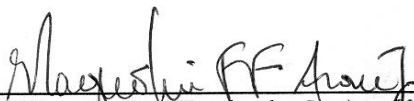
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita – Orientadora
Universidade Estadual da Paraíba – DE /DLE



Profa. Dra. Morgana Lígia de Farias Freire – Professora Examinadora
Universidade Estadual da Paraíba – DF/CCT



Profa. Dra. Magnólia Fernandes Florencio de Araújo – Professora Examinadora
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – PPGECONM/UFRN

CAMPINA GRANDE - PB
2011

*Aos meus pais:
José Romualdo e Maria Helena
pelo apoio sempre constante e
principalmente a minha Mãe,
pelo amor, força e incentivo
moral e espiritual.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por ter me dado forças e saúde para lutar atrás do meu sonho e pelo Espírito Santo, o meu ajudador e consolador nas horas difíceis.

À minha orientadora, Prof^a. Filomena Moita, por toda a ajuda, conselhos e dedicação.

Aos professores do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da UEPB, os quais através das disciplinas ministradas compartilharam seus conhecimentos e experiências vividas; Professores Silvano, Marcelo, Jean, Ana Paula, como também a alguns professores da licenciatura Plena em Física, Alessandro, Mará e Morgana.

A banca examinadora, professoras Morgana Ligia, Josenalva e Magnólia, por terem dedicado tempo para a leitura e contribuições desse trabalho.

Aos meus pais, José Romualdo e Helena e demais familiares pelo apoio sempre constante, por toda a paciência e alguns momentos de ausência nesses anos. Agradeço em especial a minha mãe, pela mulher guerreira, amável e forte: mãe você é o meu exemplo de vida, obrigado por você existir.

À Alisson pela força e incentivo e aos meus filhos Lucas e Ana Letícia que mesmo tão pequenos me deram tanta força para prosseguir.

À minha irmã Raquel, por suas palavras de animo, e ao meu querido irmão Romualdo, que durante esta caminhada partiu de uma forma tão inesperada, mas mesmo não estando mais entre nós neste mundo físico, pude sentir a sua presença me dando forças de uma maneira muito especial.

À Jozilma, minha grande e eterna amiga, que me mostrou que nunca devemos desistir dos nossos sonhos e por ter me ensinado que o conhecimento é a única coisa que ninguém pode nos tirar.

Ao meu amigo Kléber, pela correção ortográfica e gramatical e toda a ajuda concedida. Sem dúvida, seu apoio foi de fundamental importância para a conclusão deste trabalho.

Aos meus colegas de mestrado, Jeferson, Aldia, Cláudio, Kalina, Maria e tantos outros, pelo apoio, amizade e companheirismo que tornaram a nossa caminhada mais amena.

Aos meus alunos, colegas de profissão e a direção da escola a qual faço parte, pela receptividade que contribuíram de forma significativa para a realização da minha pesquisa. Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma, para que o meu sonho se tornasse realidade.

*“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.
Isaias 40:31*

*“Ninguém é tão grande que não possa aprender,
nem tão pequeno que não possa ensinar”.*
(Píndaro)

*“ A ciência está escrita neste grande livro colocado
sempre diante de nossos olhos – o universo –
mas não podemos tê-lo sem apreender
a linguagem e entender os símbolos
em termos dos quais está escrito.
Este livro está escrito na linguagem matemática.
É importante compreender bem
as relações entre física e matemática.
(Galileu)*

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo analisar o uso do software *Modellus* no processo de ensino e aprendizagem do Movimento retilíneo uniforme e do Movimento retilíneo uniforme variado. A fundamentação teórica adotada foi baseada nas teorias de David Ausubel sobre aprendizagem significativa, Papert sobre a aprendizagem mediada por computador e em Bassanezzi e Biembengut sobre modelagem matemática. A população alvo da pesquisa foi constituída por doze alunos de uma turma do 1ºano do Ensino Médio de uma escola da rede Pública Estadual em Campina Grande, na Paraíba, na qual a professora pesquisadora é docente. A metodologia utilizada na pesquisa foi à pesquisa qualitativa, observacional e participante, através da utilização do estudo de caso. Os resultados da pesquisa apontaram que houve melhorias significativas dos alunos, na compreensão dos conceitos físicos relacionados com os conteúdos em questão, quando expostos as atividades desenvolvidas com o software *Modellus*, uma vez que através de relatos dos próprios alunos, houve uma maior motivação para aprender, gerada pelas atividades, como também uma grande receptividade ao software utilizado.

Palavras-chave – Software *Modellus*; Aprendizagem significativa; Ensino de Física, Cinemática.

ABSTRACT

This research study had as objective to analyze the use of the software *Modellus* in the process of teaching and learning of the Uniform rectilinear motion and the Varied rectilinear motion. The theoretic fundamentation adopted was based on the theories of David Ausubel about significative learning, Papert's about the computer mediated learning and on Bassanezzi's and Biembengut's about mathematical modeling. The target population of the research consisted of twelve students from a public state class on the 1st year of High School in Campina Grande, Paraíba, where the researcher teacher is also docent. The methodology that was used in the research was the qualitative, observational and participant research, through the use of the case study. The research results points that were significative improvements of the students, in the comprehension of the physical concepts related to the matters in discussion, when exposed to the activities developed with the software *Modellus* once that through relates of the own students, there was a higher motivation to learn, provided by the activities, and also a great receptivity to the used software.

Keywords – Software Modellus; Significative learning; Physics teaching, Cinematics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa conceitual do software Modellus.....	35
Figura 2 – Tela de abertura do software Modellus 4.0.....	36
Figura 3 – Tela do ambiente do software Modellus 4.0.....	36
Figura 4 – Movimento Unidimensional com velocidade constante (MRU).....	39
Figura 5 – Movimento Unidimensional com velocidade variável (MRUV).....	41
Figura 6 - Tipos do (MRUV).....	42
Figura 7 – Dinâmica da modelagem matemática, segundo Biembengut (2003).....	53
Figura 8 – Tela inicial do exemplo menina e cachorro. mdl.....	67
Figura 9 - Tela de execução do exemplo menina e cachorro. mdl, situação1.....	69
Figura 10 – Tela inicial do exemplo menina e cachorro. mdl, situação 2.....	69
Figura 11 - Tela inicial do exemplo ponte. mdl.....	71
Figura 12 – Tela de execução do exemplo ponte. mdl.....	72
Figura 13 – Tela inicial do exemplo Trem. mdl.....	73
Figura 14 – Tela de execução do exemplo Trem. mdl.....	74

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico do MRU ($X \times t$).....	40
Gráfico 2 – Gráfico do MRU ($v \times t$).....	40
Gráfico 3 – Gráfico do MRUV - ($v \times t$, para $a > 0$ e $a < 0$).....	42
Gráfico 4 – Gráfico do MRUV - ($a \times t$, para $a > 0$ e $a < 0$).....	42
Gráfico 5 – Gráfico MRUV - ($v \times t$)	43
Gráfico 6 – Gráfico MRUV ($S \times t$, para $a > 0$ e para $a < 0$).....	43
Gráfico 7 – Gráfico sobre o uso do computador pelos alunos.....	61
Gráfico 8 – Gráfico sobre as atividades que os alunos executaram com o uso do computador.....	62
Gráfico 9 – Gráfico sobre a utilização de softwares educativos e o uso das TIC....	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MRU – Movimento Retilíneo Uniforme

MRUV - Movimento Retilíneo Uniforme Variado

PCN– Parâmetros Curriculares Nacionais

NTE – Núcleo de tecnologia educacional

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

PROINFO – Programa de Informática educativa

NTE – Núcleo de Tecnologia educacional

EDUCOM – Educação e computador

CIED – Centro de informática educativa

RIVED – Rede interativa virtual de educação

MCT – Ministério da ciência e tecnologia

MEC – Ministério da educação e cultura

LEC/UFRGS - Laboratório de estudos cognitivos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

IDH – Índice de desenvolvimento humano

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Contextualização.....	15
1.2 Delineamento das bases da pesquisa.....	17
1.3 Estrutura do trabalho.....	18
2 A INFORMÁTICA EDUCATIVA NO BRASIL.....	19
2.1 Um Breve Histórico.....	19
2.2 O Grupo TDAC.....	22
3 O ENSINO DE FÍSICA E A UTILIZAÇÃO DAS TIC	24
3.1 O software educativo no Ensino de Física e os critérios de avaliação.....	27
3.2 O software <i>Modellus</i> e pesquisas correlatas.....	31
3.3 O Ensino de Física do Movimento retilíneo uniforme MRU e do Movimento retilíneo uniforme variado MRUV.....	37
4 APRENDIZAGEM: SEGUNDO PAPERT, AUSUBEL E A MODELAGEM MATEMÁTICA	45
4.1 As Teorias de Ausubel e Papert	45
4.2 Condições de ocorrência e tipos de aprendizagem significativa de Ausubel.....	48
4.3 Considerações sobre a Modelagem Matemática segundo as Teorias de Bassanezzi e Biembengut.....	51
5 METODOLOGIA.....	54
5.1 Coleta dos dados.....	55
5.1.1 Descrição da fase preliminar da pesquisa: Análise do software <i>Modellus</i> e do conhecimento prévio dos alunos.....	56
5.1.2 Descrição da segunda fase da pesquisa: aplicação das atividades com o software <i>Modellus</i> sobre o MRU e MRUV; do questionário avaliativo sobre o software e da descrição da entrevista de grupo focal.....	56
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	58
6.1 Análise dos dados da fase preliminar da pesquisa (1ª parte): Análise do software <i>Modellus</i>	58
6.2 Análise dos dados da fase preliminar da pesquisa (2ª parte): Análise do conhecimento prévio dos alunos sobre o uso do computador.....	60

6.3 Análise dos dados da fase preliminar da pesquisa (3ª parte): Análises do conhecimento prévio dos alunos sobre os conteúdos do MRU e do MRUV.....	63
6.4 Análise dos dados da fase de atividades com o software <i>Modellus</i> : Análise das atividades exploratórias sobre o (M.R.U) e o (M.R.U.V).....	66
6.5 Análise do questionário avaliativo sobre o software <i>Modellus</i>	76
6.6 Análise da entrevista do grupo focal.....	78
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
REFERÊNCIAS.....	83
APÊNDICES E ANEXOS.....	88
Apêndice A – Autorização de pesquisa para o diretor da escola.....	88
Apêndice B – Autorização de pesquisa para o consentimento dos pais dos alunos envolvidos na pesquisa.....	89
Apêndice C – Questionário para entrevista com os alunos sobre os conhecimentos prévios sobre o computador e sobre os conteúdos do MRU e do MRUV.....	90
Apêndice D - Tabela de dados coletados sobre o conhecimento prévio dos alunos sobre o uso do computador.....	93
Apêndice E – Tabela sobre conhecimentos prévios dos alunos sobre MRU e o MRUV.....	94
Apêndice F - Atividades com o software <i>Modellus</i> sobre o MRU e o MRUV.....	96
Apêndice G – Tabela sobre as respostas das atividades respondida pelos alunos utilizando o software <i>Modellus</i> , referente aos exemplos 1 e 2 (menina e cachorro.mdl e pontel.mdl)	98
Apêndice H – Descrição das respostas das duplas do Questionário sobre as atividades do <i>Modellus</i> referente ao exemplo 3 (trem. mdl).....	99
Apêndice I – Questionário de avaliação do software <i>Modellus</i> respondido pelos alunos.....	101
Apêndice J - Roteiro e descrição da Entrevista de Grupo Focal.....	103
Anexo A – Ficha de avaliação do software <i>Modellus</i>	104
Anexo B – Fotos da pesquisa.....	107

1 INTRODUÇÃO

Na prática de ensino de Física, são conhecidas as dificuldades que os alunos possuem na aprendizagem dos conceitos e fenômenos físicos, e na interpretação das fórmulas matemáticas que acompanham a explicação desses fenômenos, em particular na parte introdutória da Física.

Parte desta dificuldade se deve, principalmente, ao fato desses alunos não apresentarem requisitos necessários para o domínio da matemática utilizada. De acordo com Teodoro e Veit (2002), a Física representa, na maioria das vezes, para os estudantes, uma disciplina muito difícil, na qual é necessário decorar fórmulas em que origem e finalidade são desconhecidas.

Sendo assim, a inclusão da modelagem matemática no ensino da Física poderá possibilitar uma melhor compreensão do conteúdo físico, vindo a contribuir para o desenvolvimento cognitivo do aluno, pois modelagem facilita a construção de relações e significados, favorecendo a aprendizagem significativa.

Para Teodoro (2002), as mudanças nas escolas ocorrem de forma muito lenta, e isso só poderá ser modificado se as escolas tiverem acesso a novas visões de aprendizagem e a novas ferramentas educacionais, de maneira que não só possibilitem um suporte à aprendizagem conceitual significativa, mas para que também sejam comuns e fáceis de utilizar como o papel e o lápis.

Sabemos que a Física é uma disciplina de caráter experimental e um ensino baseado unicamente na transmissão de conceitos não surtirá os efeitos desejáveis, remetendo, muitas vezes, a um índice baixo de aprendizado, grande evasão e repetência escolares.

De acordo com Teodoro e Veit (2002), outro fator que acentua essas dificuldades diz respeito ao fato das escolas, muitas vezes, não disporem de laboratórios experimentais e nem de tecnologias computacionais necessárias. Estamos inseridos numa sociedade guiada pelos avanços tecnológicos, em que o computador tem se transformado em um valioso instrumento, e sendo assim, ressaltamos a importância da utilização das novas tecnologias também no contexto educacional, como ferramentas a auxiliarem os professores, em suas práticas docentes.

É dentro desta perspectiva que o nosso trabalho aborda a utilização do software *Modellus*¹ e as suas contribuições no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo físico do MRU (Movimento Retilíneo Uniforme) e do MRUV (Movimento Retilíneo Uniforme Variado). A seguir, faremos a contextualização da pesquisa, em que delinearemos as suas bases, tratando sobre a estrutura do trabalho.

1.1 Contextualização

A diversa e notória transformação que tem passado a sociedade mediante as novas tecnologias tem deixado os professores muitas vezes desorientados mediante tais mudanças. Eles se perguntam como atuar diante desses novos paradigmas. De acordo com Levacov (2008), o impacto da mídia digital está sendo sentido através de um número crescente de atividades comunicacionais e informacionais, e sendo assim, sente-se a necessidade da sociedade se adequar a este novo referencial: o digital. O autor afirma que:

Os cursos de Comunicação precisam refletir e estimular seus alunos a compartilhar o questionamento sobre essas questões. Somos todos parceiros, relutantes ou entusiasmados, necessitando adquirir novas habilidades (*literacy* digital) para alcançar velhas metas (informação, conhecimento). À medida que o mundo caminha para tornar-se uma rede de fibras óticas, interconectando pessoas e máquinas, novas formas de colaboração tendem a aparecer, de modo que nossos conceitos sobre comunicação e informação precisarão ser reavaliados. A convergência de tecnologias, pedagogias e teorias científicas e literárias indica a complexidade e a riqueza da revolução digital. (LEVACOV, 2008, p.1).

Diante desses pressupostos, surge a necessidade da inserção do computador como parceiro importante e agora indispensável nessa construção do conhecimento. De acordo com Argento (1998), diante de nós surge um desafio: como lidarmos com essas transformações? E principalmente, como se adaptar a essa nova realidade? Não se pode esperar que seja mostrado o melhor caminho. Devemos perceber e tentar, mesmo que intuitivamente, trabalhar novas formas de fazer a educação.

Para o referido autor, existem três fatores que podem contribuir para o professor trabalhar com os seus alunos esses novos recursos educacionais: um deles será perceber a afetividade como um elemento muito precioso na relação professor/aluno e deixar que esta

¹Após a sua criação (Teodoro, Vieira e Clérigo, 1997) o *software* obteve reconhecimento internacional (“vencedor do Software Contest of the Journal Computer in Physics” promovido pela “American Physical Society” em 1996; 1º prêmio da Categoria de Ciência do Concurso Nacional de *Software* Microsoft, 1998, em Lisboa, Portugal). O *Modellus* foi também um finalista da SPA (US *Software* Publishers Association) em 1998.

relação faça parte de todo o processo, possibilitando conhecer o “desejo de aprender” de cada um.

Outro fator que o autor considera de suma importância é ter um olhar pedagógico em todas as situações sejam elas quais forem e finalmente saber inovar, recriar e repensar sempre, diversificando as estratégias, utilizando os novos recursos disponíveis e tecnologias existentes, para que essas possam contribuir no processo de aprendizagem, propiciando a construção inventiva de novos conhecimentos.

No entanto, ressaltamos aqui um questionamento que nos acompanha enquanto educadora: como introduzir experimentação, bem como as novas tecnologias nas escolas públicas, se muitas vezes, as mesmas não dispõem de laboratórios e nem mesmo dos recursos tecnológicos necessários e disponíveis no mercado? E, quando os têm, muitos dos nossos colegas educadores têm formação para conviver com eles e ensinar?

Na graduação, o nosso trabalho de conclusão de curso foi sobre o uso do software *educandus* no processo de ensino e aprendizagem da Física. A pesquisa foi realizada no NTE (Núcleo de Tecnologia Educacional) do PROINFO (Programa Nacional de Tecnologia Educacional), em Campina Grande, na escola Hortênsio de Sousa Ribeiro.

Como professora de Física, já há alguns anos, sempre nos inquietamos com as dificuldades dos alunos no processo de ensino e aprendizagem desta ciência. Sabemos da íntima relação da matemática com a física e, como professora do 1º ano do ensino médio, percebemos que nos conteúdos de MRU e de MRUV, os alunos apresentavam muitas dificuldades na compreensão e interpretação de conceitos físicos ligados a esses conteúdos como: velocidade, aceleração, espaço e tempo decorridos; do mesmo modo nas funções horárias que regem estes movimentos e nas suas respectivas unidades.

Também sempre observamos a necessidade da experimentação e da utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) como ferramentas para nos auxiliarem na prática educativa. Mas, como poderíamos trabalhar com experimentos ou com novas tecnologias a exemplo de softwares de simulação, se a escola não dispunha dessas ferramentas? Como trabalhar experimentação e novas tecnologias, com salas de aulas lotadas, com mais de cinquenta alunos, e sem um ambiente propício, faltando muitas vezes até materiais de expediente, cadeiras e livros didáticos?

Mesmo assim, em estado de inquietação, procuramos levar pequenos experimentos para a sala de aula, bem como, solicitar aos alunos que utilizassem softwares e simuladores fora da escola, quando tivessem acesso aos computadores, como também que trouxessem experimentos confeccionados por eles, relacionados com os conteúdos em estudo. De maneira

que as dúvidas que por ventura fossem surgindo eram comentadas e esclarecidas na aula da disciplina. Os alunos sempre se sentiam entusiasmados quando utilizavam os softwares de simulação e nós observávamos à notória motivação deles, como também a facilitação na compreensão dos conceitos físicos.

Foi diante desta realidade, que sentimos a necessidade de ingressar no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da UEPB, para poder compreendermos melhor o processo de ensino e aprendizagem da Física, como também conhecer novas ferramentas que pudessem enriquecer a nossa prática docente.

Neste mesmo tempo, a escola em que trabalhávamos foi equipada com um laboratório de informática educativa e decidimos desenvolver nossa pesquisa do mestrado, voltando-a para o uso do software *Modellus*.

Optamos por este software, pois ao regressarmos ao NTE de Campina Grande, onde parte da nossa pesquisa de graduação foi realizada, a coordenadora do núcleo nos apresentou o software e expôs que o mesmo era bastante utilizado naquele núcleo pelos professores não só de Ciências e Física, como também em outras disciplinas.

Resolvemos então utilizá-lo na nossa sala de aula, para compreendermos de perto as potencialidades e as limitações de trabalhar com este software. Portanto, foi com base nesses pressupostos, em reconhecer o valor e a importância das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), que o objetivo do nosso trabalho foi delineado: analisar o software *Modellus* e suas contribuições no processo de ensino e aprendizagem do MRU e do MRUV.

1.2 Delineamento das bases da pesquisa

Durante a nossa investigação, utilizamos um material instrucional desenvolvido por nós, como recurso auxiliar para as aulas expositivas, com o objetivo de trabalhar com os alunos a simulação e a modelagem para a compreensão dos conceitos físicos.

O produto desenvolvido consta de três atividades de simulação e modelagem computacional, as quais foram desenvolvidas com o auxílio do software *Modellus*, como ferramenta de apoio às aulas expositivas, promovendo uma articulação da conceitualização com a experimentação. Isso foi possível devido a essa possibilidade do uso de software de simulação, que permite trabalhar situações experimentais, sem a necessidade de um laboratório didático de ensino de Física (TEODORO, 2002).

Assim, para dar conta da investigação, foi observado o comportamento dos alunos quando expostos às atividades de exploração com o *Modellus*, através do uso de questionários e entrevistas, para um maior detalhamento da situação estudada.

1.3 Estrutura do Trabalho

No intuito de compreendermos o contexto histórico da informática educativa no Brasil, no segundo Capítulo, apresentamos importantes contribuições de projetos desenvolvidos nesta área, ao longo dos anos, e que foram de fundamental importância para a evolução no uso do computador como ferramenta educacional. Também mostramos importantes contribuições do grupo TDAC (Tecnologia Digital e Aquisição do Conhecimento) na área da informática educativa.

Na busca de entendermos os problemas no Ensino de Física e em específico nos conteúdos de MRU e MRUV, como também a utilização do software *Modellus* como ferramenta auxiliar na prática educativa; no terceiro Capítulo, fizemos uma revisão da literatura sobre a utilização do *Modellus*.

Ainda no terceiro Capítulo, tratamos também sobre o uso das TIC através da utilização do software educativo, no qual relevamos a necessidade da avaliação do software educacional antes da utilização do mesmo, através de critérios de avaliação pedagógicos e técnicos, previamente estabelecidos.

No quarto Capítulo, apresentamos a aprendizagem mediada por computador, segundo Papert (1994), aprendizagem significativa de David Ausubel (2000), e a modelagem matemática, segundo Bassanezzi (2002) e Biembengut (1999 e 2003).

No quinto Capítulo, falamos da metodologia utilizada para a realização da pesquisa e, no sexto Capítulo, foram enfocados os resultados e discussões dos dados coletados. No sétimo e último Capítulo, foram expostas as considerações finais.

2 A Informática Educativa no Brasil

2.1 Um Breve Histórico

De acordo com Andrade e Lima (1993), as primeiras iniciativas de informática educativa no Brasil tiveram suas raízes plantadas na década de setenta, quando pela primeira vez, em 1971, discutiu-se o uso de computadores no ensino de física, em um seminário promovido em colaboração com a universidade de Dartmouth/USA.

No final da década de 70, novas experiências surgiram na UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) apoiadas nas teorias de Jean Piaget (1984) e nos estudos de Papert (1994), destacando-se o trabalho realizado pelo laboratório de estudos cognitivos do instituto de psicologia – LEC/UFRGS, que explorava a potencialidade do computador usando a linguagem “Logo”. (PROJETO EDUCOM, 1983).

Esses trabalhos foram desenvolvidos, prioritariamente, com crianças da escola pública que apresentavam dificuldades de aprendizagem de leitura, escrita e cálculo. Eles procuravam compreender o raciocínio lógico-matemático e as possibilidades de invenção como forma de promover a aprendizagem autônoma dessas crianças.

Enfim, dentre os vários projetos e atividades desenvolvidas no país, integrantes dos referidos planos e programas anteriormente descritos, os mais importantes para a criação de uma cultura nacional sobre o uso do computador na educação foram os projetos EDUCOM (Educação e Computador), FORMAR (Formação de Professores), CIED (Centro de Informática Educativa) e o PROINFO (Programa de Informática Educativa no Brasil).

As contribuições do projeto EDUCOM foram importantes e decisivas para a criação e desenvolvimento de uma cultura nacional de uso de computadores na educação brasileira. O projeto FORMAR, destinado à capacitação de professores da rede pública, e o projeto CIED marcaram o início de uma nova era no ensino através de computadores no Brasil. Voltados para a implantação de centros de informática educativa, para atendimento às escolas de ensino fundamental e médio da rede pública, bem como realização dos concursos anuais de software.

As décadas de 80/90 caracterizaram-se pela produção de conhecimento técnico e científico na área, mediante o desenvolvimento de experimentos-piloto em universidades brasileiras e implantação de centros de informática educativa, junto aos diversos sistemas de educação do país, o que permitiu a criação de uma sólida base teórica nacional fundamentada na realidade de escola pública brasileira.

Não podemos falar em informática educativa no Brasil, sem destacarmos o PROINFO, programa do MEC (Ministério da Educação e Cultura), que visa introduzir as novas tecnologias de informação e comunicação na escola pública como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem, apresentando como sua principal condição de sucesso os professores que são capacitados em dois níveis: os multiplicadores e os de escolas.

No PROINFO, para o uso em sala de aula, é adotado o princípio dos multiplicadores que é caracterizado por “professor capacitando professor”. Os multiplicadores capacitam os professores das escolas nas bases tecnológicas do PROINFO nos estados – os Núcleos de Tecnologia Educacional (NTE), que são estruturas descentralizadas de apoio ao processo de informatização das escolas, auxiliando tanto no processo de planejamento e incorporação das novas tecnologias, quanto no suporte técnico e capacitação dos professores e das equipes administrativas das escolas.

Na Paraíba, um dos NTE se encontra na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Hortênsio de Souza Ribeiro (PREMEM), na cidade de Campina Grande. Foi lá onde tomamos conhecimento do software educativo *Modellus*. Numa visita que fizemos ao núcleo presente na escola, em que conversamos com a responsável capacitadora, a mesma nos falou do software, citando que este é utilizado com frequência pelos professores da escola como ferramenta auxiliar no processo de ensino-aprendizagem da física.

Na atualidade, há vários projetos na área da informática educativa no Brasil, através dos quais o Governo Federal executa e apóia ações de inclusão digital por meio de diversos programas e órgãos. Segundo Brasil (2010), dentre os diversos projetos desenvolvidos, podemos citar: o LIED (Laboratórios de Informática Educativa), o RIVED (Rede Internacional Virtual de Educação), o Casa Brasil, o CDTC (Centro de Difusão de Tecnologia e Conhecimento), o CID (Centro de Inclusão Digital), e o CVT (Centros Vocacionais Tecnológicos), dentre outros.

No projeto LIED, são disponibilizados para os alunos não só o computador em si, como também outras ferramentas, incluindo softwares e cd-room. Nesse projeto, a escola é inserida na evolução tecnológica dando abertura à comunidade discente e docente para trabalhar o uso das novas tecnologias na educação de maneira interativa e dinâmica.

Já o RIVED é um projeto no qual encontramos os objetos de aprendizagem. Eles propõem uma aprendizagem interativa por meio de elementos informáticos para esse fim, relacionando teoria e prática, através de visualizações do conteúdo aprendido e situações do elemento de estudo, principalmente através da utilização dos objetos de aprendizagem (BRASIL, 2010).

Outro projeto de grande importância é o Casa Brasil. Este é em conjunto com o Instituto Nacional de TI: os Ministérios do Planejamento, da Ciência e Tecnologia, das Comunicações, da Cultura, da Educação; Petrobrás, Eletrobrás/Eletronorte, Banco do Brasil e Caixa Econômica Federal. O mesmo é caracterizado pela implantação de espaços multifuncionais de conhecimento e cidadania em comunidades de baixo IDH, por meio de parcerias com instituições locais (BRASIL, 2010).

Cada unidade da Casa Brasil abriga um telecentro, com uso de software livre, e pelo menos mais dois outros módulos, que podem ser uma biblioteca popular, um auditório, um estúdio multimídia, uma oficina de produção de rádio, um laboratório de popularização da ciência ou uma oficina de manutenção de equipamentos de informática, e um espaço para atividades comunitárias. Atualmente são 56 unidades em funcionamento e já foram capacitadas mais de 1.000 pessoas nas 48 oficinas livres oferecidas a partir da plataforma de educação à distância construída pelo projeto.

O projeto CDTC, criado em 30 de agosto de 2004, visa qualificar por meio da Internet (ensino a distância) servidores públicos e cidadãos em geral no uso de softwares livres. Atualmente, o projeto atende mais de 70.000 alunos distribuídos em 2.400 cidades brasileiras e são ofertados gratuitamente mais de 270 cursos. (BRASIL, 2010).

Um projeto de grande repercussão tem sido o CID, que é composto por centros pertencentes ao Programa de Inclusão Digital do MCT. Esse Programa constitui-se em um instrumento de promoção da inclusão social, e tem como objetivo proporcionar à população menos favorecida o acesso às tecnologias de informação, capacitando-a na prática das técnicas computacionais, voltadas tanto para o aperfeiçoamento da qualidade profissional quanto para a melhoria do ensino. (BRASIL, 2010).

Outro projeto também de grande importância é o CVT, que é direcionado para a capacitação tecnológica da população, como uma unidade de formação profissional básica, voltada para a prestação de serviços especializados, levando-se em conta a vocação da região onde se insere, promovendo a melhoria dos processos. Até o momento o Ministério da Ciência e Tecnologia apoiou a criação de 236 CVT, instalados em todo o Brasil desde 2003. (BRASIL, 2010).

Por fim, não podemos deixar de falar do programa Computador Portátil para Professores, que visa criar condições para facilitar a aquisição de computadores portáteis para professores da rede pública da educação básica, profissional e superior, credenciadas junto ao MEC, a baixo custo, como também o UCA (Um Computador por Aluno), projetos esses que

visam contribuir no processo de inclusão digital através da interação com a tecnologia da informação e comunicação nas escolas.

2.2 O Grupo TDAC²

Como participante do grupo de pesquisa TDAC, também podemos citar os diversos projetos que são desenvolvidos, dentro do grupo, com o objetivo de refletir sobre a inserção do computador na sociedade contemporânea e as modificações que o mesmo possibilita, mostrando a necessidade de uma aprendizagem colaborativa, voltada para a construção do conhecimento como algo dinâmico e criativo.

No grupo TDAC, pesquisas são desenvolvidas voltadas a ambientes e comunidades colaborativas de aprendizagem com jogos eletrônicos e softwares educacionais, com o objetivo de estudar as suas potencialidades, desenvolvendo e analisando atividades pedagógicas voltadas para realidade escolar da atualidade, como também acompanhando sua aplicabilidade e sua influência no processo educativo.

O grupo tem como objetivo realizar estudos e pesquisas sobre a formação de professores para o Ensino a Distância na modalidade virtual, como uma maneira de vivenciar as oportunidades, socializando experiências de alunos e professores.

Sendo assim, o grupo TDAC participa de pesquisas sobre juventude e tecnologias digitais. Além disso, tem participado de diversos congressos regionais, nacionais e internacionais e em publicações de livros e periódicos, além da participação na Rede Brasileira de Jogos e Educação, evento como a SBGAMES, Luso-brasileiro para questões curriculares entre outros.

Como projetos de grande caráter educacional do TDAC, podemos citar o Tutor Inteligente e o Filohmetria. Esses dois projetos são baseados nos níveis de aprendizagem propostos por Van Hiele (1986). O projeto Tutor Inteligente foi desenvolvido com um sistema especialista, utilizando técnicas de inteligência artificial, para ensino de geometria, auxiliando o processo de construção do conhecimento do aluno, propondo estratégias de ensino e levando em consideração diferentes perfis de aluno, sendo composto por uma base de conhecimento de geometria que simula um especialista humano trocando informações e interagindo com o usuário. O software é capaz de reconhecer o perfil do aluno, sendo o objetivo orientar o aluno no processo de aprendizado, realizando um trabalho de

² TDAC – Grupo de pesquisa sobre Tecnologia Digital e Aquisição do Conhecimento – UEPB.

acompanhamento de forma constante, fomentando a troca de experiências entre o usuário e o tutor inteligente.

Já o Filohmetria está inserido na utilização de softwares computacionais para o ensino dos conteúdos escolares, tão defendidos por Papert (1994), que mostrou como sua utilização pode estimular o aprendizado e promover o desenvolvimento cognitivo do aluno. Desta forma, este software propõe a utilização de um jogo educacional desenvolvido na linguagem de programação Java para o ensino de conceitos geométricos. Essas pesquisas se preocupam não só com a aplicação das atividades, mas também, com as influências, potencialidades e em especial as possibilidades para estímulo do aluno a partir da utilização destes softwares.

Passamos a descrever a seguir, mais especificamente essa utilização, o objeto de nossa investigação: o ensino do MRU e do MRUV por meio do software *Modellus*.

3 O ENSINO DE FÍSICA E A UTILIZAÇÃO DAS TIC

As dificuldades e os problemas que passam o sistema educacional, na atualidade, são conhecidos por professores, gestores e pesquisadores, principalmente no Ensino de Física no Brasil. Diversos grupos de estudiosos têm refletido sobre as causas e consequências destas dificuldades, que tanto discentes quanto docentes enfrentam no processo de ensino e aprendizagem dessa ciência.

De acordo com Araújo e Abib (2003), as dificuldades e os problemas que afetam o sistema de ensino em geral, e particularmente o Ensino de Física, não são recentes e têm sido diagnosticados há muitos anos, norteando vários grupos de pesquisadores a refletirem sobre essas questões.

Como professora, é possível observar que essas dificuldades que os alunos enfrentam, em compreender os conteúdos e os fenômenos físicos ministrados pelo professores, muitas vezes, não se devem ao fato somente da utilização do ensino expositivo, mas de inúmeros fatores que vão desde a falta de capacitação dos professores, da descontextualização dos conteúdos ensinados à realidade cotidiana dos alunos, até a ausência de utilização de recursos didáticos e de ferramentas que auxiliem o processo de ensino e aprendizagem desta ciência.

De acordo com Santos (2008), a Física é uma ciência experimental, que apresenta conceitos abstratos e apenas o uso do ensino expositivo se torna inadequado. Ou seja, quando os conceitos são apresentados através de uma metodologia unicamente verbal ou textual, costumam apresentar falhas no processo de ensino e aprendizagem.

No Brasil, apesar da pesquisa acadêmica sobre as dificuldades no Ensino de Física estar em expansão, segundo Moreira (2002), ainda existe pouca aplicabilidade desses resultados em sala de aula. Dentro deste contexto, este autor afirma que:

Os resultados das pesquisas em ensino de física, ainda encontram resistências à sua aplicação na prática pedagógica, visto que a prática concreta dos professores na área ainda é marcada por perspectivas tradicionais de ensino e aprendizagem, seja por motivos políticos e econômicos da própria educação, seja por problemas na própria formação do professor de Ciências. (MOREIRA, 2002, p.7)

Trata-se, portanto, da necessidade de um processo de reformulação de valores, conceitos e de subsídios para o processo de educar. Mesmo sabendo que os PCN (BRASIL, 1999, v.2) prevêm a introdução das novas tecnologias no ensino da física, vivemos diante de uma realidade muito distante ainda. Dentro deste contexto podemos citá-los:

Numa perspectiva de trabalho em que se considere o aluno como protagonista da construção de sua aprendizagem, o papel do professor ganha novas dimensões. Uma faceta desse papel é a de organizador da aprendizagem... O professor também é facilitador nesse processo. Não mais aquele que expõe todo o conteúdo aos alunos, mas aquele que fornece as informações necessárias, que o aluno não tem condições de obter sozinho (BRASIL, 1999, p.38).

Sendo assim, observamos que o papel do professor toma novas dimensões, não como um reprodutor de conhecimentos prontos e acabados, pois, agora o seu papel é de intermediar o conteúdo para a construção do conhecimento do aluno, utilizando ferramentas que auxiliem esse processo, de forma a minimizar as dificuldades muitas vezes encontradas pelos aprendizes.

De acordo com Ponte (2002), o ensino é mais do que uma atividade rotineira em que é aplicada uma metodologia pré - determinada. É uma atividade intelectual, política, de gestão de pessoas e de recursos, tornando-se necessário a exploração constante da prática do professor, bem como a sua constante avaliação e reformulação, sendo preciso experimentar novas metodologias que levem os seus alunos a obter os resultados desejados. Sendo assim, torna-se indispensável compreender a maneira de pensar e as dificuldades dos alunos.

Vivemos em uma sociedade guiada pelos avanços tecnológicos, e apenas o uso de um ensino baseado na transmissão de conhecimentos, de forma reprodutora e instrucionista, no qual o aluno é tido como agente passivo e o professor como único agente ativo da situação, não vai obter os efeitos desejáveis para o qual se destina. Dentro deste contexto, Freire (1996) reflete que:

É impossível um estudo sério se o que estuda se põe em face do texto como se estivesse magnetizado pela palavra do autor, à qual emprestasse uma força mágica. Se e se comporta passivamente, “domesticadamente”, procurando apenas memorizar as afirmações do autor. Se e se deixa “invadir” pelo que afirma o autor. Se e se transforma numa “vasilha” que deve ser enchida pelo conteúdo que ele retira do texto, para por dentro de si mesmo. (FREIRE, 1996, p.10)

Freire chama este tipo de educação de “educação bancária”, na qual é feito no aluno um depósito de conhecimentos através do professor, conhecimentos esses tidos como prontos e acabados. Mas como possibilitar a construção do conhecimento, para que o Ensino da Física não seja baseado numa simples reprodução do conhecimento? Este tipo de ensino já não trazia e, agora face às novas tecnologias, é que não traz mais nenhum atrativo aos estudantes.

Dentro deste contexto, Tardif (2000) reflete que:

Esse modelo aplicacionista comporta um certo número de problemas fundamentais... Em uma disciplina, aprender é conhecer. Mas, em uma prática, aprender é fazer e conhecer fazendo. No modelo aplicacionista, o conhecer e o fazer são dissociados e tratados separadamente... Pois se ensina aos alunos dos cursos de formação de professores que, para fazer bem feito, eles devem conhecer bem e em seguida aplicar seu conhecimento ao fazer. (TARDIF, 2000, p. 18).

Sendo assim, o papel do professor como mediador do conhecimento é indispensável, levando o aluno a questionar os valores e resultados encontrados, e observando como ele relaciona os novos conhecimentos, com os já existentes, pois para Ausubel (2000, p.56) “a aprendizagem significativa é um processo no qual uma nova informação é relacionada a um aspecto já existente na estrutura do conhecimento do indivíduo”.

Dentro deste contexto, Pietrocola (2001) argumenta que diante de um mundo repleto de estímulos e desafios que se alternam rapidamente, os conhecimentos tornam-se obsoletos rapidamente. Com isso, podemos certificar que o conhecimento promovido apenas pelas aulas tradicionais de física não promoverão um ensino adequado, por estabelecer poucas relações com o mundo real, pois o cotidiano moderno gera desafios muito diferentes daqueles de cinquenta, quarenta ou até mesmo dez anos atrás.

Para Santos (2008), o uso das tecnologias de informação e comunicação, no espaço escolar faz ressignificar o conceito de conhecimento, pois é através das ferramentas tecnológicas, e a partir de mediações atuantes que as potencialidades se afloram em que as mesmas têm o importante papel de promover novas formas de produção e conhecimento.

Com a evolução da tecnologia, e conseqüentemente dos computadores, a sociedade tem vivido constantemente os impactos desses avanços e o professor tem o importante papel de contribuir para a disseminação das TIC, como instrumento intermediador dessas tecnologias no ensino.

Segundo Moran, Masetto e Behrens (2000, p.3), “o uso das tecnologias de informação e comunicação na educação pode proporcionar processos de comunicação mais participativos, tornando a relação professor-aluno mais aberta, interativa.” Diante destes pressupostos, podemos dizer que a escola não pode ficar alheia a essa realidade, ela precisa criar condições para que seus alunos e professores convivam com as tecnologias existentes, para que eles possam atuar como cidadãos participantes dentro e fora do contexto educacional.

Ainda dentro deste contexto, Moita (2007), afirma:

As sociedades contemporâneas têm grandes desafios a enfrentar pelo fato do conhecimento ter se tornado o centro dos processos de transformação social, conseqüentemente, a educação assume, neste contexto, um importante papel

para além da reprodução e promoção social. Aliada as tecnologias a educação tenta enfrentar estes desafios quando utiliza alternativas importantes para o processo de reflexão e (re) leituras das diferentes formas de conhecimento que são disseminados pelas novas tecnologias da informação (TIC) como são chamadas (MOITA, 2007, p. 86).

Dentro da mesma linha de pensamento, Teodoro e Veit (2002) defendem a utilização das novas tecnologias de informação e comunicação no ensino, em específico a internet e o software educacional. Segundo eles, este último tem sido alvo de grande interesse, tanto para o ensino presencial quanto para o ensino a distância.

No entanto, “a educação para o século XXI não deve se restringir apenas a uma mera transmissão de conhecimentos, mas valorizar as habilidades de aprender a aprender, alargando os horizontes, e o desenvolvimento dos professores” (HOPKINS, 2003 apud MOITA, 2007).

Sendo assim, na busca de modificar essa realidade, faz-se necessário a utilização, por parte do professor, de novas interfaces que possam colaborar na resolução desta limitação, pois de acordo com Moita, Silva e Sousa (2007), interface é um termo que, na informática e na cibercultura, ganha sentido de dispositivo para encontro de duas faces em atitude comunicacional, dialógica ou polifônica.

3.1 O software educativo no Ensino de Física e os critérios de avaliação

De acordo com Tajra (2004), um software educativo pode ser um programa desenvolvido especificamente para finalidades educativas, atendendo a uma necessidade específica disciplinar, ou ainda, outro tipo de programa, mesmo que sua finalidade original não tenha sido educativa, mas podendo ser utilizada para esse fim, como os Editores de Textos, Planilhas eletrônicas, dentre outros.

Para a utilização do software no ensino, ou de qualquer outra ferramenta no contexto educacional, enfocamos a importância da mediação do professor, como também da análise do software dentro do contexto educacional e do objetivo para o qual se destina, pois, para Franco (1998, p. 13): “muitos softwares educativos são introduzidos em sala de aula, sem a devida contextualização com a realidade dos alunos e os conteúdos de sala de aula o que origina desmotivação e leva até muitas vezes ao descrédito”.

Com isso, é necessária uma reflexão sobre estas questões que subjazem à prática educativa, para não correremos o risco de transformar as TIC em instrumentos que mascarem a renovação pedagógica em sua essência. Dentro deste contexto, Vigotsky (1989) argumenta que um mesmo material computacional pode ser usado dentro de uma proposta construtiva,

compondo um ambiente criativo de aprendizagem, ou ser utilizado como um recurso a mais, numa abordagem tradicional. Ainda dentro desta perspectiva, Valente (1991) afirma que:

A informática por si só, como solução para a educação, seria uma posição reducionista e equivocada, pois o computador como uma ferramenta oferece apoio de grande valor pedagógico, mas os educadores devem abandonar a idéia de ensino como transmissão de informações para adotar a idéia de criação de situações de aprendizagem (VALENTE, 1991, p.3).

Dessa forma, para haver um ensino mais significativo, e que envolva todos os alunos nas aulas, é necessário que haja aulas participativas, interativas, envolventes, em que os alunos se tornem agentes da construção de seu próprio conhecimento.

Atualmente existem infinidades de softwares educativos na área de Física, e que podem contribuir significativamente para uma aprendizagem mais dinâmica, interativa e prazerosa, dando assim um novo olhar aos discentes sobre o ambiente escolar, os quais poderão vivenciar na sala de aula um pouco da realidade da sociedade atual. No caso de ensino de Ciências e Física, trazemos a importância da utilização dos softwares de simulação e/ou de modelagem, a exemplo do *PET*, *o educandus*, *o Modellus*, dentre outros.

Dentro deste contexto, (TEODORO e VEIT, 2002) destacam a importância da utilização de softwares de simulação e modelagem computacional:

Uma das mais importantes características dos programas de modelagem é a possibilidade de construir múltiplas representações de uma mesma situação. De certo modo, compreender um modelo e o respectivo fenômeno é ser capaz de construir múltiplas representações e navegar entre uma e outra. Sob este ponto de vista softwares de modelagem são ferramentas de maior valia no ensino/aprendizagem das ciências da natureza e matemática do século XXI, pois a compreensão do saber científico passa pelo exercício de modelagem e esses softwares costumam ser tais que facilitam estudos exploratórios individuais, assim como podem servir como elementos motivadores para o trabalho coletivo. (TEODORO e VEIT, 2002, p. 123).

Mas é oportuno destacarmos que antes de se introduzir um software educativo, faz-se necessária uma avaliação minuciosa do mesmo, abordando critérios pedagógicos e técnicos do software em questão. Sabe-se que a simples presença do computador em sala de aula não garante melhorias no ensino, pois a sua inserção depende de vários fatores, entre os quais a qualidade do software utilizado. Sobre esta questão, Bork (1984), destaca que:

A ausência de filtros que possam assegurar um maior controle de qualidade do software didático e, ao mesmo tempo, em que possam orientar os professores na escolha de um software a ser utilizado com objetivo didático-

pedagógico, favorece a proliferação no mercado de softwares cujo potencial educativo suscita uma grande interrogação. (BORK, 1984, p. 7).

Sendo assim, faz-se necessário não apenas utilizar o software, mas analisá-lo previamente e observar se o mesmo atenderá aos objetivos dispostos para a sua finalidade educacional. Entretanto, o que garante se um software é de boa ou péssima qualidade? Quais os parâmetros que determinam a qualidade de um software didático? O que torna um software adequado ou não a determinadas situações de ensino-aprendizagem?

Para Bork (1984), é necessário criar modelos de avaliação de software didático que levem em consideração suas principais aplicações em sala de aula. Com isso, pode-se dizer que para se analisar um software didático é preciso observar critérios de avaliação pedagógicos e técnicos, bem como a estratégia utilizada, a motivação, o controle por parte do usuário e a mídia utilizada.

Dentro desses pressupostos, ressaltamos a importância do software educativo na área de Física, levando em conta vários critérios relevantes para a avaliação e desenvolvimento dos softwares nesta área, observando-se a qualidade do mesmo. Sabe-se que os recursos tecnológicos podem contribuir para o aperfeiçoamento da qualidade no ensino das ciências, desde que se desenvolva o pensamento, a capacidade de criatividade e a interação dos alunos.

Quando se fala de qualidade de software para Física, não se pode esquecer os fatores inerentes ao contexto educativo, como aspectos culturais, éticos, filosóficos e psicopedagógicos, que influenciam na avaliação. Tunõn (2000) ressalta que, na área de Física, os alunos podem visualizar mudanças no comportamento físico de um corpo simplesmente alterando seus parâmetros.

Desta maneira, poderiam predizer, sem calcular, o que aconteceria com o corpo em um determinado exemplo físico. A intenção não seria abandonar o cálculo da solução de problemas físicos, porém permitir ao aluno predizer possíveis resultados.

Para se avaliar um software em Física, é necessário levar em conta esses critérios, o que exige uma seleção minuciosa dos mesmos. Dentro deste contexto, o autor afirma:

A qualidade é uma condição essencial de qualquer software, sendo uma preocupação básica de engenharia de software, identificar os requisitos de qualidade e estabelecer os mecanismos para controlar o processo de desenvolvimento dos softwares, de forma que garanta a qualidade do produto. (SHALL, 1988, apud, TUNÕN, 2000 p. 6).

Ao avaliar um software educativo, também se deve levar em conta: o seu custo financeiro, a sua confiabilidade, se possui linguagem clara e se é metodologicamente correto. Sabe-se que nenhum software é completamente perfeito, mas espera-se que ele atenda as exigências mínimas que um software educativo deve ter como já foi citado.

Tunõn (2000) menciona que na avaliação de um software em Física, deve-se levar em consideração a capacidade de utilização do software e sua relação com o aprendizado. Para ele, outro problema é a falta de capacitação dos professores em entender de forma clara a utilização de um software. Na maioria das vezes, os mesmos não têm a oportunidade de experimentá-los antes, como gostariam.

Para analisar um software educacional, é necessário estabelecer parâmetros mínimos de avaliação, que são características pedagógicas e aquelas relacionadas ao aspecto técnico da questão. Destacaremos a seguir alguns dos critérios pedagógicos, segundo os critérios de Tunõn³ (2000), e que utilizamos para a avaliação do *Modellus*:

- O software deve ser de livre acesso, permitindo o processo ativo de produção e criatividade nos exemplos de situações físicas;
- Deve facilitar a concepção e conceitualização dos fenômenos físicos tratados contribuindo na construção do conhecimento de maneira interativa;
- Deve incentivar a curiosidade, atenção e a busca da independência de informações;
- Apresentar recursos estéticos para garantir que o estudo da física seja uma atividade divertida e criativa;
- Proporcionar um retrospecto imediato que auxilie na compreensão do erro;
- Ser adequado e pertinente em relação ao contexto educacional;
- Promover o interesse do aluno e gerar uma maior motivação em sala de aula.

Além dos critérios pedagógicos, devemos analisar também critérios técnicos que são importantes para o acesso e execução do software por parte dos alunos e professores, tais como:

- Acesso fácil ao fabricante com possibilidade de atualização;
- Permitir a utilização de multimídia;
- Ter acesso direto na internet;

³ TUÑÓN, A. **Critérios de evaluación de software educativo em el área de física**. 2000. Disponível em < <http://www.Ufp.ac.pa/articulos/geocities>>. Acesso em 29/05/09.

- Apresentar ajuda online;
- Possibilitar o seu uso em diversos sistemas.

A análise do software, segundo esses critérios de avaliação, serão comentadas na análise dos dados, no Capítulo 5, através da ficha de avaliação que consta no Anexo A.

A seguir, trataremos do software *Modellus* e de algumas pesquisas a ele correlatas.

3.2 O software *Modellus* e pesquisas correlatas

Durante nossos estudos, fizemos uma leitura sobre algumas pesquisas que utilizaram o software *Modellus* e sobre o ensino da Física, presentes em artigos de anais de congresso da Revista Brasileira de Ensino de Física; e de dissertações disponíveis na web. Utilizamos também como referencial Teodoro (2002), autor do software *Modellus* e alguns artigos dele sobre o uso do software.

Sobre o conteúdo de mecânica, encontramos a dissertação de Mendes (2009), apresentada ao programa de Pós - Graduação em Ensino de Ciências, do mestrado profissional em ensino de ciências da UnB (Universidade de Brasília), sob o título: *O uso do software Modellus na integração entre conceitos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica sob a perspectiva da aprendizagem significativa.*

A referida pesquisa trabalhou a integração entre teoria, atividades experimentais e atividades de simulação e modelagem com o *Modellus*. Os resultados da pesquisa indicaram que determinadas dificuldades de mecânica são bem resolvidas com atividades experimentais, enquanto outros problemas são mais bem resolvidos com atividades de simulação computacional, mas que, em geral, a união das atividades experimentais com as atividades do *Modellus* surte um maior resultado no processo educativo, aumentando a curiosidade e a motivação dos alunos. Durante a intervenção, o pesquisador utilizou questionários avaliativos depois das atividades experimentais e de simulação, para o levantamento de opiniões.

Ainda sobre a mecânica, encontramos também a dissertação de Araújo (2002) apresentada ao programa de Pós - Graduação em Física da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), sob o título: *Um estudo sobre o desempenho dos alunos de Física, usuários da ferramenta computacional Modellus, na interpretação dos gráficos da cinemática.* O trabalho foi desenvolvido com estudantes do 1º ano do curso de física da UFRGS, divididos em grupo experimental (alunos que utilizaram as atividades com o *Modellus*) e o grupo de controle (alunos submetidos apenas ao ensino expositivo). O

referencial teórico adotado baseava-se na teoria de Halloun sobre modelagem matemática e a teoria de Ausubel sobre aprendizagem significativa.

Os resultados da pesquisa mostraram melhorias no desempenho dos alunos que utilizaram o software em relação aos que não utilizaram, aumentando a percepção desses alunos em relação aos conceitos físicos e as relações matemáticas com esses conceitos, como também uma grande receptividade ao software.

Uma outra dissertação encontrada foi a de Oliveira (2009) apresentada ao Programa de Pós - Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da USP (Universidade de São Paulo) sob o título: *O software Modellus e sua possibilidade para desafiar as concepções de senso comum em óptica*. No trabalho, foram mostrados os conflitos cognitivos com relação às concepções prévias dos estudantes sobre formação de imagens com espelhos côncavos e situações de aprendizagem com as simulações construídas no *Modellus*.

Durante esta pesquisa, observou-se que o software pode ser uma ferramenta computacional pedagógica capaz de mediar o ensino e aprendizagem da Física, promovendo a interatividade do aluno como forma de construção de uma aprendizagem significativa, desde que a simulação ou a modelagem feita no programa seja direcionada para atingir as concepções dos estudantes e acompanhadas pelo professor, orientando a interpretação e a construção do conhecimento do aluno.

Já a dissertação de Rodrigues (2005), com o título: *Animação interativa e construção de conceitos da Física: trilhando novas veredas pedagógicas*, apresentada ao Programa de Pós - Graduação em Educação do Centro Federal de Educação da Paraíba associou a aprendizagem significativa de Ausubel ao uso do computador como ferramenta cognitiva de modelação, na construção dos conceitos da Física, por aprendizes em um ambiente escolar do ensino tecnológico. O estudo mostrou que a utilização do software *Modellus* propiciou condições efetivas de mudança e aplicabilidade, para a melhoria do ensino-aprendizagem de Física, tanto no plano empírico quanto no teórico.

Pesquisamos também a dissertação de Sousa (2010), apresentada ao Programa de Pós - Graduação em Educação em Ciências e Matemática da UFPA (Universidade Federal do Pará), sob o título: *Modelagem matemática no ensino de Física: Registros de representação semiótica*. Nesta pesquisa, foram utilizados registros de representação em ambiente gerado pela modelagem matemática, para o favorecimento da conceitualização no ensino de física. Sousa (2010) também apresenta uma pesquisa bibliográfica sobre a temática da modelagem matemática no ensino de Física. A pesquisa mostrou que a utilização de registros de representação no ambiente *Modellus* pode favorecer a conceitualização em Física.

Outra dissertação encontrada foi a de Dornelles (2005), apresentada ao programa de Pós - Graduação em Física da UFRGS, sob o título: *Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos físicos, envolvidos em conceitos físicos de circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional Modellus*. Nesta dissertação, os alunos foram expostos a atividades desenvolvidas com o software e posteriormente comparados com alunos expostos apenas ao ensino expositivo. O estudo foi com alunos do curso de Engenharia, na disciplina de Física II da UFRGS. Através dessa pesquisa foi observado que os alunos que trabalharam utilizando atividades desenvolvidas com o software mostraram melhorias estatisticamente significativas no desempenho dos alunos do grupo experimental, comparados aos alunos que utilizaram apenas o ensino expositivo.

Também foram encontrados na literatura artigos de pesquisas desenvolvidas com o software *Modellus*, como podemos citar: Bastos e Paixão (2007): *O uso do software Modellus como motivador e facilitador de aprendizagem em Física*; Santos, Alves e Moret (2006): *Animações Interativas Mediando a Aprendizagem Significativa dos conceitos de Física no Ensino Médio*; Araújo e Veit (2003): *Modelagem computacional no ensino de Física com o software Modellus*; Araújo e Abib (2003): *Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades*; Araújo, Veit e Moreira (2004): *Atividades de modelagem computacional no auxílio a interpretação de gráficos da cinemática*; Dorneles, Araújo e Veit (2006): *Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa dos conceitos básicos de eletricidade: parte I – circuitos elétricos simples*.

Ainda sobre o software *Modellus* encontramos também, os artigos de Burak e Barbieri (1994): *Modelagem Matemática e suas implicações para uma Aprendizagem Significativa*. Teodoro (1997): *Modelação computacional em ciências e matemática*; Teodoro (2003): *Modelação no ensino da Física: seis idéias básicas*; Aliprandini, Schumacher e Santos (2009): *O Processo de Ensino e Aprendizagem de Física apoiada em software de modelagem*; Tomkelski e Richit (2002): *Investigando conceitos matemáticos por meio de situações físicas com o software Modellus*; Napolitano e Lariucci (2001): *Alternativa para o ensino da cinemática*.

Encontramos também, a tese de Teodoro (2002), apresentada a Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa sob o título: *Modellus: a aprendizagem de Física com modelagem matemática*, onde também utilizou os conteúdos de mecânica. Nesta pesquisa, dois grupos de alunos, um do ensino secundário e outro grupo do 1º ano do ensino superior, utilizaram atividades exploratórias com o software, como também professores destes grupos responderam a um questionário estruturado sobre a importância da modelação na

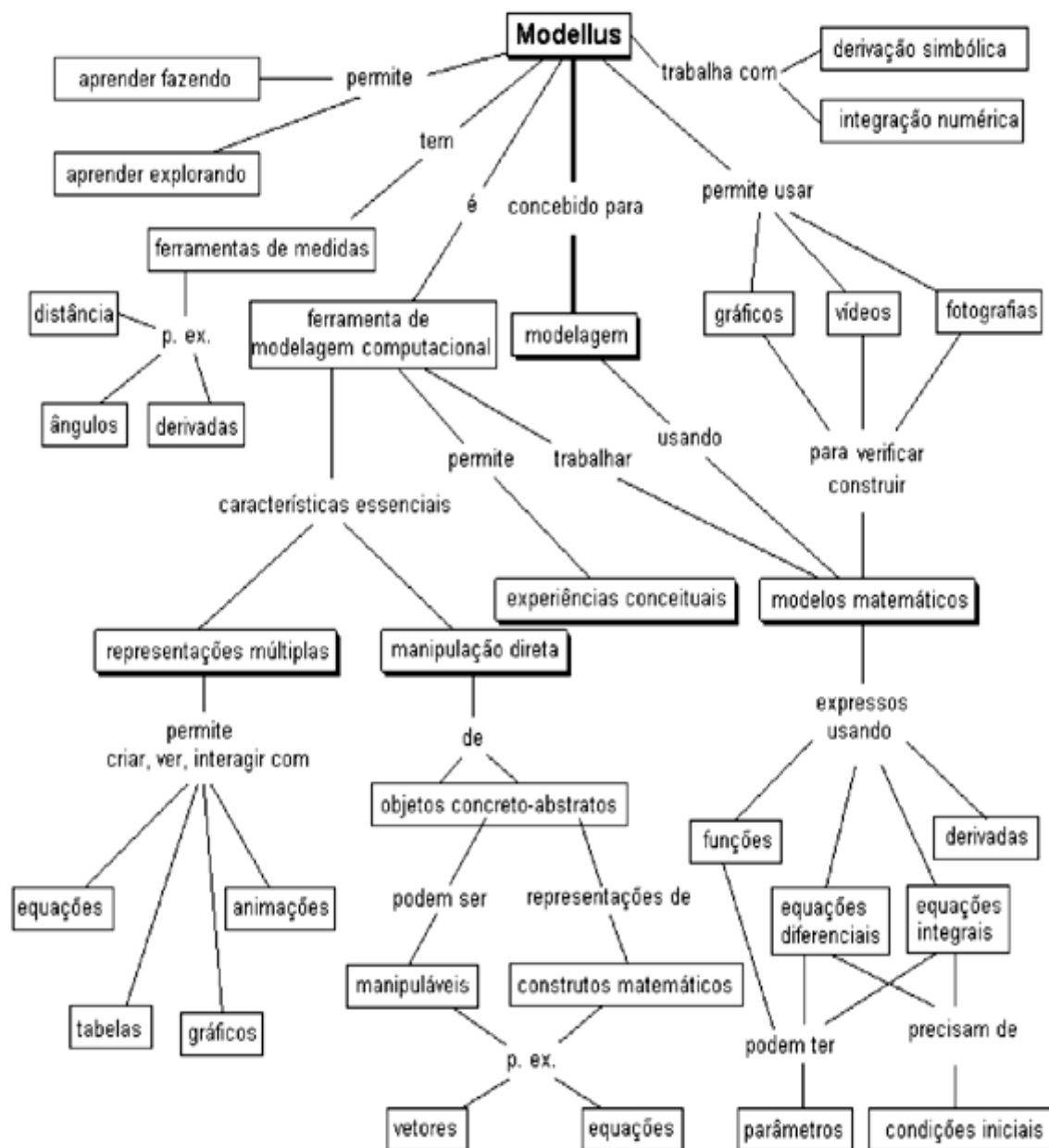
aprendizagem da Física e da Matemática, propondo uma nova perspectiva na aprendizagem dos conteúdos de física com a utilização do computador como ferramenta de modelação, através do software *Modellus*.

Os resultados da pesquisa mostraram que tanto alunos quanto professores que utilizaram a ferramenta não encontraram muitas dificuldades. A utilização possibilitou, segundo Teodoro (2002, p.198):

- fundamentação concreta com objetos formais,
- reorganização das idéias matemáticas,
- experimentação com objetos abstratos,
- integração entre Física e matemática,
- visualização da aprendizagem entre Física e Matemática.

Para Teodoro (2002), um dos criadores do software *Modellus*, as atividades com o software evidenciam a unidade da física com a matemática, algo que nas abordagens tradicionais de ensino não se consegue com facilidade, pois com o *Modellus*, os modelos matemáticos são tratados como objetos concreto - abstratos: concretos no sentido que podem ser manipulados de forma direta com o computador e abstratos no sentido em que são representações de relações entre as variáveis trabalhadas, no modelo em questão, como nos mostra a Figura 1.

Figura 1 – Mapa conceitual do software *Modellus* (TEODORO e VEIT, 2002).



Fonte: Disponível em: www.scielo.br/img/fbpe/rbef/v24n2/a03fig02.gif, acesso em 21/07/2010.

De acordo com o mapa conceitual do software (Figura 1), podemos observar que o *Modellus* é um software que utiliza a simulação computacional para a demonstração dos conceitos e fenômenos físicos, bem como valoriza o uso da modelagem matemática computacional, porque trabalha a construção e exploração de modelos matemáticos para a demonstração de conceitos e fenômenos físicos.

Com isso, podemos citar a importância do software, para trabalharmos com as funções horárias dos movimentos do MRU e do MRUV, e de utilizá-lo como ferramenta computacional para modelação e experimentação.

O software possui uma interface gráfica simples, permitindo aos alunos e professores realizarem experiências com modelos matemáticos, controlando variáveis como tempo, velocidade e distância. Além disso, é possível analisar a variação das funções horárias dos movimentos em estudo e sua representação gráfica, utilizando os exercícios já propostos, com a possibilidade de modificá-los, ou ainda, criarem o seu próprio exercício.

Os diferentes passos de construção e execução do modelo matemático através do *Modellus* pode ser realizada de forma simples. As figuras abaixo mostram a tela de abertura do software, bem como o ambiente de execução.

Figura 2 – Tela de abertura do software Modellus 4.0

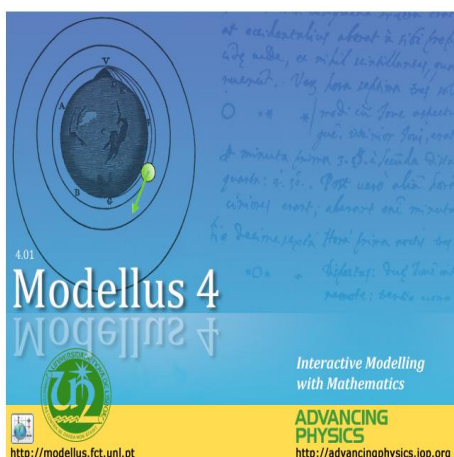
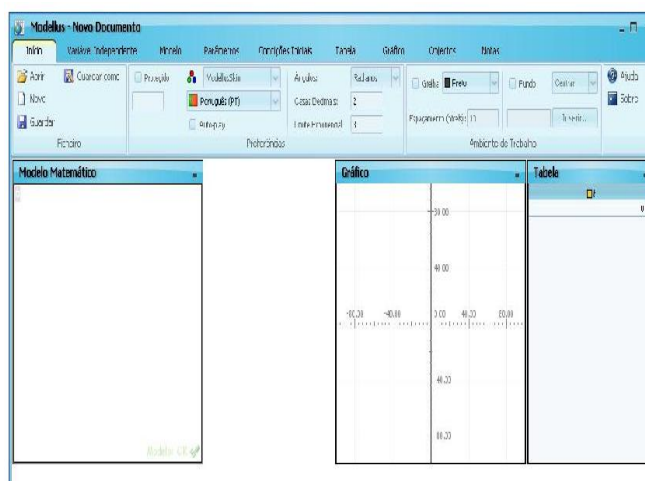


Figura 3 – Tela do ambiente do software Modellus 4.0



Ao observarmos as Figuras 1, 2 e 3, podemos ver que, segundo Teodoro (2002), o software *Modellus* possibilita um trabalho rico, interativo e de diversas possibilidades, sobre dois pontos de vista:

- Do ponto de vista computacional, o programa pode ser visto como um “micromundo” no computador para uso tanto dos estudantes quanto dos professores, não sendo baseado numa metáfora de programação. Na janela do modelo, o usuário pode escrever modelos matemáticos, quase sempre da mesma forma manuscrita do dia a dia, dispensando o aprendizado de uma nova linguagem para a elaboração de modelos.
- Do ponto de vista educacional, incorpora tanto os modos expressivos quanto os modos exploratórios das atividades de aprendizagem, através de uma atividade de aprendizagem expressiva, os estudantes podem construir seus próprios modelos matemáticos e criar diversas formas de representá-los, ou em um modo

exploratório, eles podem usar modelos e representações feitos por outros, analisando como grandezas diferentes se relacionam entre si e visualizando a simulação de um evento físico.

Ao observar esses critérios, de acordo com nossa pesquisa e outras pesquisas correlatas, observamos que o *Modellus* pode possibilitar um trabalho experimental voltado para a modelagem matemática e simulação, sem que necessariamente o utilizador tenha uma experiência computacional vasta.

A seguir, enfocaremos o conteúdo escolhido para a utilização do software *Modellus* no ensino da Física, que foi o MRU e o MRUV.

3.3 O Ensino de Física do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e do Movimento Retilíneo Uniforme Variado (MRUV)

Como já foi dito, a experiência como aluna e professora, sempre nos levou a questionar sobre algumas dificuldades no aprender e ensinar da Física e como poderíamos melhorar nosso desempenho, como aluno e como professora, ultrapassando as dificuldades, já que, principalmente no ensino superior, é comum acontecer grande evasão nos cursos que têm em suas estruturas curriculares essa disciplina. Muitas vezes, os alunos mencionam como causas das dificuldades em Física, a falta do domínio matemático, consequência de uma lacuna que é deixada durante o ensino fundamental e médio.

De acordo com os PCN (BRASIL, 2009, v.2), uma série de competências humanas relacionadas a conhecimentos matemáticos e científico-tecnológicos devem ser desenvolvidas, para que haja uma visão do ensino médio de caráter amplo, de forma que os aspectos e conteúdos tecnológicos associados ao aprendizado científico e matemático sejam parte essencial da formação cidadã de sentido universal e não somente de sentido profissionalizante.

No entanto, o que temos visto é um ensino de Física concentrado na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas (MOREIRA, 2002).

Diversos autores falam sobre estas questões e são unânimes em refletir sobre as dificuldades no ensino dessa ciência, bem como sobre as dificuldades relacionadas aos conteúdos da cinemática, conteúdos estes que constam na parte introdutória da Física e que necessitam de uma base matemática elementar, a qual deve ser obtida no ensino fundamental.

Outra dificuldade está relacionada ao fato de que, no ensino fundamental, principalmente no 9º ano, deve haver uma introdução ao ensino da Física, dentro do ensino de ciências, para que o aluno ao chegar ao ensino médio já tenha a noção dos conteúdos de que trata esta ciência. Mas o que temos visto, muitas vezes, é a ausência desta “introdução”, deixando o aluno desorientado, ficando para o ensino médio, o que poderia ser começado no ensino fundamental.

Ainda dentro deste contexto, Fireman e Santos (2008) afirma que:

Especificamente no que se diz respeito aos conceitos específicos da cinemática como velocidade, tempo e espaço decorridos e também relacionados ao conteúdo de funções, os alunos apresentam grandes dificuldades na compreensão destes conceitos, e é de fundamental importância a utilização de uma linguagem integracionista em que dê corpo ao conhecimento físico (FIREMAN e SANTOS, 2008, p. 1)

Tavares (2005) comunga da mesma idéia, quando diz que por maior que seja a capacidade de explanação do professor, ele encontrará dificuldades em expor um fenômeno físico que é algo dinâmico, usando apenas ferramentas estáticas. Diante destes pressupostos, podemos afirmar que apenas um ensino baseado na instrução em que o professor é tido como o detentor do conhecimento e o aluno como agente passivo não promoverá um ensino significativo e eficaz.

Quando falamos em MRU e MRUV, é comum os alunos apresentarem dificuldades na compreensão dos conceitos físicos relacionados a esses conteúdos, e confundirem as grandezas físicas com suas respectivas unidades, bem como não conseguirem descrever de forma clara as funções horárias que regem esses movimentos.

Segundo Sena e Bastos (2005), no movimento de um corpo, existem diversos aspectos envolvidos, sendo difícil para o aluno decidir quais são os mais relevantes para a sua definição, ou seja, passar da situação real para a situação abstrata que é considerada durante a análise do movimento constitui uma etapa fundamental para a resolução de problemas que é feita pela construção de modelos. Esse processo de modelagem deve acentuar os aspectos envolvidos na situação estudada, permitindo que o aluno gere uma reflexão sobre suas concepções e uma confrontação entre suas idéias e os conceitos científicos, construindo uma aprendizagem mais significativa e envolvente.

A Mecânica é a parte da física que estuda os movimentos, se dividindo em Cinemática e Dinâmica. A Cinemática estuda o movimento sem referência às causas que o produzem e é nela que definimos grandezas usadas na Mecânica, tais como velocidade e aceleração e, em

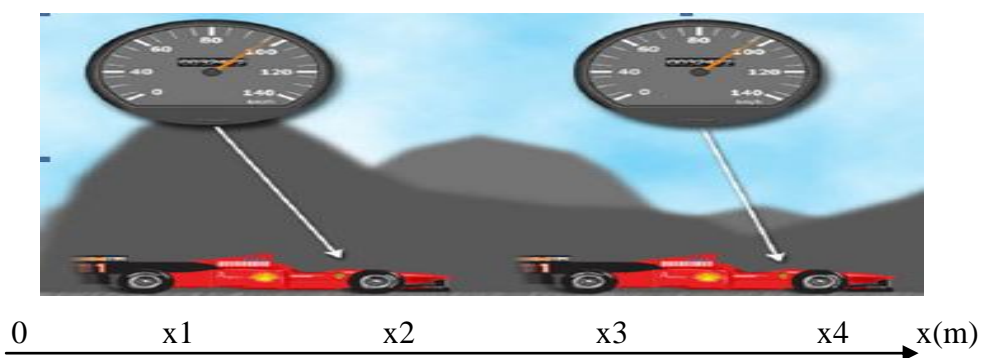
seguida, a partir dessas definições, estabelecemos relações entre essas grandezas, definindo suas funções horárias.

Já a Dinâmica, engloba as leis do movimento, permitindo-nos prever o movimento de um objeto com base nas informações sobre o mesmo e seu ambiente, ou seja, levando em consideração as causas que o produzem. Além das grandezas cinemáticas como posição, velocidade e aceleração, a Dinâmica aborda conceitos como força e massa.

Ainda sobre a Cinemática, Resnick e Halliday (2002) comentam que é comum na Cinemática, considerarmos os objetos como uma partícula, que é um ente ideal, com tamanho, massa e estrutura considerados desprezíveis.

Para descrevermos o movimento é necessário, em primeiro lugar, a escolha de um referencial, que no caso unidimensional, é simplesmente uma reta orientada, em que se escolhe a origem (0), na qual a posição de uma partícula em movimento em cada instante (t) é descrita pela abscissa correspondente $x(t)$, como nos mostra a Figura 4.

Figura 4- Movimento Unidimensional com velocidade constante (M.R.U.)



Fonte: Disponível no site: www.fisicainterativa.com.br, acesso em 21/07/2010.

De acordo com a Figura 4, sobre o estudo do movimento, Nussenzveig (2002) cita que:

A análise do movimento é um problema fundamental na física e a forma mais simples de abordá-lo é considerar primeiro os conceitos que intervêm na descrição do movimento (cinemática), sem considerar ainda o problema de como determinar o movimento que se produz numa dada situação física (dinâmica), e para simplificar essa análise, o estudo unidimensional do movimento facilita o seu aprendizado como, por exemplo, o movimento de um automóvel em linha reta ao longo de uma estrada. (NUSSENZVEIG, 2002, p. 23).

Ao observarmos a Figura 4, para calcularmos a velocidade média, faremos a razão segundo a qual sua posição (x) varia com o tempo (t), em um dado referencial, dada por:

$$V_m = \Delta x / \Delta t \quad (1)$$

Onde Δx = variação da posição e Δt = variação do tempo.

Sobre a velocidade instantânea, podemos dizer que é a medida da velocidade em um instante específico, e a velocidade média é a razão do deslocamento (Δx) pelo intervalo de tempo (Δt).

Se encontrarmos que as velocidades médias entre dois ou mais pontos qualquer de toda a trajetória têm os mesmos valores, podemos concluir que esta partícula está se deslocando com uma velocidade constante e em linha reta, poderemos dizer que este movimento é retilíneo uniforme (MRU).

Ainda sobre a Figura 4, podemos dizer que este movimento é caracterizado pelo fato de que percursos iguais ($\Delta x = x_4 - x_3 = x_2 - x_1$) são percorridos em intervalos de tempos também iguais ($\Delta t = t_4 - t_3 = t_2 - t_1$) desenvolvendo a mesma velocidade. Sendo assim, o movimento é um exemplo de MRU, cujo gráfico é uma reta e pode ser obtido através da função horária deste movimento por:

$$x(t) = x_0 + v \cdot t \text{ - Função horária do MRU (2)}$$

No Gráfico 1 (X x t) o mesmo é uma reta, sendo o movimento caracterizado por uma velocidade constante, ou seja, não há variação da mesma. No gráfico 2 (v x t), como o movimento é uniforme e a velocidade é constante, a reta será horizontal e paralela ao eixo dos tempos.

Gráfico 1 – Gráfico do MRU (X x t)

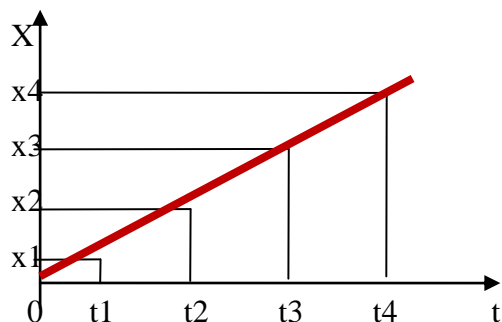
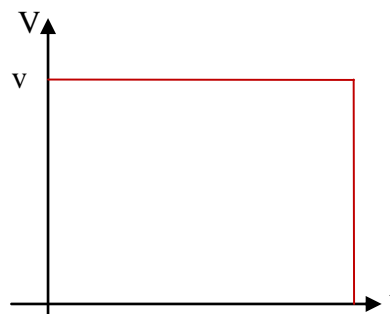


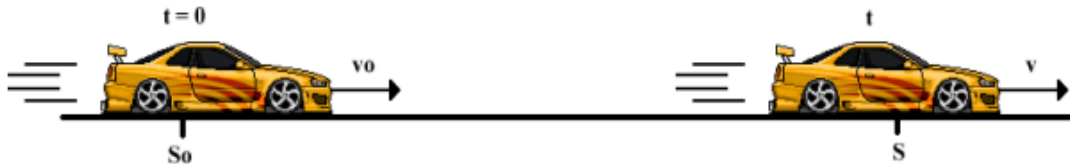
Gráfico 2 - Gráfico do MRU (v x t)



Já na Figura 5, observamos o movimento de um carro que, partindo do repouso, adquire uma velocidade que varia de acordo com o tempo. De acordo com Resnick e Halliday

(2002), quando se observa o movimento de uma partícula, no nosso caso o carro, observa-se que muitas vezes a velocidade varia; diz-se então que o mesmo possui aceleração.

Figura 5 – Movimento Unidimensional com velocidade variável (MRUV)



Disponível no site: <<http://www.coladaweb.com/fisica/mecanica/movimento-retilineo-uniforme-mru>>
Acesso em 21/07/2010.

A aceleração de uma partícula é a razão segundo a qual sua velocidade varia com o tempo. A velocidade que o carro possui no instante inicial é denominada de (v_0) e a velocidade atingida no outro ponto da reta é denominada de (v). Sendo assim, por definição a aceleração é:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (3)$$

Ou em termos da velocidade v_0 no instante inicial $t_0 = 0$, e da velocidade atingida no outro ponto da reta (v) no instante (t), tem-se:

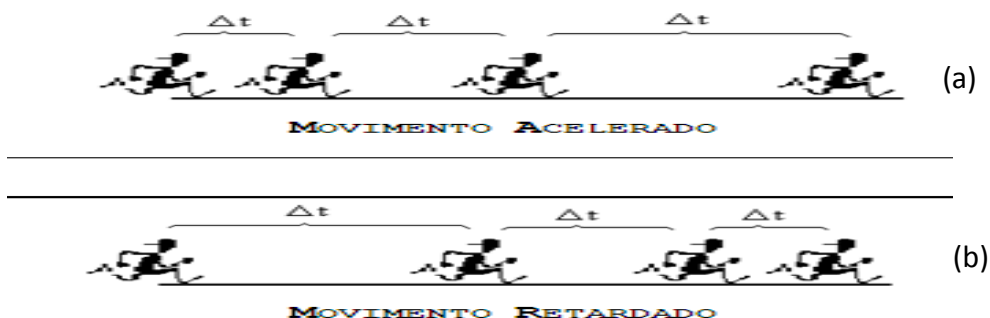
$$a = \frac{v - v_0}{t - 0} \quad (4)$$

Sendo assim, obtemos a função horária da velocidade do MRUV, dada por:

$$\boxed{v = v_0 + a.t} \quad (5)$$

O MRUV pode ser acelerado ou retardado, como nos mostra a Figura 6. Nestes dois tipos de movimentos, podemos observar como se comporta a velocidade dos corpos: no acelerado, a velocidade aumenta com o decurso do tempo (Figura 6 a), e já no retardado, a velocidade diminui no decurso do tempo (Figura 6 b):

Figura 6 – Tipos do (M.R.U.V.)



Disponível no site: <<http://www.coladaweb.com/fisica/mecanica/movimento-retilineo-uniforme-mru>>
Acesso em 21/07/2010.

Ao observarmos os Gráficos 3 e 4 ($v \times t$) e ($a \times t$); de acordo com Resnick e Halliday (2002), se o quociente da variação da velocidade pelo correspondente intervalo de tempo ($\Delta v/\Delta t$) permanecer constante para qualquer intervalo de tempo em que se calcular a aceleração, teremos um movimento com aceleração constante, significando que a variação da velocidade com o tempo é uniforme. Mas, se essa velocidade não variar, ou seja, ela permanecer constante, o Δv será nulo e para qualquer intervalo de tempo a aceleração será zero, que é o caso do MRU.

Gráfico 3 - MRUV- ($v \times t$), para $a > 0$ e $a < 0$.

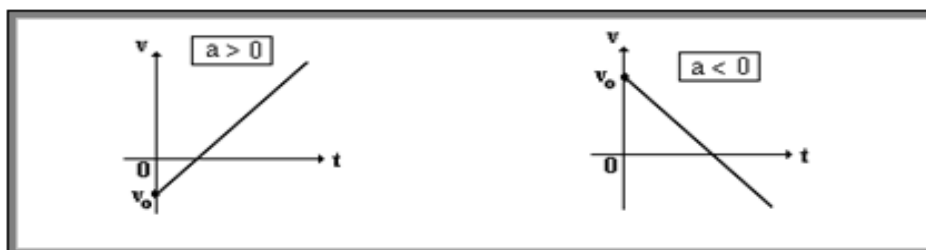
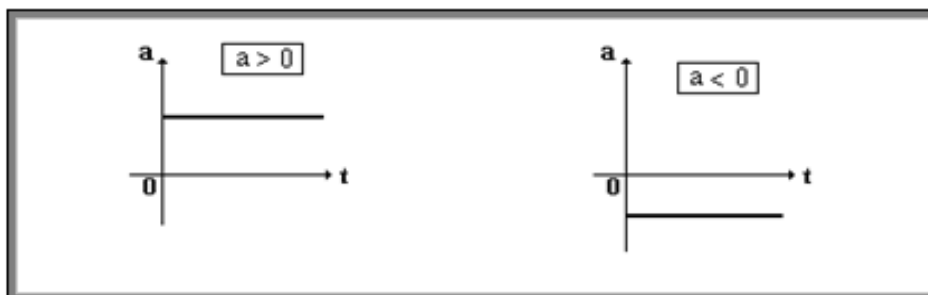
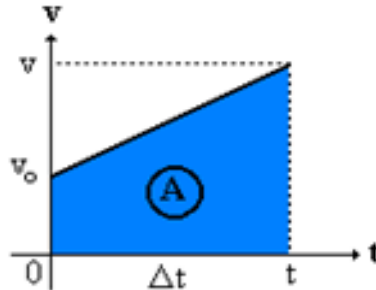


Gráfico 4 - MRUV - ($a \times t$), para $a > 0$ e $a < 0$.



Quando a velocidade varia uniformemente com o tempo, seu valor médio em qualquer intervalo de tempo é igual à média dos valores de (v) no início e no fim do intervalo, assim a velocidade média entre $t = 0$ e $t = t$ (qualquer), conforme podemos observar no Gráfico 5:

Gráfico 5 - (v x t), para o MRUV



Observando a área (A) do trapézio do Gráfico 5, podemos escrever:

$$A = \frac{B + b}{2} h = \frac{v + v_0}{2} t \quad (6)$$

Combinando a equação 5 com a equação 6, temos que:

$$A = \frac{v_0 + at + v_0}{2} \cdot t = \frac{2v_0 t}{2} + \frac{a \cdot t^2}{2} \quad (7)$$

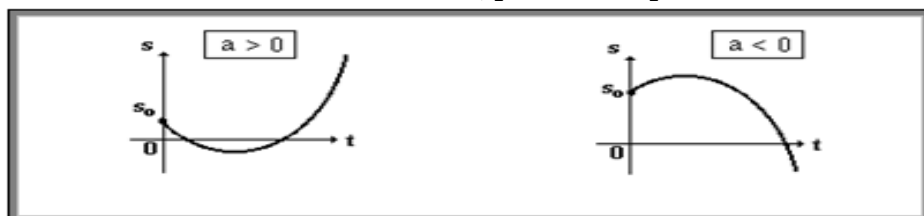
Onde B = base maior e b = base menor, h = altura.

Assim, podemos escrever a função horária dos espaços para o MRUV, como:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{a \cdot t^2}{2} \quad (8)$$

A partir da função da equação 8, obtemos o Gráfico de (S x t) para o MRUV.

Gráfico 6 – MRUV (S x t, para $a > 0$ e para $a < 0$)



Até agora, determinamos no MRUV, equações que relacionavam grandezas físicas com o tempo decorrido, mas existe a equação de Torricelli que permite relacionarmos a velocidade e o espaço, independente do tempo. Essa equação é fundamental para a resolução de problemas que não envolvam essa grandeza. Para a obtenção desta equação, é necessário combinarmos as equações 5 e 8, onde podemos escrever:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot v_0 \cdot a \cdot t + a^2 \cdot t^2$$

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

$$\boxed{v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s} \quad (9)$$

Daí, temos em (9), a equação denominada equação de Torricelli.

Em relação às unidades adotadas para a descrição das grandezas físicas, tanto no MRU quanto no MRUV, existe o Sistema Internacional das unidades (S.I), em que a medida do espaço é dada em metros (m), e o tempo em segundos (s). Sendo assim, a velocidade em m/s e a aceleração em m/s².

Dentro deste contexto, Resnick e Halliday (2002) citam que:

Caso não se esteja trabalhando com o (S.I.), pode-se usar qualquer unidade de espaço e tempo nestas equações, desde que haja uma coerência entre as mesmas, ou seja, se nos forem fornecidos os dados nos quais as unidades de uma das grandezas físicas, como a velocidade, por exemplo, não forem consistentes com as unidades de outra grandeza, como aceleração, deve-se antes de utilizá-los nas equações, transformar essas unidades de maneira a torná-las coerentes entre si (RESNICK e HALLIDAY, 2002, p.8).

Ou seja, deve-se trabalhar as unidades nos problemas físicos de forma coerente, para que as grandezas físicas utilizadas em certo problema não fiquem incoerentes entre si.

4 APRENDIZAGEM: SEGUNDO PAPERT, AUSUBEL E A MODELAGEM MATEMÁTICA

A nossa pesquisa utilizou os escritos de David Ausubel (2000) sobre a aprendizagem significativa e de Papert (1994) sobre o uso do computador em ambientes virtuais de aprendizagem. Para trabalharmos com pesquisa na área educacional, no sentido de entendermos o fenômeno a ser estudado, precisamos identificar como os alunos aprendem e como eles relacionam seus conhecimentos adquiridos com os já existentes na sua estrutura cognitiva. Também foram abordados conceitos sobre a modelagem matemática segundo as teorias de Bassanezi (2002) e Biembengut (1999 e 2003) e sua respectiva relação com a Física, como também com a tecnologia informática, através do uso do software *Modellus*, baseada nos estudos feitos por Teodoro (2002), autor do software *Modellus*.

4.1 As Teorias de Ausubel e Papert

De acordo com Teodoro e Veit (2002), para trabalharmos com qualquer ferramenta no contexto educacional, sendo ela computacional ou não, precisamos investigar de que forma o aprendiz relaciona e compreende os conceitos físicos trabalhados, com o uso do computador, e como ele relaciona os conceitos e cálculos por ele já conhecidos com os novos conceitos a ele apresentados.

Aprender significativamente, segundo a teoria de Ausubel (2000), etimologicamente falando, é aprender dando significado ao que foi aprendido, atribuindo a esses significados, relações de significância com os conhecimentos já adquiridos em aprendizagens anteriores, em que esse tipo de aprendizagem, envolve principalmente, a aquisição de novos significados a partir do material de aprendizagem apresentado.

Quando não é feita esta relação dos conhecimentos novos com os já adquiridos, a aprendizagem é chamada de mecânica, na qual, geralmente, o aluno não atribui a esses conteúdos significados, apenas reproduzindo-os mecanicamente, sem compreensão e sem construir sentido.

Dentro desta perspectiva, Papert (1994) afirma que:

Se um homem tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe a vara e ensiná-lo a pescar. A educação tradicional codifica o que pensa os cidadãos e precisam saber a parte para alimentar com esse “peixe”. O construcionismo é construído sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo (pescando) por si mesmas o conhecimento específico de

que precisam. Evidentemente, além do conhecimento sobre pescar, é também fundamental possuir bons instrumentos de pesca, por isso precisamos de computadores, e saber onde existem águas férteis, motivo pelo qual precisamos desenvolver uma ampla gama de atividades matematicamente ricas ou “micromundos”. (PAPERT, 1994, p. 135).

Segundo Papert (1994), os micromundos servem para descrever ambientes de aprendizagem exploratória, como foi o caso da linguagem *Logo* que permitia aos alunos, através de comandos simples, criarem os próprios mundos visuais, utilizando tartarugas para aprender princípios de geometria.

De acordo com Vasconcelos (2010), um micromundo é um ambiente do mundo real controlado, no qual um aluno pode experimentar competências e conhecimentos novos, e que podem ser considerados como ambientes de aprendizagem, onde seja possível explorar, descobrir e simular acontecimentos da vida real.

Na Física, é comum a prática dos professores baseadas na aprendizagem mecanicista, em que repetidas vezes o professor resolve problemas já conhecidos por ele, e os quais já foram resolvidos várias vezes para os alunos, induzindo-os a memorizar fórmulas, enunciados, conceitos, exercícios e reproduzi-los nas avaliações. Logo após essa aplicação de fórmulas, geralmente com questões bem parecidas as que o professor fez em sala de aula, o aluno as esquece, mostrando que ele apenas reproduziu sem entendê-las e sem estabelecer relações de significância com o seu conhecimento prático.

Para Ausubel (2000), esse tipo de aprendizagem encontra muito pouca ou nenhuma informação prévia na estrutura cognitiva, sendo armazenada de maneira arbitrária. É claro que um indivíduo pode aprender algo mecanicamente e só mais tarde perceber que este novo conhecimento se relaciona com algum conhecimento anterior já dominado. Mas para isso ocorrer, é necessário haver um esforço para assimilar esses conceitos, que seriam mais facilmente compreendidos se encontrassem um conceito *subsunçor*, existente na estrutura cognitiva. Em geral, isso acontece com conceitos novos para o aprendiz, mas no momento em que é mecanicamente assimilada, passa a se integrar ou criar novas estruturas cognitivas. (LEITE, 2010).

Dentro deste contexto, Ausubel cita que:

A interação entre novos significados potenciais e idéias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos. Devido à estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos. A aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem de material significativo. Em primeiro lugar, o material de aprendizagem apenas é

potencialmente significativo. Em segundo, deve existir um mecanismo de aprendizagem significativa. O material de aprendizagem pode consistir em componentes já significativas, mas cada uma das componentes da tarefa da aprendizagem, bem como (apreender uma lista de palavras ligadas arbitrariamente), não são ‘logicamente’ significativas. Além disso, até mesmo o material logicamente significativo pode ser apreendido por memorização, caso o mecanismo de aprendizagem do aprendiz não seja significativo (AUSUBEL, 2000, p. 17).

Estamos em uma época em que muito se tem falado no aprender a aprender, construção do conhecimento, educação centrada no aluno, interação social. Isso deveria estar intimamente ligado à prática do professor, pois é este professor que vai ser mediador do aluno para um mercado de trabalho extremamente competitivo, o qual requer um profissional com o desenvolvimento de diversas competências e habilidades, exigidos pela sociedade do conhecimento e da informação. Mas como esse professor vai ser mediador de uma aprendizagem construcionista, se suas práticas são baseadas em um ensino instrucionista, reproduzidor de conhecimentos imutáveis?

Para Papert (1994), o ensino construcionista cria condições para o aluno construir o seu próprio conhecimento por meio de ambientes de aprendizagem que incorporam o uso do computador, e não o uso do computador como máquina de fornecer informações, pois esse tipo de programa continua a ter o professor como o detentor do conhecimento e o aluno como o indivíduo passivo no processo educacional, reforçando o paradigma instrucionista. Segundo ele, não é que não se deve ensinar, mas a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem, a partir do mínimo de instrução, pois cada ato de ensino priva o aluno da oportunidade da descoberta.

Mas é claro que não é meramente a inserção do computador na sala de aula que vai possibilitar a melhoria do ensino e a minimização das dificuldades, pois isso apenas vai informatizar a instrução, a exemplos de alguns programas e softwares existentes no mercado que reproduzem da mesma forma o conhecimento, só que de maneira computacional.

A interação aluno-computador, para haver uma aprendizagem significativa e construcionista, deve ser mediada por um educador, que conheça o software ou o programa utilizado nos âmbitos: pedagógico e técnico.

De acordo com Papert (1994), podemos utilizar o computador como máquina de ensinar ou como máquina para ser ensinada. O uso do computador como máquina de ensinar consiste na informatização dos métodos de ensino tradicionais, o que no ponto de vista pedagógico é simplesmente informatizar os métodos tradicionais ou, nas palavras do autor, “mero instrucionismo”. Sem a interação dos novos conhecimentos com os já adquiridos, não

há aprendizagem significativa, pois é necessário que esses conhecimentos interajam entre si, de maneira não arbitrária e não literal, modificando-os, possibilitando dar significado aos novos conhecimentos.

4.2 Condições de ocorrência e tipos de Aprendizagem Significativa de Ausubel

Para haver aprendizagem significativa são necessários alguns aspectos importantes, segundo a teoria de Ausubel (2000). Primeiramente, o aluno deve ter em sua estrutura cognitiva os conhecimentos prévios necessários para a ancoragem das novas informações, o aluno deve fazer um esforço para relacionar de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária o novo conhecimento à sua estrutura cognitiva e o conteúdo a ser ministrado deve ser potencialmente significativo.

Mas para isso ocorrer, é necessário destacar que a aprendizagem muda de pessoa para pessoa, pois um conteúdo pode ser significativo para um aluno, mas não ser necessariamente significativo para o outro. De acordo com Ausubel (2000), o conhecimento que é obtido de maneira significativa é retido e lembrado por mais tempo, aumentando a capacidade de aprender novos conteúdos de maneira mais fácil, como também, facilitando a reaprendizagem, se a informação original for esquecida.

Para Ausubel (2000), os “subsunçores” são responsáveis pelo ancoramento dos novos conhecimentos, os quais depois da chegada dessas novas informações se modificam gerando assim um novo conhecimento, mais elaborado. Para isso, o aluno deve ter os subsunçores específicos para dar significado ao novo conhecimento.

Quando falamos na predisposição em aprender não é meramente uma motivação, mas sim deve ser algo intencional, estabelecendo um esforço consciente e específico em relacionar os subsunçores aos novos conhecimentos adquiridos (MOREIRA e MASSINI, 2008).

Em relação à significância, Ausubel (2000) deixa bem claro que o significado está nas pessoas e não nos materiais de aprendizagem, esses podem ser potencialmente significativos, mas o aprendiz só irá aprender significativamente se o mesmo se predispor e também se tiver o conhecimento prévio necessário para a inter-relação deste novo conhecimento com o já existente na sua estrutura cognitiva.

De acordo com a teoria de Ausubel (2000), a aprendizagem é significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno, adquirindo significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio, existente na sua

estrutura cognitiva, e para haver essa interação, é necessário que o aluno possua os subsunçores necessários.

Caso o conteúdo a ser aprendido não conseguir ligar-se a algo já conhecido, ocorre o que Ausubel (2000) chama de aprendizagem mecânica, ou repetitiva, ou seja, as novas informações são aprendidas sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva prévia.

Assim, se a pessoa decora as fórmulas, as leis, os conceitos, mas esquece-os após a avaliação, houve uma aprendizagem mecânica e não significativa, pois o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva (PELIZZARI et al, 2002), sendo mais fácil esquecê-lo.

Em física, Moreira e Massini (2008) citam o exemplo de que, para um aluno compreender o conceito de campo elétrico, faz-se necessário que ele tenha o conhecimento prévio sobre funções, particularmente função de posição, o qual dará condições ao aluno aprender de forma significativa sobre potencial e campo elétrico.

A aprendizagem significativa pode ser distinguida em três tipos, segundo Ausubel (2000): a representacional, a conceitual e a proposicional. Ela é representacional quando na estrutura cognitiva da pessoa, há uma correspondência de um determinado significado a uma certa representação, ou seja, ele consegue ligar algo já existente, por exemplo, uma palavra específica, a uma determinada representação para que possa servir de “modelo” para aquela palavra.

Quando a palavra específica, não representa apenas algo em específico, mas uma classe ou um conjunto de coisas, que compartilham certas regularidades. Assim, dizemos que houve uma aprendizagem conceitual, pois os conceitos apontam regularidades em objetos ou eventos e são representados, geralmente, por palavras-conceito. Esses tipos de aprendizagem podem ser obtidos tanto por formação de conceitos, como por assimilação de conceitos (MOREIRA E MASSINI, 2008).

O processo de formação de conceitos é típico das crianças, mas também pode ocorrer em adultos. Segundo Ausubel (2000), é a partir desse processo que surgem os primeiros subsunçores. Ele é típico das primeiras construções de conhecimentos e conceitualizações. Posteriormente esses primeiros conhecimentos vão ficando mais elaborados, com a chegada de novas informações, modificando o conhecimento anterior, ocorrendo assim a assimilação de conceitos, que é a interação do conhecimento prévio com o novo conhecimento, tornando-o mais elaborado.

No terceiro e último tipo de aprendizagem significativa, a proposicional, segundo Moreira e Massini(2008):

As proposições são construídas a partir de conceitos, mas seus significados vão além dos significados dos conceitos. As teorias contêm proposições. O conhecimento humano depende crucialmente de conceitos e proposições, depende também de representações... E para aprender significativamente, um corpo organizado de conhecimentos, como propõe Ausubel, é preciso aprender o que significam tais representações, evitando sempre o mero associacionismo. (MOREIRA e MASSINI, 2008, p. 28).

Existe ainda uma nova tipologia para a aprendizagem significativa, proposta por Moreira (2006), que pode ser *subordinada*, *superordenada* ou *combinatória*. Quando o novo conteúdo estabelece uma relação com um conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva do aprendiz, diz-se que ocorreu uma aprendizagem subordinada.

Já na aprendizagem superordenada, há uma reorganização conceitual na estrutura cognitiva, de maneira que o novo conhecimento passa a abranger conhecimentos obtidos anteriormente, havendo uma mudança hierárquica cognitiva. E por último, a aprendizagem pode ser combinatória, quando o novo conhecimento interage não com um subsunçor específico, mas com conhecimento mais amplo, ou seja, um conjunto de subsunçores e inter-relações entre eles.

É importante falarmos que nem sempre aprendizagem significativa é a mais correta e a aprendizagem mecânica errada. Uma pessoa pode aprender um determinado conteúdo armazenando-o de forma literal, pois sabemos que a mente humana tem capacidade para isso. Ambas, significativas e mecânicas, segundo Ausubel (2000), fazem parte de um contínuo, existindo entre elas uma zona cinza.

Dentro deste contexto, Moreira e Massini (2008) citam que:

Significativa e mecânica fazem parte de um mesmo contínuo, e muitas aprendizagens ocorrem na zona intermediária, nem bem mecânica nem bem significativa. A mediação do professor deve ajudar o aluno a sair dessa zona movendo-se em direção a parte significativa do contínuo. Induzi-lo a decorar informações, a repetir o que está no livro, memorizar definições e formulas é direcioná-lo para a parte mecânica desse mesmo contínuo. Numa época em que se fala tanto em aprender a aprender, parece obvio que toda a ação educativa, na escola ou fora dela, deveria estar voltada para a aprendizagem significativa, mas isso requereria mudanças radicais nas práticas educativas. (MOREIRA e MASSINI, 2008, p. 26).

Sendo assim, é importante destacarmos que a maioria dos primeiros conceitos, principalmente na aprendizagem das crianças, são tipos de aprendizagens mecânicas, por um

processo chamado de assimilação de conceitos, mas que após a assimilação desses primeiros conceitos, as novas aprendizagens poderão ser ancoradas pelas já existentes, e assim, modificadas, podendo haver a aprendizagem significativa.

4.3 Considerações sobre a Modelagem Matemática segundo as Teorias de Bassanezzi e Biembengut

Em seu sentido etimológico, a palavra “modelo” significa uma representação, uma interpretação simplificada da realidade, ou uma interpretação de um fragmento de um sistema segundo uma estrutura de conceitos. O termo “modelo” também significa uma representação de alguma coisa, seja ela real ou imaginária.

Para Biembengut (2003), um modelo é uma imagem que se forma na mente, no momento em que o espírito racional busca compreender e expressar de forma intuitiva uma sensação, procurando relacioná-la com algo que já é conhecido.

Faz parte da história do ser humano a utilização dos modelos, e eles estão inseridos em todas as áreas desde as científicas até as humanas: arte, moda, história, matemática, física, literatura, geografia. Para Biembengut (2003), a utilização dos modelos serve tanto para as pessoas se comunicarem com seus semelhantes, como para preparar uma ação, e nesse sentido, a modelagem, que é a arte de modelar, ou de compor um modelo, é um processo que emerge da própria razão e participa do nosso cotidiano como forma de expressão do conhecimento e constituição.

Dentro deste contexto Teodoro e Veit (2002) consideram que:

A palavra modelagem é usada no sentido de um processo de representação. Um modelo é uma representação simplificada de um sistema, mantendo apenas as suas características essenciais. Um modelo matemático, que é uma forma específica de representação, se vale de objetos matemáticos, como são as funções, os vetores, as figuras geométricas. Uma das principais características dos programas de modelagem é a possibilidade de construir múltiplas representações de uma mesma situação. De certo modo, compreender um modelo e o respectivo fenômeno é ser capaz de construir múltiplas representações e navegar entre uma e outra. (TEODORO e VEIT, 2002, p. 122 e 123).

Sendo assim, podemos dizer que na matemática e na física, muitas situações do mundo real podem apresentar problemas que necessitam de soluções e decisões que possam traduzir de alguma maneira o fenômeno em questão, em que os símbolos ou variáveis possam interagir entre si para representarem algo, através de um modelo, e essa representação pode

ser feita desde o uso de materiais manipuláveis até gráficos, tabelas a programas computacionais.

Por isso, trabalhar com modelagem é trabalhar com a interdisciplinariedade. De acordo com Bassanezzi (2002), as vantagens de trabalhar com modelagem em termos de pesquisa podem ser constatadas nos avanços obtidos nas variadas ciências, não só nas exatas como a matemática, a física e a química, dentre outras.

A Física e a matemática estão intimamente ligadas uma com a outra, pois a utilização da matemática dentro da Física é de fundamental importância para a representação do fenômeno em estudo. Dentro deste contexto, Nussenzveig (2002) reflete que:

A Física deve grande parte de seu sucesso como modelo de ciência natural ao fato de que sua formulação utiliza uma linguagem que é ao mesmo tempo uma ferramenta muito poderosa: a matemática. Na expressão de Galileu: “a ciência está escrita neste grande livro colocado sempre diante de nossos olhos – o universo – mas não podemos tê-lo sem apreender a linguagem e entender os símbolos em termos dos quais está escrito. Este livro está escrito na linguagem matemática.” É importante compreender bem as relações entre física e matemática (NUSSENZVEIG, 2002, p.2).

Por isso, podemos dizer que a física é uma ciência que trabalha os fenômenos físicos através da utilização de fórmulas matemáticas, mas muitas vezes, essas fórmulas são vistas pelos alunos como de difícil compreensão, e a utilização de modelos através da modelagem matemática e da simulação computacional, pode permitir aos alunos uma maior compreensão desses fenômenos e dessas fórmulas, que fazem parte deste universo físico.

Usamos a matemática no processo de representação, uma vez que a ciência é um processo de representação de mundo e, sendo assim, a linguagem matemática tem o poder não de explicação, mas uma capacidade de descrição e representação dos fenômenos físicos.

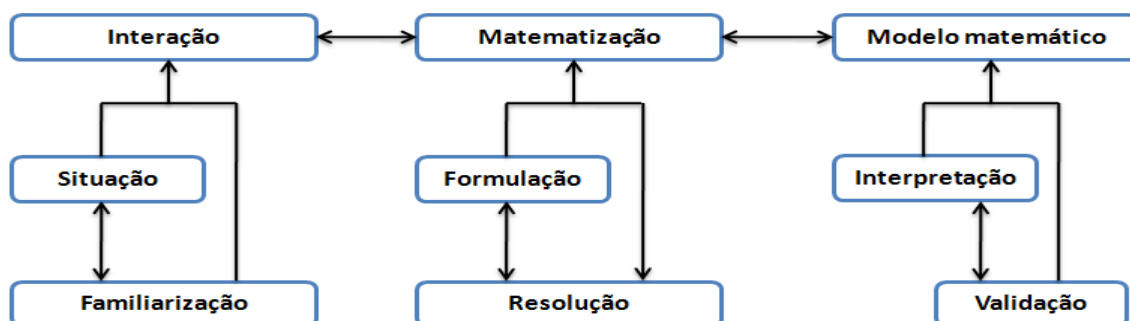
Para Teodoro (2002), a origem das dificuldades encontradas pelos alunos na compreensão dos conceitos físicos e das fórmulas matemáticas que fazem parte deste contexto, se dá pela ausência de ambientes computacionais de aprendizagem, onde os alunos possam explorar as funções e fórmulas, construindo modelos de interação com objetos.

Ele argumenta também que a utilização da modelagem matemática deve ser iniciada no início da aprendizagem dos conceitos físicos e matemáticos, duas áreas científicas que a seu ver, devem ser ensinadas de forma integrada, como era inicialmente desenvolvida por Galileu e Newton, antes da grande especialização da ciência no início do século XX.

A interação da matemática com a Física, através da modelagem matemática, permite representar uma situação real com ferramentas matemáticas.

De acordo com a Figura 7, segundo Biembengut (2003), isso envolve procedimentos que podem ser agrupados em três etapas, subdivididas em seis sub etapas, a saber:

Figura 7 – Dinâmica da Modelagem Matemática



Fonte: Modelagem Matemática, Biembengut (2003).

De acordo com a figura acima, uma vez conhecida a situação problema, a interação, que é a primeira etapa, propõe um estudo sobre o conteúdo a ser trabalhado naquela situação, para que haja a familiarização do conteúdo com os dados matemáticos a serem modelados.

A segunda etapa, que é a matemática, propõe a conversão do problema físico ou situação a ser estudada para a linguagem matemática. Nessa etapa, se faz necessário a classificação das informações, identificando as variáveis a serem trabalhadas em questão, para a descrição de relações em termos matemáticos. Uma vez formulado o problema, passa-se à resolução através das ferramentas matemáticas e isso requer conhecimentos sobre as entidades matemáticas usadas na formulação.

É nesse contexto que o computador pode ser um poderoso instrumento, especialmente em situações problemas que trabalhem conceitos muito abstratos, (BIEMBENGUT, 2003). A terceira etapa trata da interpretação do modelo, observando se o mesmo responde às necessidades que o geraram, ou seja, a sua validação.

Dentro deste contexto, Burak e Barbieri (1994) argumentam que uma das principais relações entre a modelagem matemática, a Física e a teoria Ausubeliana é a de aproveitar os conhecimentos já adquiridos pelos alunos, possibilitando-lhes novas formas de encontrar significados matemáticos no seu cotidiano, para participarem da construção de conceitos matemáticos não só de maneira formal como também de forma a interferir e interagir com o seu meio.

5 METODOLOGIA

A nossa pesquisa pretendeu se desenvolver na perspectiva de um estudo de caso observacional, como propõem Bodgan e Biklen, (1994), Gatti, (2005), André e Ludke, (1986), caracterizada por um estudo de caso observacional. De acordo com Gatti (2005), o estudo de caso permite analisar algo singular, que tenha um valor em si mesmo, visando à descoberta e buscando retratar a realidade de forma completa e profunda.

Ainda dentro deste contexto, Bodgan e Biklen (1994) explicam que o estudo de caso observacional consiste numa técnica de recolhimento de dados através da observação participante. Já o foco de estudo algo em particular, como um grupo específico de alunos, que foi o caso da nossa pesquisa. Também utilizamos a entrevista de grupo focal, para fundamentar mais nossas observações.

A pesquisa foi realizada em duas fases: a fase preliminar e a fase de atividades com o software *Modellus*. Antes de iniciá-la, foram pedidas autorizações ao diretor da escola, e aos pais dos alunos envolvidos na pesquisa, conforme consta nos Apêndices A e B.

A fase preliminar da pesquisa consistiu na análise do software em estudo com uma ficha já previamente utilizada em outras pesquisas e que consta no Anexo A. Nesta fase também fizemos o levantamento do conhecimento prévio dos alunos em relação ao uso do computador e aos conteúdos de MRU e MRUV, com a utilização de um questionário que consta no Apêndice C. As descrições desta fase da pesquisa se encontram nos Apêndices D e E.

A segunda fase da pesquisa consistiu em três partes. Primeiramente, a aplicação das atividades com o software educacional *Modellus*, através da utilização das atividades exploratórias desenvolvidas pela professora pesquisadora com o auxílio do software. Essas atividades constam no Apêndice F, e as respectivas respostas das duplas nos Apêndices G e H.

Logo após as atividades com o software, aplicamos um questionário avaliativo sobre o mesmo e que consta no Apêndice I. Num último momento, aplicamos a entrevista de grupo focal, como instrumento de coleta auxiliar aos demais utilizados. O roteiro da entrevista do grupo focal, bem como as descrições das falas dos alunos, encontra-se no Apêndice J.

As atividades foram realizadas no laboratório de informática da escola onde aconteceu a pesquisa, sendo distribuídos dois alunos por computador, para promover a interação entre eles, perfazendo um total de 12 alunos, de ambos os sexos, com idade entre 14 e 17 anos,

divididos em duplas que foram nomeadas de (A/B/C/D/E/F), que utilizaram um total de 6 computadores.

Após o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, obtidos através do questionário anteriormente citado na fase preliminar da pesquisa, apresentamos aos alunos os recursos e funcionalidades do software *Modellus*, através de uma apresentação, permitindo que os mesmos conhecessem e interagissem com o software.

Após essa familiarização das duplas com o software, foram aplicados dois exemplos de MRU e um de MRUV, a partir dos quais os alunos responderam um questionário com atividades relacionadas aos conteúdos em questão.

Essas atividades com o software durante três encontros, ambos de 50 minutos cada, nos quais pudemos observar como se dava a interligação do software com ensino do conteúdo ministrado anteriormente pela professora de Física.

Logo após a execução das atividades pelos alunos, aplicamos um questionário para uma breve avaliação sobre o que eles acharam do software, como também utilizamos uma entrevista com grupo focal, para se fazer um estudo em profundidade, com alunos de ambos os sexos da mesma turma.

Utilizamos o grupo focal, pois ele pode ser empregado em processos de avaliação, para a análise de múltiplas questões, podendo ser utilizada no apoio de outros instrumentos de coleta, como questionários ou observação.

Na concepção de Vaughn, Schumm e Sinagub (1996), para pesquisas na área educacional, a entrevista de grupo focal é uma técnica qualitativa que pode ser usada sozinha ou com outras técnicas qualitativas ou quantitativas, para aprofundar o conhecimento das necessidades de usuários e clientes, como é o caso da nossa pesquisa.

Ainda dentro deste contexto, de acordo com Gatti (2005), o trabalho com grupo focal permite compreender processos de construção de realidade por um determinado grupo, seus comportamentos e atitudes, constituindo uma técnica muito importante no conhecimento de representações e percepções, dadas por pessoas que partilham alguns traços em comum, relevantes para o estudo do problema visado.

A seguir faremos a descrição de cada parte da fase de coleta de dados.

5.1 Coleta dos Dados

Conforme citado anteriormente, a coleta dos dados se deu por fases, as quais detalharemos através da descrição das atividades realizadas. A coleta foi dividida em duas

fases: em fase preliminar da pesquisa, na qual se encontra a fase de análise do software, como também a fase de levantamento do conhecimento prévio dos alunos sobre o uso do computador e sobre os conteúdos físicos do MRU e do MRUV. A segunda fase foi composta pelas atividades com o software, a avaliação do software feita pelos alunos e pela entrevista de grupo focal.

5.1.1 Descrição da fase preliminar da pesquisa: Análise do software *Modellus* e do conhecimento prévio dos alunos

Inicialmente, analisamos o software *Modellus*, com uma ficha⁴ previamente já utilizada em outras pesquisas e baseada em critérios pedagógicos e técnicos, conforme Anexo A; pois para utilizarmos um software educativo, torna-se necessário a avaliação do mesmo, levando em conta não só a parte pedagógica, como também o âmbito técnico do software.

De várias fichas que observamos, foi notório que elas basicamente tratam dos mesmos atributos, levando em consideração diversas etapas de avaliação. A escolha da ficha se justifica devido à mesma já ter sido utilizada por diversas vezes no núcleo de tecnologia (NTE) do PROINFO, e por acharmos que ela inclui diversos pontos importantes para o estudo.

Logo após a análise do software educacional *Modellus*, utilizamos um questionário adaptado⁵ e também já utilizado em outras pesquisas da área, para o levantamento do conhecimento prévio dos alunos sobre o uso de computadores e também relacionados aos conteúdos físicos: MRU e MRUV. Este questionário foi aplicado aos doze alunos de ambos os sexos, numa turma do 1º ano do ensino médio de uma Escola Estadual em Campina Grande, durante 50 minutos, no qual foi pedido aos alunos que respondessem as questões de forma objetiva e clara, sem precisar de identificação.

5.1.2 Descrição da segunda fase da pesquisa: aplicação das Atividades com o software *Modellus* sobre o MRU e MRUV; questionário avaliativo sobre o software e a entrevista de grupo focal

⁴ Fábria Magali Santos Vieira - Sugestão de uma Ficha para Registro da Avaliação de um Software Educativo. Disponível em: < <http://www.edutec.net/Textos/Alia/MISC/edmagali2.htm>. Acesso em 20/06/09.

⁵ Questionário adaptado de Jesus. FORTEZA, Ana. Ciências físicas nos ensino fundamental e médio: modelos e exemplos. (Porto Alegre: Artmed, 2006).

Logo após a análise das concepções e conhecimentos prévios dos alunos, eles foram divididos em duplas, nomeando-as (A/B/C/D/E e F). Em seguida, apresentamos o software *Modellus* aos alunos e seus recursos e funcionalidades, durante a primeira parte de uma aula, na qual orientamos que eles utilizassem e analisassem o software observando suas ferramentas. Para isso foi dado um tempo de 15 minutos para que eles se familiarizassem com o programa.

Depois desta familiarização, aplicamos as primeiras atividades relacionadas com o conteúdo de MRU, para que os alunos respondessem as questões usando o software *Modellus*, através dos exemplos “MU_menina e cachorro.mdl” – situações 1 e 2; e “MU_ponte.mdl.”

Em um encontro posterior, aplicamos a outra atividade “MUV_trem.mdl”, abordando o conteúdo do MRU e MRUV, em que os alunos também responderam questões relacionadas a este conteúdo. Em todo o tempo, a professora ficou presente, tirando as dúvidas que fossem surgindo. As atividades desenvolvidas neste período foram realizadas em três encontros de 50 minutos cada.

Logo após as atividades com o software *Modellus*, aplicamos um questionário avaliativo sobre o mesmo, durante um encontro de 50 minutos, em que os alunos responderam algumas questões sobre o que acharam do software e se o mesmo influenciou na aprendizagem dos conteúdos físicos trabalhados. Este questionário avaliativo do software e as descrições das respostas das duplas constam no Apêndice I.

Ao término desta parte da pesquisa, em outro encontro que durou também 50 minutos, aplicamos a entrevista de grupo focal que consta no apêndice J, como forma de fundamentar mais os nossos dados coletados, bem como nossas análises. De acordo com Xavier (2009), o grupo focal pode ser uma ferramenta útil na investigação das relações sociais, na medida em que capta idéias e percepções que são constituintes das relações que os jovens estabelecem com a escola e com a família, uma vez que podemos tomar conhecimento de representações que poderiam permanecer desconhecidas, principalmente na pesquisa com adolescentes e jovens.

O grupo focal foi organizado, de maneira que a professora pesquisadora pediu que os alunos formassem um círculo e que ficassem à vontade. Foram feitas as duas perguntas e eles foram respondendo, sem ser seguida uma ordem. Esta fase de pesquisa foi gravada, e as descrições bem como a análise das falas durante esta etapa serão analisadas no Capítulo seguinte.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados foram descritos seguindo a ordem em que a pesquisa foi realizada. Primeiramente, a análise da fase preliminar da pesquisa que se refere à avaliação do software através da ficha de avaliação, considerando os critérios pedagógicos e técnicos; em seguida a verificação dos conhecimentos prévios dos alunos concernentes ao uso do computador, como também sobre o conteúdo físico de MRU e MRUV. Já na segunda fase da pesquisa, fizemos a descrição das atividades realizadas pelos alunos com o auxílio da ferramenta computacional *Modellus*, como também a descrição do questionário avaliativo sobre o software, e a entrevista de grupo focal, que foi realizada para o detalhamento de algumas observações.

6.1 Análise dos dados da fase preliminar da pesquisa (1ª parte): Análise do software *Modellus*

De acordo com os critérios de avaliação de softwares educacionais, é necessário antes de utilizarmos um software educativo, analisá-lo através de parâmetros pedagógicos e técnicos, para saber se ele se destina para o fim que desejamos. Sendo assim, antes de utilizarmos o *Modellus*, fizemos uma análise detalhada do mesmo através dos critérios apresentados por Tuñon (2000) e através da ficha de avaliação do Anexo A.

Ao observarmos os critérios pedagógicos, podemos observar que o software *Modellus* permite: o processo de criação através de modelos de situações físicas; facilita a concepção e a conceitualização dos fenômenos físicos tratados e contribui na construção do conhecimento de maneira interativa.

Por apresentar recursos estéticos capazes de garantir que o estudo da Física seja uma atividade interativa e criativa, o software apresenta aspectos motivacionais, bem como demonstração na internet e permitindo a utilização de multimídia (sons, vídeos, textos, imagens, etc.), o software possui uma interface relativamente simples para o utilizador.

Destacamos ainda, que o software é de distribuição gratuita, é interdisciplinar, permitindo a utilização não só em Física, mas também em outras disciplinas, podendo ser baixado diretamente da internet, juntamente com algumas atividades e tem sido traduzido para vários idiomas (inglês, espanhol, eslovaco, grego e português do Brasil).

Sempre que formos trabalhar com qualquer ferramenta na área educacional, seja ela tecnológica ou não, devemos utilizá-la a luz de uma teoria de aprendizagem, para que

possamos compreender de que maneira o aprendiz relacionará os conceitos já existentes na sua estrutura cognitiva com os novos conceitos e também novas ferramentas que serão a ele apresentadas.

Diante destes pressupostos, utilizamos a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (2000,) a qual propõe que para um sujeito aprender de forma significativa, é necessário trabalhar problemas realistas que tenham relação com o seu cotidiano, e que possibilite para o aprendiz a construção do conhecimento através de relações prévias do conhecimento já existente na estrutura cognitiva com os novos conhecimentos, de maneira que haja uma cadeia de relações entre estes conceitos relacionando-os entre si.

Tomando como base a concepção construcionista de Papert (1994), para que um software seja considerado educativo deve proporcionar um ambiente interativo em que seja capaz a investigação, o levantamento de hipóteses e a refutação ou confirmação dessas hipóteses, de maneira que seja possível a construção do conhecimento por parte do aluno, através do mínimo de instrução.

Segundo Valente (1991), um dos critérios pedagógicos de um bom software é o de possibilitar a realização do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, o qual é de grande importância para a aquisição de novos conhecimentos para o aluno. Ao analisarmos o *Modellus*, observamos que esse ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição é dado da seguinte forma: o aprendiz descreve o modelo matemático, e através da interpretação do modelo o aprendiz fornece os parâmetros iniciais para que esse modelo seja validado, em seguida ele escolhe através de várias simulações disponíveis (gráficos, tabelas, e outros) a forma com que ele vai observar a descrição e a interpretação do seu modelo matemático.

Uma vez interpretado, o aluno poderá observar quantas vezes forem necessárias o seu modelo, pois o software possibilita através das teclas existentes, assim como os botões de um “cd-player”, avançar, voltar, pausar ou voltar a origem, de maneira que o aluno reflita sobre essas simulações, sendo feita uma interligação na estrutura mental do aluno, das animações com o conteúdo físico através da sua formulação matemática.

Quanto ao tipo e classificação, o *Modellus* é um software de simulação aberta, pois possibilita que o aprendiz modifique o exemplo ou atividade já existente, ou ainda podendo criar o seu próprio modelo no sistema de autor. Ainda quanto ao tipo, o software também é de modelagem, porque trabalha com modelos matemáticos de forma criativa e interativa, possibilitando a sua integração com diferentes disciplinas, desde que trabalhem com fórmulas matemáticas.

Quanto aos critérios técnicos, o software apresenta através de um tutorial, baixado pela internet, as instruções de forma clara, indicando as suas possibilidades de uso. Podemos citar ainda, que o mesmo possui facilidade de instalação e de desinstalação, possibilita a importação e exportação de objetos, bem como apresenta facilidade ao aprendiz na navegação e o software pode ser executado tanto no Windows como no Linux.

De acordo com a análise do software, podemos dizer que as características encontradas no mesmo corroboram com os pressupostos defendidos por Teodoro (2002), quando comenta que o software por ser de simulação e modelagem e suas atividades evidenciam a unidade da física com a matemática, algo que nas abordagens tradicionais de ensino não se consegue com facilidade, uma vez que os modelos matemáticos são tratados como objetos concreto-abstratos: concretos no sentido que podem ser manipulados de forma direta com o computador e abstratos no sentido que são representações de relações entre as variáveis trabalhadas, no modelo em questão.

Sobre o software *Modellus*, também reconhecemos a importância de resgatarmos o ensino das aplicações da Matemática. Segundo Veit e Teodoro (2002), “a utilização de tecnologia e a ênfase na modelação podem contribuir para a superação ou minimização das dificuldades existentes”.

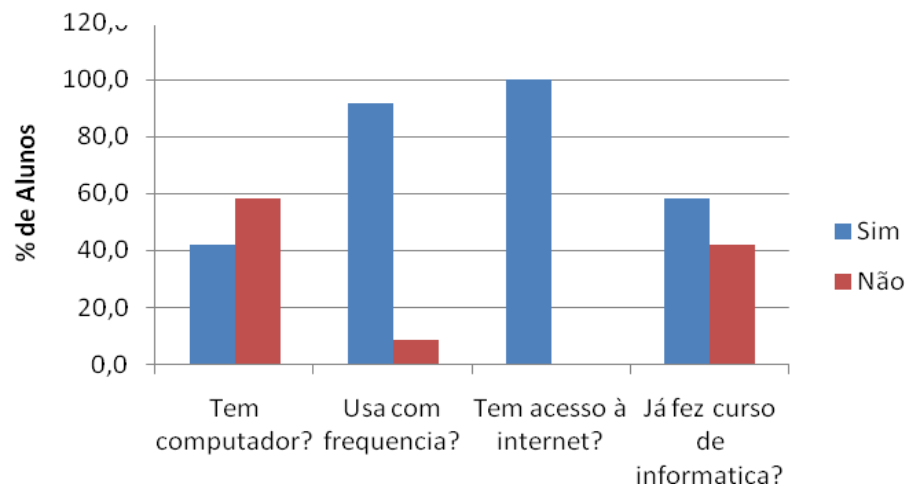
6.2 Análise dos dados da fase preliminar da pesquisa (2ª parte): Análise dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o uso do computador

Na segunda etapa da fase preliminar da pesquisa, aplicamos um questionário para o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, sobre o uso do computador e sobre os conhecimentos físicos relacionados ao MRU e ao MRUV, e os dados coletados nessa fase da pesquisa, foram divididos em duas partes. Para uma melhor facilitação desta análise dos dados, recorreremos à utilização da planilha eletrônica Excel para a confecção de tabelas e gráficos.

Na Tabela 1, que consta no Apêndice D, foram descritos os dados sobre o uso do computador pelos alunos, e a partir dela, construímos três gráficos (os Gráficos 7,8 e 9) para um melhor detalhamento da situação estudada. Passamos à análise dos dados a partir dos gráficos elaborados.

Dessa forma, para as perguntas: se eles têm computador em casa; se usam com frequência; se utilizam a internet frequentemente e se já fizeram curso de informática; foi construído o Gráfico 7, conforme podemos ver abaixo.

Gráfico 7 - Sobre o uso do computador pelos alunos.



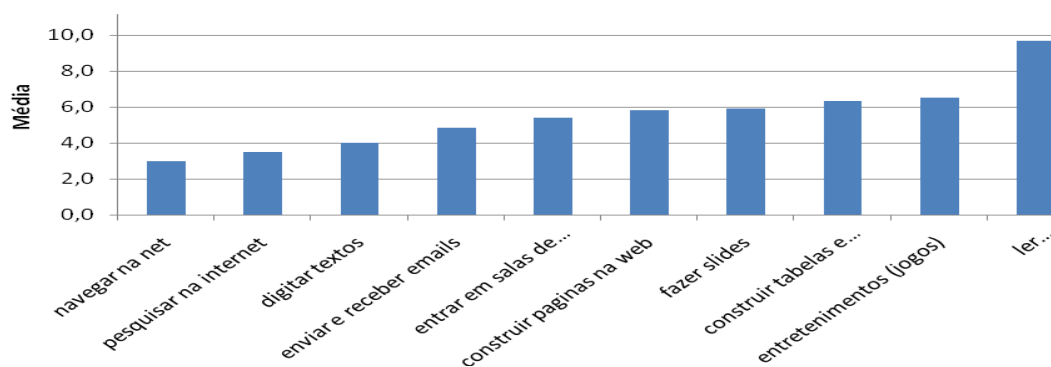
Ao analisarmos o Gráfico 7, observamos que 60% dos alunos não possuem computador pessoal e apenas 40% possuem. Mas esse fato, não é empecilho, pois 90% deles utilizam o computador com frequência, seja na casa de um amigo ou até mesmo nas lan houses, e 100% acessam a internet frequentemente, mostrando que a internet é algo atrativo e prazeroso.

Dentro deste contexto, Teodoro (2002) comenta que o uso do computador pode possibilitar o desenvolvimento de habilidades, as quais são ferramentas indispensáveis para a compreensão e aprendizagem das ciências, tornando a aprendizagem um processo ativo de criação de significados e a partir de representações. Além disso, possibilita também a formação de uma comunidade de prática, em que estudantes aprendem a partir do seu próprio esforço e a partir da orientação externa.

Quando perguntamos sobre quem já fez curso de informática, 60% responderam de forma afirmativa e 40% negativa, mas mesmo aqueles que não fizeram curso demonstraram bastante intimidade com o computador e não apresentaram nenhuma dificuldade, pois afirmaram terem aprendido com as trocas de informação que fizeram com os amigos e/ou colegas.

Na outra parte do questionário, pedimos que eles enumerassem em ordem crescente de valor de importância as atividades que eles realizam com o auxílio do computador. Com base nesses dados foi construído o Gráfico 8.

Gráfico 8 - Atividades que os alunos executam com o uso do computador

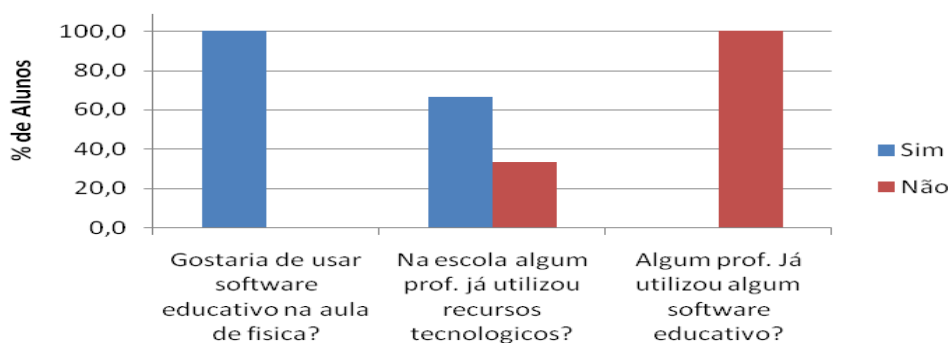


Ao analisarmos o Gráfico 8, também baseado nos dados coletados e contidos na Tabela que foi disposta no Apêndice D, observamos que, em ordem crescente de importância, os alunos: usam o computador para navegarem na internet, pesquisar na internet, digitar textos escolares, enviar e receber e-mail, entrar em salas de bate-papo, construir páginas na web, fazer slides, construir tabelas e gráficos, jogar em rede e fazer alguma leitura de jornais, revistas ou similares.

Sendo assim, conforme a análise do Gráfico 8, podemos citar Ausubel (2000), quando propõe que a estrutura cognitiva do aluno pode ser estimulada substantivamente através de métodos de integração e unificação de conceitos, e através de métodos de ensino capazes de tornar a aprendizagem potencialmente significativa, relacionando aquilo que o aluno já tem na sua estrutura cognitiva com os novos conhecimentos.

Na terceira parte do questionário, pedimos que eles respondessem se gostariam de utilizar softwares educativos na aula de física, se os professores utilizam frequentemente recursos tecnológicos durante as aulas e se algum professor já tinha utilizado algum software educativo. Com base nesses dados foi construído o Gráfico 9.

Gráfico 9 - Utilização de softwares educativos e o uso das TIC



Analisando o Gráfico 9, sobre o uso das TIC e softwares educativos, podemos observar que nenhum dos professores ministrantes de disciplinas, para os alunos entrevistados, utilizaram durante as suas aulas algum software educativo, apesar da escola dispor de laboratório de informática. Por outro lado, vimos que 100% dos alunos responderam que gostariam de utilizar softwares educativos nas aulas de física. Quando perguntado se algum professor já havia utilizado algum recurso tecnológico em suas práticas educativas, os alunos responderam que 70% sim e 30% que não.

Diante destas análises, podemos inferir sobre a importância da utilização das novas tecnologias e do uso do computador através dos ambientes de aprendizagem. Segundo Teodoro (2002), bem como Papert (1994), o professor deve proporcionar ao aluno a descoberta do seu conhecimento de forma interativa e prazerosa, utilizando ambientes que possam facilitar esse aprendizado, valendo-se de ferramentas computacionais dinâmicas e eficazes, e que também sejam fáceis de utilizar, promovendo uma maior dinamicidade ao processo educativo.

6.3 Análise dos dados da fase preliminar da pesquisa (3ª parte): Análises do conhecimento prévio dos alunos sobre os conteúdos do MRU e do MRUV

Para a análise desta fase da pesquisa, fizemos a análise do conteúdo das respostas dos alunos envolvidos na pesquisa. Portanto, para a análise das questões referentes aos conhecimentos prévios dos alunos, sobre os conceitos físicos relacionados ao MRU e ao MRUV, contidos na Tabela 2 do Apêndice E, podemos fazer as seguintes observações: em relação às questões de nº1 e nº2, sobre o plano cartesiano e os eixos da abscissa e da ordenada, bem como a origem no plano, oito alunos disseram que compreendiam o que é o plano cartesiano e sabiam o que representava os eixos x e y; quatro não souberam responder ou não sabiam. Isso mostra a dificuldade que os alunos possuem em relacionar a abscissa ao eixo x, e a ordenada ao eixo y, como também aos conhecimentos matemáticos que são obtidas em séries anteriores.

Na pergunta de nº3, sobre se eles compreendiam as fórmulas matemáticas que são utilizadas nas aulas de Física, cinco alunos responderam que sim; quatro disseram que não compreendiam e três alunos responderam que mais ou menos. Ao analisarmos estas questões, podemos citar Ausubel (2000), quando comenta que a aprendizagem mecânica resulta justamente da não inter-relação do conhecimento existente na estrutura cognitiva do aluno com o novo conhecimento, o que resulta muitas vezes de um ensino memorístico, em que os

alunos apenas decoram as fórmulas para a utilização em processos de avaliação, mas que posteriormente esquecem.

Na questão de nº 4, foi perguntado se compreendiam os conceitos de MRU e de MRUV. Sete alunos responderam que achavam mais difícil de compreender o MRUV, devido às fórmulas e dois alunos responderam que compreendiam mais ou menos. Um aluno respondeu que achava fácil e dois alunos que achavam difícil de compreender os dois tipos de movimentos.

Ao analisarmos a questão anterior, relacionamos a Biembengut (2003), quando comenta que a utilização dos modelos serve tanto para as pessoas se comunicarem com seus semelhantes, como para preparar uma ação. Nesse sentido, no caso da Física, muitas situações do mundo real podem apresentar problemas que necessitam de soluções e decisões que possam traduzir de alguma maneira o fenômeno em questão, em que os símbolos ou variáveis possam interagir entre si para representarem algo, através da modelagem matemática.

Quando perguntamos sobre o que significa rapidez na questão de nº 5, quatro alunos responderam que era “algo rápido”; cinco alunos responderam “veloz e ágil” e três alunos disseram “acelerado”. Sobre lentidão, oito alunos responderam “devagar ou lento”; dois alunos responderam “retardado” e dois “vagaroso”.

Já na questão nº 6, apresentamos a eles alguns exemplos e pedimos que enumerassem os mais rápidos e os mais lentos, e observamos que eles compreenderam que, os que andam com menor velocidade são “os mais lentos” e os que andam com maior velocidade são “os mais rápidos”.

Quando analisamos estas questões, observamos as dificuldades dos alunos relacionados aos conceitos físicos. De acordo com Teodoro (2002), a origem das dificuldades encontradas pelos alunos na compreensão desses conceitos, como também das fórmulas matemáticas, pode estar na ausência de ambientes computacionais de aprendizagem, onde os alunos pudessem explorar as funções e fórmulas, construindo modelos de interação com objetos. O autor argumenta sobre a importância da utilização da modelagem matemática no início da aprendizagem dos conceitos físicos e matemáticos, duas áreas científicas que, a seu ver, devem ser ensinadas de forma integrada.

Agora passamos à análise das respostas dos alunos referentes às perguntas de nº 7 ao nº 14 do questionário de conhecimento prévio, que se encontra na segunda parte da Tabela 2 do Apêndice E.

Para a questão de nº 7, perguntamos que atividades eles realizariam para avaliar se uma pessoa corre mais rápido do que outra. Nesta questão, 100% dos alunos responderam que

realizariam uma prova de corrida. Ainda sobre velocidade, na questão de nº 8, foi perguntado sobre o que eles entendiam sobre a palavra “velocidade”: dois alunos responderam que “seria a relação de espaço e tempo gastos”; dois disseram que “seriam o movimento inicial e final”; dois que seria “movimento”; quatro que “é algo rápido ou veloz” e dois relacionaram com a palavra “correr”.

Ao analisarmos estas questões à luz da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2000), concordamos com o autor quando expõem que as aprendizagens, significativa e mecânica fazem parte de um mesmo contínuo, e muitas aprendizagens ocorrem na zona intermediária, nem bem mecânica nem bem significativa.

Já na questão de nº 9, pedimos que indicassem exemplos de situações do cotidiano em que utilizavam a palavra “velocidade”. As respostas foram unânimes em associarem velocidade a “carro em velocidade e pessoa correndo”, como também ao mais “veloz e ágil”.

Na questão de nº 10, dispomos três situações para que os alunos descrevessem como as mediriam. As respostas foram na sequência: a habilidade de digitar: “velocidade, digitação e rápido”; o crescimento do cabelo: “centímetros, lentidão, tempo”; toca-cd funcionando: “tempo, força, rápido e ação e reação”. Com isso ficou claro que muitas vezes eles confundem certos conceitos físicos, como força e aceleração com a noção de velocidade.

Dentro deste contexto e de acordo com Ausubel (2000), a mediação do professor deve ajudar o aluno a sair da zona intermediária entre a aprendizagem significativa e mecânica, movendo-o em direção à parte significativa da aprendizagem, e induzi-lo a decorar informações, a repetir o que está no livro, a memorizar definições e fórmulas é direcioná-lo para a parte mecânica da aprendizagem.

Quando perguntamos na questão de nº 11, se numa rodovia um carro estivesse com o velocímetro quebrado, como ele mediria a velocidade do veículo, as respostas foram: cinco alunos – “as placas de kilometragem na estrada”; três alunos - “a lombada eletrônica”; dois alunos – “o tempo vezes à distância”; um aluno – “o tempo decorrido”; e um aluno – “o tempo de chegada”.

Já na pergunta de nº 12, quando perguntamos sobre as marcas de óleo na estrada, dez alunos responderam que no trecho A ele estava mais veloz e no trecho B mais lento, e dois alunos que não sabiam.

Já na questão treze, foi apresentado o seguinte problema: *se numa prova de natação Ana nadou 50 metros em 60 segundos, qual seria a velocidade desenvolvida por ela?* Eles responderam: dois alunos – “aceleração”; quatro alunos – “não sei”; um aluno - “300 m/s”; dois alunos – “0,83 m/s”; três alunos – “30 cm/s”. Com isso, observamos que quando

colocamos situações do cotidiano, muitos deles não conseguem associar estas situações com os conceitos físicos de maneira apropriada.

Na análise destas questões, podemos ver que, de acordo com Ausubel (2000) e também com Moreira e Massini (2008), o conhecimento humano depende crucialmente de conceitos, proposições, e também de representações, sendo que, para aprender significativamente um corpo organizado de conhecimentos, é preciso conhecer o que significam tais representações, evitando sempre o mero associacionismo.

Na última pergunta, questionou-se: *o que quer dizer se estou com o carro a 72 km/h se o carro só andou por 15 minutos?* As respostas foram: um aluno – “que anda km/h independente do tempo decorrido”; quatro alunos - “anda 72 km em 1 hora”; dois alunos – “que corre bem rápido”; um aluno – “que sua velocidade é constante”; um aluno – “que sua velocidade não muda”; um aluno – “que desenvolve 72 km/h”; e um aluno não respondeu.

Ao analisarmos as respostas das duplas em relação ao conteúdo físico, observamos que os dados obtidos indicam uma confirmação da tese de Teodoro (2003), quando reflete sobre a necessidade do professor como orientador do processo educacional e não como um reprodutor de conhecimentos, para que haja, a partir dessa orientação, um processo de familiarização dos conceitos físicos com suas representações, através de interfaces que permitam aos alunos explorarem esses conceitos, mesmo que eles possuam uma competência reduzida no uso dos computadores, quando utilizamos o software educativo.

6.4 Análise dos dados da fase de atividades com o software *Modellus*: análise das atividades exploratórias sobre o MRU e o MRUV

Nesta fase de pesquisa, também utilizamos a análise de conteúdo das respectivas respostas das duplas. No primeiro encontro, deixamos os alunos a vontade para que observassem o software e fizessem uma análise do mesmo. Logo após, foi feita uma apresentação dos recursos e funcionalidades do *Modellus*. Durante esta fase, observou-se que eles mesmos ao analisarem o software já descobriram como o mesmo funcionava, e exploraram as ferramentas e suas funcionalidades, trabalhando também a sua criatividade e a descoberta. Nesta fase, alguns alunos comentaram que o software era fácil de ser utilizado, pois lembrava o ambiente Windows.

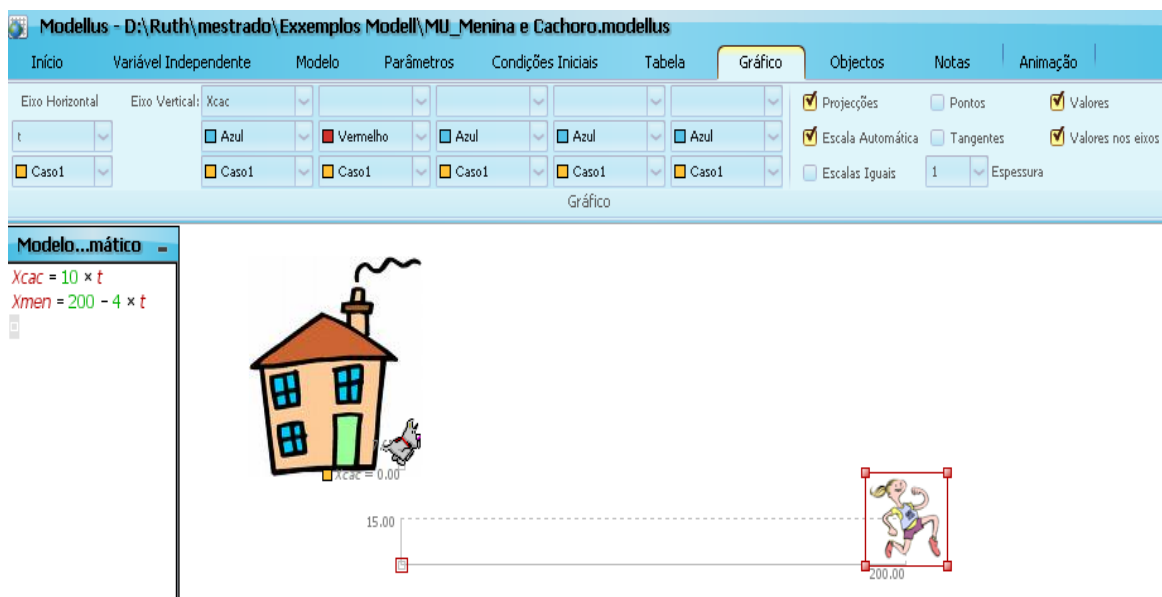
Analisando este contexto, podemos citar Teodoro (2002), ao explicar que a opção adotada no design do *Modellus* foi baseada na construção de modelos tão próxima quanto possível do modo como se constrói e se utiliza um modelo sem computador, de maneira que o

utilizador, aluno e professor, pensem com o computador como pensariam se estivessem usando o lápis e o papel.

As atividades foram compostas por três exemplos e as respectivas respostas das duplas foram organizadas em três tabelas, utilizando a planilha Eletrônica para uma melhor organização, em que cada tabela se refere a um exemplo trabalhado. Ao executarem o software, os alunos responderam essas atividades sem nenhum problema.

Em seguida, entregamos as atividades para que os alunos respondessem com o auxílio do *Modellus*. A primeira atividade trabalhada foi dividida em duas partes: na situação 1 e na situação 2, ambas utilizando o exemplo “menina e cachorro.mdl” e enfocando o conteúdo do MRU. A Figura 8 representa o exemplo 1, situação 1.

Figura 8 – Tela inicial do exemplo menina e cachorro. mdl, situação 1.



Fonte: software *Modellus*, exemplo menina e cachorro. mdl.

Nesta atividade, a menina permanece parada e o cachorro vai ao encontro dela a uma velocidade de 10 m/s. Foi pedido que os alunos respondessem as atividades contidas no Apêndice F, parte 1, situação 1.

A Tabela 1 representa as respostas das duplas ao resolverem as atividades referentes a este exemplo.

Tabela 1 - Dados coletados no exemplo menina e cachorro. mdl, situação 1.

Exemplo 1: Situação 1						
Equipes	A	B	C	D	E	F
Dupla A	20 s	200 m	Retilíneo	Uniforme	0	10 m/s
Dupla B	20 s	200 m	Retilíneo	Uniforme	0	10 m/s
Dupla C	20 s	200 m	Retilíneo	Uniforme	0	10 m/s
Dupla D	20 s	200 m	Retilíneo	Uniforme	0	10 m/s
Dupla E	20 s	200 m	Retilíneo	Uniforme	0	10 m/s
Dupla F	33 s	200 m	Retilíneo	Uniforme	0	10 m/s

Passemos à análise dos dados da Tabela 1. Na questão da letra A, perguntamos em quanto tempo eles se encontrariam. Essa questão está interligada com a questão B, pois, para determinar o tempo de encontro, foi necessário observarem também a posição de encontro. Todas as duplas responderam corretamente que o tempo de encontro seriam 20s e 200m, exceto a dupla F que respondeu que o tempo seria 33s.

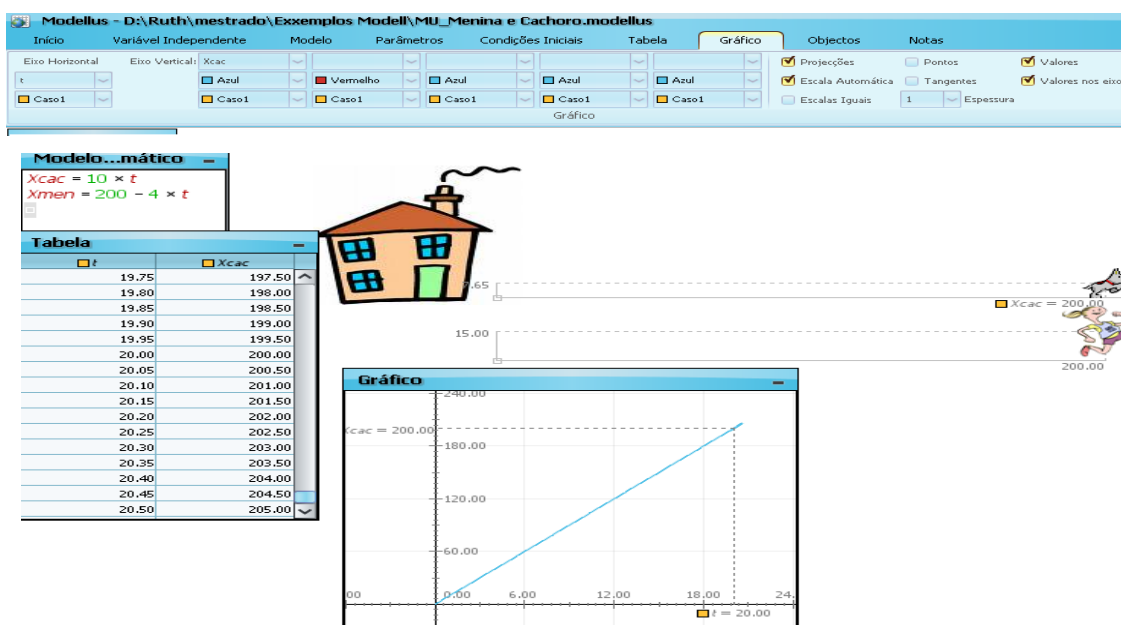
Ao analisarmos as repostas das atividades realizadas pelas duplas, podemos observar que os alunos perceberam de forma clara a relação entre o espaço decorrido pelo cachorro e a variação do tempo decorrido, determinando assim a velocidade do mesmo.

Dentro deste contexto, podemos citar Teodoro e Veit (2002), ao exporem que o uso do computador na educação tem como objetivo não só promover a aprendizagem dos alunos, mas ajudar na construção do processo de conceituação e no desenvolvimento de habilidades importantes e preconizadas pelos PCN.

Portanto, esse procedimento implica 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.

Na questão C, perguntamos qual a forma da trajetória do movimento e na questão D qual o tipo do movimento. Todas as duplas responderam que a trajetória era retilínea e uniforme. Nas questões E e F, perguntamos respectivamente o valor da velocidade da menina e a do cachorro. As duplas responderam que a da menina seria zero e a do cachorro seria 10m/s. A Figura 9, representa a tela de execução do exemplo “menina e cachorro. mdl”.

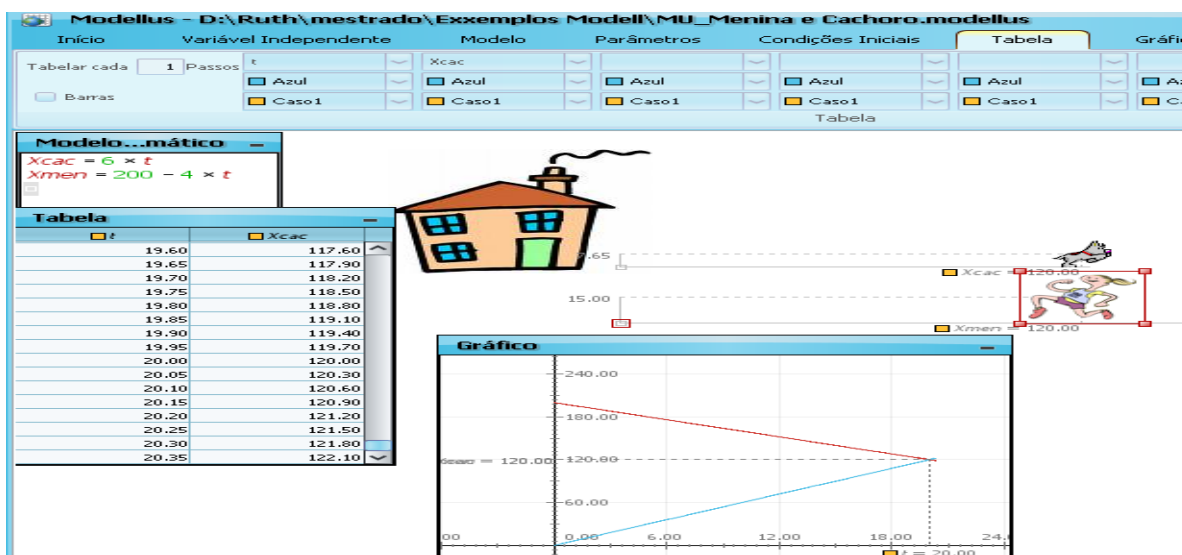
Figura 9 – Tela de execução do exemplo menina e cachorro. mdl, situação 1.



Fonte: software *Modellus*, exemplo menina e cachorro. mdl.

Na Figura 9, podemos observar o gráfico obtido pelos alunos ao executarem o software, bem como a tabela dos valores de espaço e tempo decorrido. Logo após esta atividade, as duplas executaram a situação 2, do mesmo exemplo “menina e cachorro.mdl” e responderam as atividades também contidas no Apêndice F, parte 1, situação 2. Agora a menina se movimenta a uma velocidade de 4 m/s e o cachorro a 6 m/s, para determinar o ponto de encontro, bem como o instante de encontro deles, conforme demonstra a Figura 10.

Figura 10 – Tela inicial do exemplo menina e cachorro. mdl, situação 2.



Fonte: software *Modellus*, exemplo menina e cachorro. mdl.

Neste exemplo, foi possível o aluno visualizar através do gráfico o ponto de encontro entre a menina e o cachorro devido à sua posição e tempo de encontro. Nesta atividade, a reta de cor vermelha representa a trajetória da menina e a de cor azul representa a do cachorro. A Tabela 2 representa as respostas das duplas referentes a este exemplo.

Tabela 2 - Dados coletados no exemplo menina e cachorro. mdl, situação 2.

Exemplo 1: Situação 2					
Equipes	A	B	C	D	E
Dupla A	20s e 120m	Decrescente	Crescente	4 m/s	6m/s
Dupla B	20s e 120m	Decrescente	Crescente	4 m/s	6m/s
Dupla C	20s e 120m	Decrescente	Crescente	–	6m/s
Dupla D	20s e 120m	Decrescente	Crescente	4 m/s	6m/s
Dupla E	20s e 120m	Decrescente	Crescente	6 m/s	10m/s
Dupla F	20s e 120m	Decrescente	Crescente	4 m/s	6m/s

No questionário referente a esse exemplo, perguntamos, na questão A, qual seria a posição e o tempo de encontro da menina e do cachorro. Todas as duplas responderam que seria na posição de 120 m e no tempo de 20s, que haveria o encontro deles.

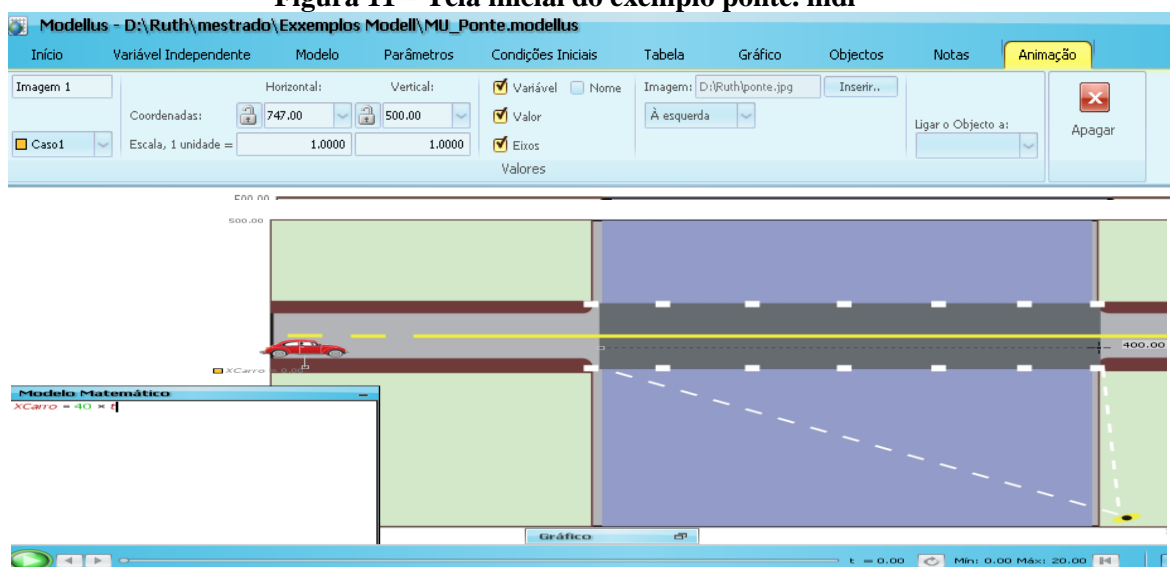
Nas questões B e C, pedimos que observassem os gráficos da velocidade da menina e do cachorro e dissessem se os mesmos eram crescente ou decrescente. Todas as duplas responderam que o da menina era decrescente e o do cachorro era crescente.

Na questão D, perguntamos qual seria o valor da velocidade da menina. Quatro duplas responderam que seria 4 m/s; uma dupla respondeu que seria 6m/s e uma outra dupla não respondeu. Na questão E, perguntamos qual seria a velocidade do cachorro e cinco duplas responderam que seria 6 m/s e uma dupla respondeu que seria 10m/s.

Ao analisarmos as respostas obtidas pelos alunos relacionados a este exemplo, percebemos que de uma forma geral eles responderam corretamente às questões, mostrando que só nos casos envolvendo a velocidade que alguns tiveram certa dificuldade. Dentro deste contexto, podemos citar Biembengut (2003), quando comenta sobre a necessidade da interação da matemática com a Física, através da modelagem matemática, a qual permite representar uma situação real com ferramentas matemáticas, como é o caso do software *Modellus*.

Já no segundo exemplo das atividades referente ao exemplo “ponte.mdl”, do *Modellus*, conforme mostra a Figura 11, pedimos que os alunos executassem o exemplo e respondessem as atividades contidas no Apêndice F, parte 2.

Figura 11 – Tela inicial do exemplo ponte. mdl



Fonte: software Modellus, exemplo ponte. mdl.

Neste exemplo, foi perguntado na questão A, como um observador faria para descobrir a velocidade do carrinho na ponte. A tabela 3 representa as respostas das duplas referentes à execução deste exemplo.

Tabela 3 - Dados coletados no exemplo ponte. mdl.

Exemplo 2			
Equipes	A	B	C
Dupla A	10 s	40 m/s	Uniforme
Dupla B	10 s	40 m/s	Uniforme
Dupla C	10 s	40 m/s	Uniforme
Dupla D	10 s	40 m/s	Uniforme
Dupla E	10 s	40 m/s	Uniforme
Dupla F	10 s	40 m/s	Uniforme

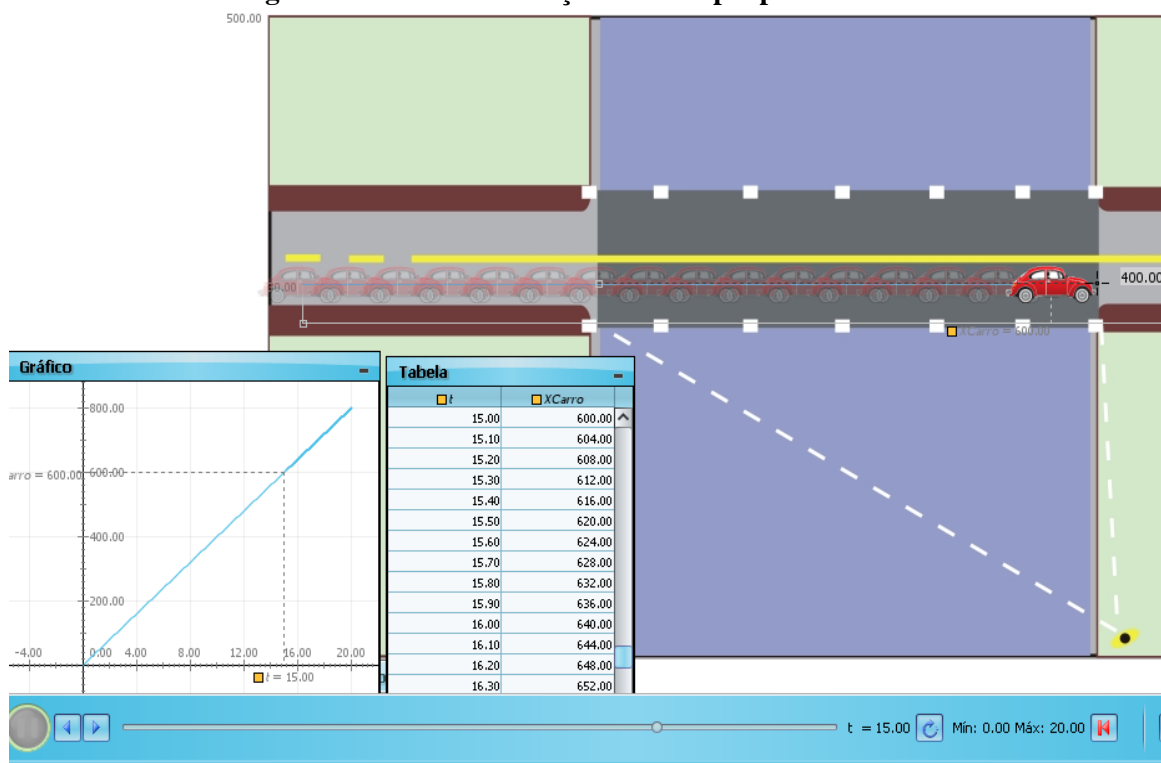
Ao analisarmos os dados coletados na tabela 3, observamos que na análise da questão A, as seis duplas responderam que, para calcular a velocidade do carrinho na ponte, fariam a variação do espaço que o carrinho percorre pela variação do tempo. Na questão B, perguntamos qual seria o tempo que o veículo levaria para percorrer a ponte, e todas as duplas responderam que seria 10s. Na questão C, quando foi perguntado qual seria o valor da velocidade do carro ao passar na ponte, todas as duplas responderam 40 m/s.

Na questão D, perguntamos qual seria o tipo do movimento desenvolvido pelo carro e ambas as duplas responderam que seria uniforme, pois não havia variação de velocidade. Logo em seguida, eles observaram que o valor encontrado da velocidade conferia com o valor

dado no modelo matemático. Eles determinaram facilmente o tipo de movimento, bem como identificaram o gráfico referente ao mesmo. Com isso, eles observaram que os cálculos podem assumir uma forma mais lúdica e interessante de se compreender o conteúdo físico ao responderem as atividades com o auxílio do software.

Na Figura 12, temos a tela final do exemplo “ponte.mdl”, a qual foi obtida pelos alunos quando executaram o software para a realização deste exemplo.

Figura 12 – Tela de execução do exemplo ponte.mdl



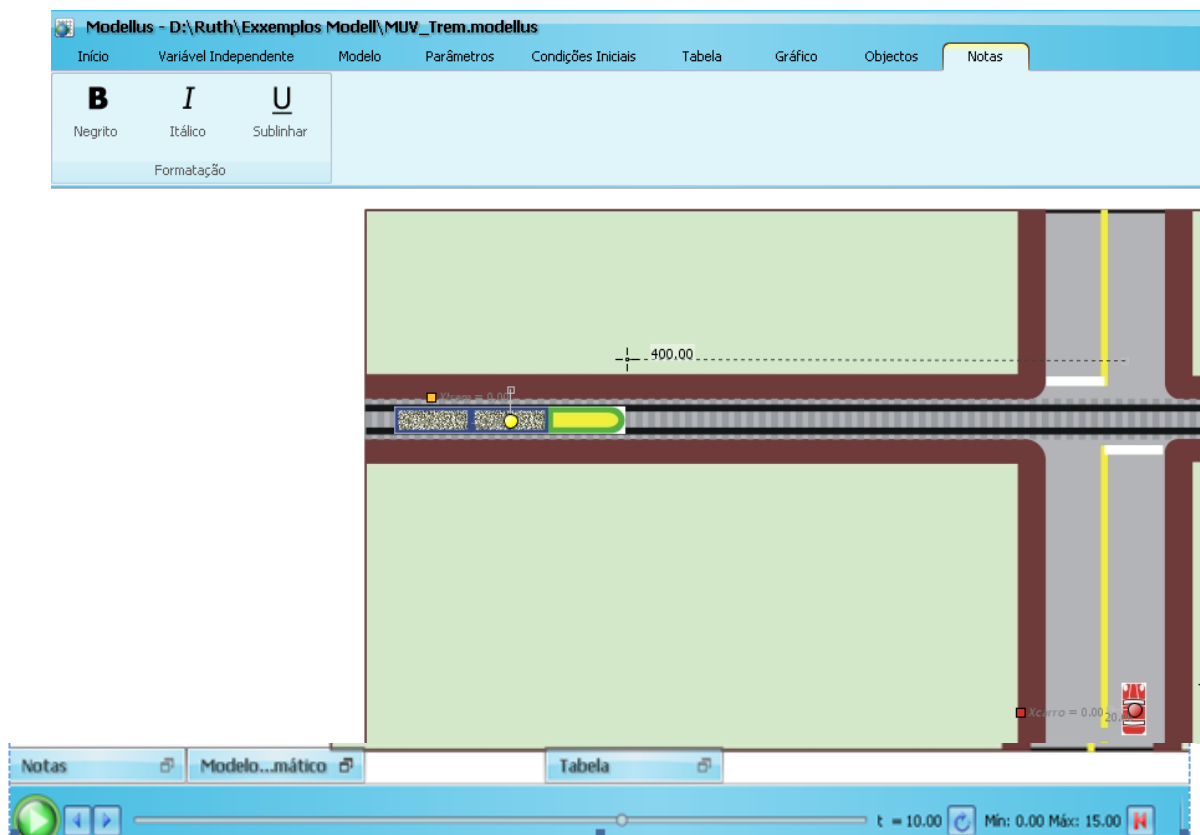
Fonte: software Modellus, exemplo ponte.mdl.

Nesta tela, os alunos puderam perceber a trajetória do carro na ponte através do gráfico e do movimento estroboscópico que foi descrito pelo carrinho, bem como os valores na tabela, relacionando-os com o exemplo estudado.

Ao analisarmos as respostas das duplas neste exemplo, podemos mencionar Teodoro e Veit (2002), quando comentam que a utilização da matemática no processo de representação é muito importante, uma vez que a ciência é um processo de representação de mundo e, sendo assim, a linguagem matemática tem o poder, não de explicação, mas de uma capacidade de descrição e representação dos fenômenos físicos, os quais podem ser vistos quando utilizamos o *Modellus*.

Em outro encontro, também correspondente a uma aula de 50 minutos, aplicamos o último exemplo, referente ao conteúdo de MRU e MRUV, conforme nos mostra a figura 13 abaixo.

Figura 13 – Tela inicial do exemplo Trem. Mdl



Fonte: software Modellus, exemplo Trem.mdl

As atividades referentes a este exemplo também se encontram no Apêndice F, denominadas de atividades com o software *Modellus* parte III. No exemplo em questão, o trem move-se em direção a um cruzamento, com uma velocidade constante de 40 m/s e está a 400 metros deste cruzamento e um carro está a 200 m do cruzamento com uma velocidade de 5 m/s, quando vê o trem se aproximando.

As análises das respostas das duplas referentes a este exemplo foram descritas no Apêndice H e foi feita a análise de conteúdo. Sendo assim, na questão A, pedimos que eles determinassem o valor da aceleração que deveria ser desenvolvida pelo carro para que o mesmo chegasse igual com o trem no cruzamento.

Ao analisarmos as respostas das duplas referentes a esta questão, observamos que os mesmos determinaram as funções horárias do trem e do carro e as igualaram, encontrando o valor da aceleração, que para todas as duplas foi de 3m/s^2 . Durante toda esta atividade,

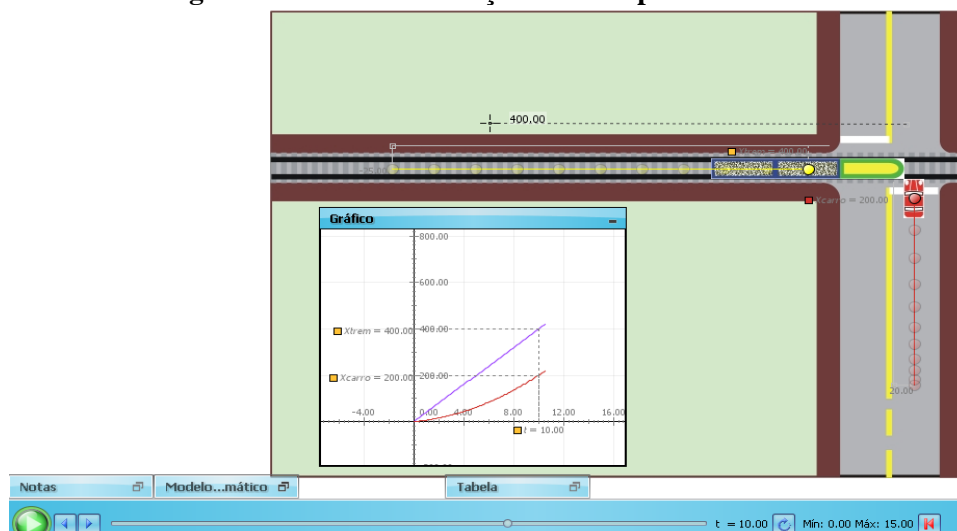
dúvidas foram surgindo e a professora foi esclarecendo aos alunos. Logo após eles identificarem o valor da aceleração, responderam as outras questões sem maiores problemas.

Na questão B, pedimos que determinassem o tempo de encontro do trem e do carro. Todos responderam que seria no tempo $t=10s$. Já nas questões C e D, pedimos que eles definissem o tipo do movimento do trem e do gráfico deste movimento. Todas as duplas responderam que era um movimento retilíneo e uniforme, pois não havia variação de velocidade, e que o seu gráfico era uma função constante, devido ao tipo de movimento.

Nas questões E e F, pedimos que descrevessem o tipo do movimento do carro, e do gráfico dele. Em relação a essas questões, todas as duplas responderam que era um movimento retilíneo uniforme variado, pois havia variação de velocidade, consequentemente uma aceleração, e sendo assim, o gráfico não era mais uma função constante e possuía agora uma certa inclinação.

Os tipos e gráficos do movimento referentes ao exemplo foram visualizados conforme mostra a Figura 14, em que o gráfico roxo é o do trem que possui velocidade constante e o gráfico vermelho é o do carro, que é uma curva, devido à velocidade que varia.

Figura 14 – Tela de execução do exemplo Trem.mdl



Fonte: software Modellus, exemplo Trem.mdl

Ao analisarmos todos os exemplos que foram trabalhados nas atividades exploratórias com o software *Modellus*, bem como as respostas das duplas nas atividades aplicadas, observamos que, de acordo com Teodoro (2002), não só esses, mas também, em outros exemplos que fazem parte de temas pertencentes ao currículo da matemática e da física do ensino médio, há uma necessidade da utilização das simulações, pois os alunos apresentam dificuldades na interpretação quando esses exemplos são expostos a eles apenas de forma

expositiva - descritiva, como é conhecido dos professores, e verificado pela investigação significativa destes temas. Ainda dentro deste contexto, Teodoro (2002) reflete que:

A hipótese chave que está na base do desenvolvimento do *Modellus* é, precisamente, que estas dificuldades de aprendizagem estão relacionadas com o fato do tratamento destes temas serem quase exclusivamente formal, envolvendo a mecanização da resolução de problemas rotineiros, sem contextos experimentais, sem exploração de representações visuais, sem exploração dos modelos matemáticos, sem ênfase em raciocínios do tipo “e o que sucede se...” (TEODORO, 2002, p.28).

Portanto, torna-se necessário um ensino voltado a realidade cotidiana dos alunos, com a utilização de exemplos que façam parte do seu dia a dia, para que haja uma maior aprendizagem dos conceitos físicos e das fórmulas matemáticas, bem como a inserção das novas tecnologias no processo educativo.

Ainda dentro desta perspectiva e de acordo com Biembengut (2003), a interação da matemática com a Física, através da modelagem matemática, permite representar uma situação real com ferramentas matemáticas em que, segundo Teodoro (2002), a origem das dificuldades encontradas pelos alunos na compreensão dos conceitos físicos e das fórmulas matemáticas que fazem parte deste contexto, se dão pela ausência de ambientes computacionais de aprendizagem, em que os alunos possam explorar as funções e fórmulas, construindo modelos de interação com objetos.

Essas observações corroboram também com Ausubel (2000), quando estabelece que para o aluno aprender significativamente, há uma necessidade do mesmo se predispor a isso e do material educativo ser potencialmente significativo para que haja relação entre o conhecimento prévio do aluno e novo conhecimento adquirido.

Sendo assim, podemos dizer que o professor deve buscar meios de despertar no aluno esta predisposição em aprender, e como os próprios alunos comentaram em suas falas: *trabalhar com o software é muito melhor, pois através das figuras e das simulações, aprender os conceitos físicos fica bem mais fácil e acessível.*

Papert (1994) também defende que o ensino construcionista, no qual são criadas condições para o aluno construir o seu próprio conhecimento por meio de ambientes de aprendizagem que incorporam o uso do computador, pode possibilitar uma aprendizagem mais prazerosa e eficaz, não apenas inserindo o computador nas aulas de Física, mas possibilitando uma interação aluno-computador-professor, para haver uma aprendizagem significativa e construcionista, ou seja, mediada por um educador, que conheça o software em todos os seus âmbitos.

Sendo assim, de acordo com Teodoro (2002), é oportuno destacar que o delineamento pedagógico do software *Modellus* admite o computador como uma ferramenta cognitiva, mas não substitui habilidades humanas de alta ordem, ou seja, assume-se que o software auxilia na aprendizagem, mas que a inteligência, emoção, cultura, poesia e arte residem no usuário, não no software.

6.5 Análise do questionário avaliativo sobre o software *Modellus*

Logo após as atividades executadas com o auxílio do software, os alunos responderam a um questionário, no qual eles avaliaram o *Modellus*. Este questionário avaliativo, bem como as respectivas respostas das duplas, consta no Apêndice I.

Portanto, passamos à análise destas questões. Para a questão de nº1, perguntamos: Em sua opinião, a utilização do software *Modellus* facilitou a aprendizagem dos conceitos físicos? Todos afirmaram que a utilização do software facilitou a aprendizagem dos conceitos, pois podiam ver em tempo real o fenômeno estudado. Citamos a resposta da dupla A: *facilitou mais sim, porque dá pra ver em tempo real o que acontece com o objeto usado* e da dupla B - *sim, pois em tempo real podemos ver numa forma projetada o assunto trabalhado*.

As respectivas respostas das duplas corroboram com Teodoro (2002) quando afirma:

Modellus, como outras ferramentas computacionais, permite ao utilizador fazer e refazer representações, explorando-as sobre as mais diversas perspectivas. Deste modo, facilita a familiarização com essas representações, criando de certo modo uma intimidade entre aprendiz e representação, intimidade essa que muito dificilmente resulta da simples observação ocasional de equações e representações feitas pelo professor ou apresentadas nos livros. (TEODORO, 2002, p.21)

Para a questão de nº2, perguntamos que vantagens eles poderiam apontar na utilização do *Modellus* em relação ao ensino expositivo? Todos responderam que facilitava o aprendizado, devido às ilustrações dos problemas e fenômenos, promovendo um maior entendimento da teoria física. Enfatizando nossas análises, destacamos a resposta da dupla D: *facilita a aprendizagem, é de fácil compreensão, tem ilustrações dos problemas a serem resolvidos e é de fácil utilização*. E da dupla F: *o manuseio é mais pratico, interage melhor com os alunos e dinamiza o aprendizado*.

Na análise desta questão, salientamos a aprendizagem significativa de Ausubel (2000), ao associar que para haver uma aprendizagem significativa, é necessário que o aluno tenha os

subsunçores necessários para a aquisição dos novos conhecimentos, bem como o conteúdo a ser aprendido deve ser potencialmente significativo.

Com isso, através das falas das duplas, observamos que o software trabalhado pode possibilitar uma facilitação no aprender, tornando a aprendizagem mais dinâmica e criativa, ou seja, para dinamizar o conteúdo potencialmente significativo, o professor deve procurar meios de como tornar este conhecimento significativo para os alunos, fazendo com que os fenômenos e cálculos atribuam relações de significância com os conhecimentos prévios dos alunos.

Para a questão de nº 3, perguntamos: Qual era a opinião deles sobre a parte visual do *Modellus*? Todos acharam que era simples, eficaz e de fácil utilização. Para esta pergunta destacamos as respostas da dupla A: *É interessante e dá mais vontade de aprender o assunto explicado pela professora.* E da dupla C: *é ótima, porque visualiza as trajetórias e os movimentos dos corpos.* Referenciando esta questão, podemos citar Teodoro (2002), quando afirma que os ambientes de aprendizagem devem ser fáceis de utilizar tanto quanto o lápis e papel, para que possam facilitar a aprendizagem dos conceitos físicos.

Sobre a questão de nº 4, perguntamos como eles classificariam a utilização do software: difícil, regular, média, boa ou muito boa? 50% responderam que era muito boa e os outros 50% que era boa, mostrando que a ferramenta é de fácil visualização e manuseamento.

Para a questão de nº 5, perguntamos se eles gostariam que na sua escola as aulas de Física fossem ministradas utilizando o software *Modellus* para auxiliar a aula do professor? Todas as duplas responderam que sim, pois isso tornaria a aula mais atrativa, dinâmica e interessante, uma vez que o software facilitaria a compreensão dos fenômenos físicos. Para esta pergunta, transcrevemos a resposta da dupla C: *sim, porque as aulas ficariam mais dinâmicas e interessantes, não ficam aquelas aulas chatas e monótonas. O software induz o aluno a participar e raciocinar.* E da dupla D: *sim, pois além de ser prático facilita a compreensão dos alunos, quebrando a rotina da utilização da lousa.* E da dupla F – *sim, porque estaria colocando a escola no uso das tecnologias, fazendo bem com o uso dessa ferramenta.*

Com isso, observamos que os alunos reconhecem a importância da utilização das TIC no ensino, uma vez que eles convivem com o uso de novas tecnologias em vários ambientes da sociedade atual, mostrando a necessidade da escola inserir-se nesse novo paradigma.

Sendo assim, ressaltamos a importância do uso do software *Modellus*, devido ao mesmo possibilitar aos alunos e professores realizarem experiências com modelos matemáticos, podendo controlar as variáveis como tempo e velocidade, e observarem através

das múltiplas representações oferecidas pelo software, à variação de uma função e sua representação gráfica, conforme foi visualizado e relatado pelos próprios alunos, ao realizarem as atividades com o software.

Dentro deste contexto, concordamos com Papert (1994), quando afirma que a educação tradicional codifica o que pensa os cidadãos e o que eles precisam saber. Sendo assim, de acordo com Ausubel (2000), quando o conhecimento é obtido de maneira significativa é retido e lembrado por mais tempo, aumentando assim a capacidade de aprender novos conteúdos de maneira mais fácil, como também facilita a reaprendizagem, se a informação original for esquecida.

6.6 Análise da entrevista do grupo focal

Na última fase da nossa pesquisa, foi realizada a entrevista de grupo focal, como técnica auxiliar aos demais instrumentos de coleta, como os questionários e as observações. O roteiro de perguntas utilizadas no grupo focal se encontra descrito no Apêndice J, bem como a transcrição da gravação das falas dos alunos a esses questionamentos. A técnica utilizada para a análise do grupo focal foi à análise de conteúdo.

A primeira pergunta realizada foi em relação aos conceitos físicos relacionados aos conteúdos MRU e MRUV. Perguntamos quais conceitos físicos eles achavam mais difícil e por quê. Eles responderam que possuíam dificuldade nas fórmulas, nas funções horárias que regem esses movimentos, nas unidades de medidas e nas relações entre elas.

Na segunda pergunta, foi questionado se quando eles utilizaram o software *Modellus*, sentiram alguma diferença na aprendizagem destes conceitos. As respostas foram unânimes, quando afirmaram que apenas o ensino expositivo dificultava a aprendizagem dos conceitos, e que a utilização de uma linguagem lúdica não só facilitava o aprendizado, como também os motivava a aprender. Revelaram também que as ilustrações, através das simulações, possibilitavam compreender de uma forma mais clara os conceitos relacionados aos conteúdos trabalhados.

Sendo assim, podemos destacar, em relação à análise do grupo focal, Teodoro (2002), quando reflete que, do ponto de vista computacional, o *Modellus* pode ser visto como um “micromundo”. Também ressaltamos a importância das reflexões de Papert (1994), quando afirma que, no computador, as atividades são de simples entendimento, uma vez que tanto os alunos quanto os professores podem utilizá-los sem maiores dificuldades, já que na “janela do

modelo” o usuário pode escrever modelos matemáticos, dispensando o aprendizado de uma linguagem de programação.

Dentro deste contexto, Burak e Barbieri (1994) afirmam que abordagens que enfatizem a simulação e a modelagem matemática propiciam uma aprendizagem significativa, como uma ferramenta capaz e eficaz para a compreensão e interpretação da realidade, na qual o aluno aprende participando, tomando atitudes diante de fatos, vivenciando sentimentos e escolhendo procedimentos para atingir seus objetivos, assimilando então com maior profundidade os conteúdos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, vivemos em uma sociedade guiada pelos avanços tecnológicos, em que o computador tem sido alvo de grande utilização. Por outro lado, percebemos que as escolas de um modo geral têm resistido a essas mudanças. No ensino de Física, a prática docente ainda está baseada unicamente no ensino expositivo, centrada no professor, como um detentor do conhecimento, e não como mediador do processo educativo, mostrando a influência cada vez maior da tecnologia no nosso dia a dia e a exigência de habilidades e atitudes que precisam ser aprendidas também na escola.

Apesar do crescente aumento de pesquisas no ensino de Física, observa-se que ainda há pouca aplicabilidade destas pesquisas em sala de aula. Sendo assim, reconhecemos a importância de pesquisas nesta área, e ressaltamos a necessidade dos professores não só de Física, mas de um modo geral estarem atentos à sua capacitação e formação, bem como ficarem antenados à evolução da ciência.

Nesta perspectiva, destacamos a importância do professor em desenvolver atividades que tenham por objetivo a melhoria da sua prática educativa no ensino de Física, bem como a investigação da própria prática como atividade reflexiva e inquiridora.

Sabemos das dificuldades que são enfrentadas no ensino da Física e é de fundamental importância, não apenas detectarmos esses problemas, mas também buscarmos possíveis soluções. Com base nesses pressupostos, procuramos desenvolver atividades exploratórias com o software *Modellus*, na intenção de suprir as lacunas deixadas no Ensino Fundamental e Médio, em relação à falta de experimentação, bem como da ausência do uso de computadores no Ensino da Física.

Apesar da grande quantidade de softwares existentes no mercado, optamos pelo software *Modellus*, devido ao mesmo possibilitar um trabalho rico em possibilidades através das representações múltiplas existentes no software. Observamos também a importância do uso da simulação e da modelagem matemática, permitindo ao aluno interagir com o conteúdo físico, bem como com as fórmulas e funções matemáticas de forma mais lúdica e dinâmica.

Ressaltamos ainda a importância da análise do software, antes da sua utilização, seguindo critérios pedagógicos e técnicos testados e comprovados, para compreendermos se o mesmo se destina ao cumprimento dos objetivos propostos, auxiliando na construção do conhecimento.

Destacamos também a importância do professor compreender a estrutura cognitiva do aluno, levando em consideração o conhecimento prévio antes de propor a aprendizagem de

um novo conteúdo, pois de acordo com a aprendizagem significativa de Ausubel, o fator mais importante que influencia na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, sendo assim, o professor deve determinar isso e mediar o processo de ensino de acordo com o estágio de conhecimento em que se encontram os alunos.

Sendo assim, escolhemos os conteúdos da cinemática (MRU e MRUV), por observamos a grande dificuldade dos alunos na compreensão dos conceitos físicos relacionados a estes conteúdos, nas fórmulas e funções matemáticas que regem estes movimentos. Ao fazermos o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos referentes a estes conteúdos, observamos que os mesmos confundem as fórmulas, funções e unidades, e não conseguem, muitas vezes, compreender os exemplos e fenômenos físicos relacionados com estas questões.

Portanto, procuramos desenvolver atividades que pudessem auxiliar no suprimento destas dificuldades. Conseqüentemente, ao utilizarmos o software *Modellus*, através das três atividades de simulação e modelagem matemática, concluímos que novas possibilidades de construção do conhecimento surgiram como ferramentas mediadoras para o ensino e aprendizagem da Física, tornando a aprendizagem mais significativa, prazerosa e eficaz.

Observamos ainda, que o *Modellus* possibilita uma integração da Física com a matemática, permitindo através da sua interface gráfica, a realização de experimentos, que muitas vezes só seriam viáveis em laboratório, promovendo a experiência dos alunos com as variáveis físicas através da construção e exploração dos modelos matemáticos, que podem ser vistos em tempo real, sendo possível a utilização da experimentação conceitual de forma gradativa e simultânea.

Sendo assim, desenvolvemos um produto final, o qual é parte integrante desta dissertação, contendo um guia para o professor de como utilizar o software *Modellus*, como também as atividades desenvolvidas e utilizadas na pesquisa. O produto final consta ainda dos tutoriais do software em português e inglês.

Portanto, diante dos resultados da pesquisa, dos questionários e entrevistas utilizados, e principalmente através da avaliação dos alunos sobre o software, concluímos que a utilização das atividades de simulação com o software *Modellus* apontou que houve melhorias significativas dos alunos na compreensão dos conceitos físicos relacionados com os conteúdos de MRU e de MRUV. De acordo com os relatos das duplas, houve uma maior motivação para aprender, que foi gerada pelas atividades trabalhadas.

Sabemos que um software em física pode funcionar como um laboratório virtual, através do qual o aluno pode ser levado a experimentar fenômenos físicos e funções

matemáticas. Essa praticidade pode ser um aspecto facilitador do processo de ensino e aprendizagem, mas deve estar acompanhada da orientação do professor da disciplina, para um melhor aproveitamento da ferramenta utilizada.

É claro que para tornar a aula realmente significativa, o docente necessita antes de tudo planejar e organizar os objetivos a serem alcançados, com a utilização de métodos de ensino e ferramentas que facilitem a aprendizagem significativa, de maneira a possibilitar a inter-relação dos novos conceitos com os já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Com isso, tornam-se necessárias uma revisão e atualização das concepções pedagógicas que subjazem à prática educativa. Defendemos a utilização das TIC, como o software educativo de simulação e modelagem computacional *Modellus*, como ferramenta para auxiliar o processo didático, e nunca como um fim em si mesmo, pois, torna-se necessário refletirmos também sobre o modo de utilização para não corrermos o risco de transformar a informática e os recursos computacionais em instrumentos que mascarem a renovação pedagógica em sua essência.

Sendo assim, o papel do professor como mediador do processo de ensino e aprendizagem é indispensável. Este deve incentivar o aluno a opinar, debater e questionar os resultados que vão sendo encontrados, possibilitando assim, uma maior integração e consolidação do aprendizado.

REFERÊNCIAS

ALIPRANDINI, D.M.; SCHUMACHER, E.; SANTOS, M.C. **O Processo de Ensino e Aprendizagem de Física apoiada em software de modelagem**, 2009. Disponível em: http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/artigos/11%20TICnoensinoaprendizagemdecienciaeteecnologia/TICnoensinoaprendizagemdecienciaetecnologia_artigo13.pdf. Acesso em 20/06/2010.

ANDRADE, P.F.; LIMA, A. **Projeto EDUCOM**. M.C.M, 1993, Projeto EDUCOM.

ANDRÉ, M.E.; LUDKE, M. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo, EPU, 1986.

ARAÚJO, I.S.; VEIT, E.A. **Modelagem computacional no ensino de Física com o software Modellus**. 2003. Disponível em: http://www.ensino.univates.br/~chaet/Materiais/Oficina_XV_Snef.pdf. Acesso em 20/06/2010.

ARAÚJO, I.S. **Um estudo sobre o desempenho dos alunos de Física, usuários da ferramenta computacional Modellus, na interpretação dos gráficos da cinemática**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

ARAÚJO, I.S.; VEIT, E.A.; MOREIRA, M.A. **Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da cinemática**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n.2, São Paulo, 2004. Disponível em <<http://www.Scielo.br/pdf/rbef/v26n2/allv26n2.pdf>>. Acesso em 26/01/09.

ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V.S. **Física no computador**. 2003. Disponível em <<http://www.doaj.org/doaj?func=abstract&id=30958.htm>>. Acesso em 14/06/08.

ARGENTO, E.T. **Informática educacional – falando da minha prática**. 1998. Disponível em <<http://www.proinfo.gov.br.htm>>. Acesso em 20/06/08.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Paralelo Editora LTDA. Tradução de Lígia Teopisto, 1 ed. 2000.

BASSANEZI, C.R. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo, editora contexto, 2002.

BASTOS, O.R.; PAIXÃO, L.M. **O uso do software Modellus como motivador e facilitador de aprendizagem em Física**. 2007. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0560-1.pdf>. Acesso em 20/06/2010.

BIEMBEGUT, M.S. **Modelagem matemática no ensino**. 3 ed. São Paulo, contexto editora, 1999.

_____. **Modelagem Matemática & implicações no ensino-aprendizagem de matemática**. Blumenau: Editora da FURB, 2003.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação: Uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora Portugal, 1994.

BORK, A. **Construção de modelos de avaliação de software educacional**. 1984. Disponível em <http://usuarios.upf.br/~brandao/software.html>. Acesso em 20/02/2010.

BRASIL. **Ministério da educação, secretária da educação média e tecnológica. PCN'S – EM, vol.2: Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 1999, Disponível em <http://portal.MEC.gov.br>. Acesso em 20/01/2009.

_____ **Portal de inclusão digital**. 2010. Disponível em: <http://www.inclusaodigital.gov.br/outros-programas>. Acesso em 07/07/2010.

BURAK, D.; BARBIERE, D. **Artigo sobre: Modelagem Matemática e suas implicações para uma “Aprendizagem significativa”**, 1994. Disponível em <<http://www.dionisioburak.com.br/CNMEM-Daniela.pdf>>. Acesso em 28/02/09.

DORNELES, P.F.T.; ARAÚJO, I.S.; VEIT, E.A. **Simulação e modelagem computacionais no auxílio a aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte I – circuitos elétricos simples**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n.4, 2006. Disponível em <<http://www.Scielo.br/pdf/rbef/v28n4/allv28n4.pdf>>. Acesso em 18/05/2009.

DORNELLES, P.F.T. **Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos físicos, envolvidos em conceitos físicos de circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional Modellus**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

FIREMAN E.C.; SANTOS, R.J.V. **O ensino de matemática e de física integrado pela modelagem computacional**. 2008. Disponível em <http://www.sbem.com.br/files/ix_enem/.../MC75749769453T.doc - Acesso em 12/03/2010.

FRANCO, M. **Informática na educação: Educação não é isso aí. n1 e n3, 1998**. Disponível em <[http://pekids.hotlink.com.br/monografia/pag – parte 3. html](http://pekids.hotlink.com.br/monografia/pag- parte 3. html)> acesso em 20/01/03.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários a prática educativa**, 1996. Disponível em <<http://www.SABOTAGEM.REVOLT.ORG htm>>. Acesso em 20/09/09.

GATTI, B.A. **Grupo Focal na Pesquisa em ciências sociais e humanas**. Brasília, Editora Líber, 2005.

GONÇALVES, J.P. **Tutorial Modellus**, 2001. Disponível em <http://www.cempem.fae.unicamp.br/lapemmec/coordenação/tu_modellus.pdf. htm >. Acesso em 15/06/08.

KELLER, F.J.; GETTYS, W.E.; SKOVE, M.J. **FÍSICA**, vol.1, editora Makron Books, São Paulo, 2004.

LEITE, T. **Teoria da aprendizagem de Ausubel**, 2010. Disponível em http://tecioteite.blogspot.com/2010_04_01_archive.html.

LEVACOV, M. **Do analógico ao digital: A comunicação e a informação no final do milênio.** - *FABICO* – *UFRGS*, 2008. Disponível em: http://www.filomenamoitamoodle.com/file.php/3/do_analogico_ao_virtual_2.pdf. Acesso em 03/06/09.

MENDES, J. **O uso do software Modellus na integração entre conceitos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica sob a perspectiva da aprendizagem significativa.** Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 2009.

MOITA, F. M.G. S. C. **GAME ON: jogos eletrônicos na escola e na vida da geração @.** São Paulo: átomoealínea, 2007.

MOITA, F.; SILVA E.; SOUSA, R. **Jogos eletrônicos: construindo novas trilhas.** Campina Grande. EDUEPB, 2007.

MORAES, M.C. **Informática educativa no Brasil: uma história vivida, algumas lições aprendidas.** 1997. Disponível em <http://www.inf.ufsc.br/sbcie/revista/nr1/maria_candida.html> acesso em 20/03/08.

MORAN, J.M; MASETTO, M.; BEHRENS, M. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica.** São Paulo, Papyrus Editora, 2000.

MORAN, J.M. **Os novos espaços de atuação do educador com as tecnologias. 1995.** Disponível em <<http://www.eca.usp.br/prof/Moran/espacos.htm>>. Acesso em 18/06/08.

MOREIRA, M.A; MASINI, E.F.S. **Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos,** 1 ed, São Paulo: Vetor, 2008.

MOREIRA, M.A. **Investigações em Ensino de Ciências.** 2002. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.moreira2002>>. Acesso em 16/07/08.

_____ **Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel,** Editora Centauro, São Paulo, 2 ed, 2006.

NAPOLITANO, H.B.; LARIUCCI, C. **Alternativa para o ensino da cinemática,** 2001. Disponível em: <http://www.revistas.ufg.br/index.php/interacao/article/download/1604/1569>. Acesso em 20/06/2010.

NUSSENZVEIG, M. **Curso de Física básica,** vol.1, Mecânica, 4 ed, editora Blusher, São Paulo, 2002.

OLIVEIRA, A. **O software Modellus e sua possibilidade para desafiar as concepções de senso comum em óptica.** Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2009.

OLIVEIRA, E; FISHER, J. **Tecnologia na Aprendizagem: A informática como alternativa no processo de ensino.** Revista de divulgação técnico-científica do ICPGVol. 3 n. 10 - jan.-jun./2007.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.** 2 ed. porto Alegre, editora Artes médicas, 1994.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M.L.; BARON, M.P; FINCK, N.T.L.; DOROCINSKI, S. I. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel.** Revista PEC, bomjesus. BR, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2002. Disponível em <http://www.obrasill.com/teoria-da-aprendizagem-significativa-seg.> >. Acesso em 27/01/09.

PIETROCOLA, M. **Ensino de física: conteúdo, metodologia, epistemologia numa concepção integradora.** Editora da UFSC, Florianópolis, 2001.

PONTE, J.P. **Investigar a nossa própria prática.** Lisboa: APM. 2002.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D. **Física 1.** 6 ed, livros técnicos e científicos editora S.A, Rio de Janeiro, 2002.

RODRIGUES, G. **Animação interativa e construção de conceitos da Física: trilhando novas veredas pedagógicas.** Dissertação de Mestrado. Centro Federal de Educação da Paraíba, 2005.

SANTOS, G.H.; ALVES, L.; MORET, M.A. **Animações Interativas Mediando a Aprendizagem Significativa dos conceitos de Física no Ensino Médio.** 2006. Disponível em: http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/artigos/7%20Ensinodefisica/Ensinodefisica_Artigo2.pdf. Acesso em 20/06/09.

SANTOS, R. **TIC`s uma tendência no ensino da matemática.** 2008. Disponível em <<http://www.meuartigo.brasile scola.com/educacao/tics - uma - tendencia - no - ensino-matematica.htm> >. Acesso em 15/06/08.

SCHUHMACHER, E.; TAVARES, A.; SILVA, M.; SILVA, S.; DALFOVO, O.; AZAMBUJA, A. **Experiências Virtuais Aplicadas em Aulas de Teoria de Física,** 2002. Disponível em :< <http://inf.unisul.br/~ines/workcomp/cd/pdfs/2810.pdf>>. Acesso em 20/01/09.

SENA, A.; BASTOS, H. **Modelo do Movimento Retilíneo Acelerado (UNIFORMEMENTE VARIADO).** Anais do XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2005. Disponível em: < <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/.../T0515-> Acesso em 18/03/2010.

SOUSA, E. **Modelagem matemática no ensino de Física: Registros de representação semiótica.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, 2010.

TAJRA, S.F. **Informática na Educação.** Editora Érica Ltda. São Paulo. 5 ed. 2004.

TARDIF, M. **Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários.** Faculté des Sciences de l'Éducation, Université Laval, Revista Brasileira de Educação, 2000.

TAVARES, R. **Modellus 2.5 – Modelagem Interativa com Matemática.** Universidade Nova de Lisboa, Portugal, Oficinas de Ciências da Natureza e Matemática, módulo 3; 2005.

TEODORO, V. D.; VEIT, E. A. **Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24. n° 2. junho/2002.

TEODORO, V. D.; VIEIRA, J. P.; CLÉRIGO, F. C. **Modellus, interactive modelling with mathematics.** San Diego: Knowledge Revolution, 1997.

TEODORO, V.D. **Modellus: Learning Physics with Mathematical Modelling.** Dissertação apresentada para obtenção do grau de Doutor em Ciências da Educação-especialidade de Teoria Curricular e Ensino das Ciências. Faculdade de Ciências e Tecnologia / universidade Nova de Lisboa, 2002.

_____ **Modelação no ensino da física: seis idéias básicas. In: simpósio nacional de ensino de física,** 15. 2003, Curitiba. Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física. Curitiba: CEFET-PR, 2003.

TOMKELSKI, M.L.; RICHIT, A. **Investigando conceitos matemáticos por meio de situações físicas com o software Modellus,** 2002. Disponível em: http://www.rc.unesp.br/igce/demac/maltempi/cursos/curso3/Artigos/Artigos_arquivos/mc52.pdf. Acesso em 20/06/2010.

TUÑÓN, A. **Críterios de evaluacion de software educativo em el área de física.** 2000. Disponível em < <http://www.Ufp.ac.pa/artículos/geocities>>. Acesso em 29/05/08.

VALENTE, J.A.H. **Liberando a mente: computadores na educação especial.** Campinas: gráfica central da Unicamp, 1991.

VASCONSELOS, C. **Micromundos como ferramentas cognitivas.** 2010. Disponível em: < <http://pitagoras7.blogspot.com/2010/04/micromundos-como-ferramentas-cognitivas.html>>

VAUGHN, S.; SCHUMM, J. S.; SINAGUB, J. M. **Focus groups interviews in education and psychology.** 1. ed. Londres: Sage, 1996.

VIEIRA, F. **Avaliação de Software Educativo.** 2002. Disponível em <<http://www.edutec.net/Textos/Alia/MISC/edmagali2.htm>> Acesso em 20/06/09.

VIGOTSKY, L.S. **A formação social da mente.** São Paulo: 2 ed. Editora Martins Fontes, 1989.

XAVIER, A. **A técnica do grupo focal na pesquisa com as elites escolares.** 2009. Disponível em: <<http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/.../12731.PDFXXvmi=>>. Acesso em 20/06/09.

APÊNDICE A - AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA PARA O DIRETOR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

Caro Diretor,

Eu, Ruth Brito de Figueiredo Melo, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, estou desenvolvendo uma pesquisa voltada ao entendimento e a aprendizagem dos conceitos físicos relacionados à cinemática (movimento uniforme e movimento uniforme variado) através do uso do software educativo de simulação e modelagem computacional *Modellus*. O estudo analisará o comportamento dos alunos quando expostos as atividades de simulação que serão ministradas por mim professora da disciplina de física, como instrumento auxiliar ao processo de ensino-aprendizagem.

A pesquisa se dará durante as minhas aulas de física, em uma das turmas do 1º ano do ensino médio à tarde, sem nenhum déficit do conteúdo para os alunos. Certo de que a permissão e apoio contribuirão fundamentalmente para a melhoria do ensino e aprendizagem da física.

Eu, Prof. Diretor Ribamar, da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio, permito e dou apoio para que Ruth Brito de Figueiredo Melo trabalhe com uma das turmas de 1º ano do ensino médio desta escola no turno da tarde, para que ela possa desenvolver sua pesquisa de mestrado.

Campina Grande, de de 2010.

APÊNDICE B – AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA PARA CONSENTIMENTO DOS PAIS DOS ALUNOS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

Termo de compromisso livre e esclarecido para menores de idade

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, eu,
..... declaro para os devidos fins, que dou meu consentimento, de livre e espontânea vontade para participação do menor, na pesquisa: “A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE MODELLUS NO ENSINO DE FÍSICA E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA”, sob a responsabilidade da pesquisadora Ruth Brito de Figueiredo Melo.

O meu consentimento para o referido menor participar da pesquisa se deu após ter sido informado pela pesquisadora, de que:

- 4 A pesquisa se justifica, pois seu desenvolvimento gerará informações que possam melhorar o processo de ensino-aprendizagem da física.
- 5 Seu objetivo é avaliar a Influência do software Educacional Modellus na aprendizagem dos conceitos físicos relacionados ao Movimento Uniforme e Movimento Uniforme variado. Os dados serão coletados através de técnicas e instrumentos apropriados à pesquisa descritiva analítica proposta.
- 6 A participação do menor será estritamente voluntária, mesmo depois de minha autorização, tendo a liberdade de se retirar do estudo, antes, durante ou depois da finalização de coleta dos dados, caso venha a desejar, sem risco de qualquer penalização ou de quaisquer prejuízos pessoais ou estudantis.
- 7 Será garantido o anonimato do menor por ocasião da divulgação dos resultados e resguardado o sigilo de dados confidenciais.
- 8 Caso sinta necessidade de contatar a pesquisadora durante e/ou após a coleta de dados, poderei fazê-lo pelo telefone 3331-4529.
- 9 Ao final da pesquisa, se for do meu interesse, terei acesso ao conteúdo da mesma, podendo discutir os dados com a pesquisadora.

Campina Grande,dede 2010.

Responsável

Pesquisador

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO⁶ PARA ENTREVISTA COM OS ALUNOS SOBRE OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE O COMPUTADOR E SOBRE O MRU E O MRUV.

Caro (a) aluno (a): Estamos desenvolvendo uma pesquisa que pretende conhecer a contribuição da utilização da informática educativa, com o uso do software educacional *Modellus* no processo de ensino dos conceitos físicos relacionados ao movimento retilíneo uniforme (M.R.U) e o movimento retilíneo uniforme variado (M.R.U.V), analisando o desempenho dos alunos na resolução de questões utilizando este software. Responda com sinceridade, pois nos comprometemos em manter seu nome sob sigilo.

Atenciosamente,

Ruth Brito de Figueiredo Melo

(Mestranda do MECEM da UEPB/PB)⁷

Dra. Filomena Maria Gonçalves da S. C. Moita

Docente – Orientadora

1ª PARTE – Sobre o uso do computador

- Idade: _____ Sexo: M() F()
- 3 Tem computador em casa? Sim () não ()
- 4 Caso não, se o utiliza onde? _____
- 5 Usa com que frequência? Sim () não ()
- 6 Costuma usar com que finalidade? _____
- 7 Se você usa computador, ele tem acesso à internet? Sim () não ()
- 8 O que você acha de utilizar o computador através de software educativo nas aulas de física? _____
- 9 Enumere em ordem crescente as principais atividades que você realiza no computador?
- 10 () Digitar textos.

⁶ Questionário adaptado de: LAHERA, Jesus. FORTEZA, Ana. Ciências físicas nos ensino fundamental e médio: modelos e exemplos. (Porto Alegre: Artmed, 2006).

⁷ Mestrado Profissional Ensino de Ciências e Matemática MECEM/PB – UEPB – Fone: 083 – 3315-3409

- 11 () Construção de tabelas e gráficos.
 - 12 () Fazer slides e transparências.
 - 13 () Construir páginas em *web* (Internet)
 - 14 () Pesquisar na Internet.
 - 15 () Navegar na Internet.
 - 16 () Enviar e receber e-mail
 - 17 () Entretenimento (jogos)
 - 18 () Entrar em salas de conversação
 - 19 () Ler jornais, revistas, artigos, etc.
- Em sua escola, os professores utilizam, ou já utilizaram em suas aulas recursos tecnológicos, como exemplo dos softwares educativos? Quais e com que frequência? _____
- Neste espaço faça as considerações que achar necessário, caso este questionário não tenha contemplado.
-

PARTE 2 - Sobre os Conceitos Físicos Específicos

1. Você sabe o que é um plano cartesiano? Justifique sua resposta.

2. Você sabe o que são os eixos de abscissa e ordenada, e a origem num plano cartesiano? Justifique. _____
3. Você compreende os cálculos e fórmulas matemáticas que são utilizados durante as aulas de física, para expressar os fenômenos físicos? Sim () não ()
4. Em sua opinião, no estudo sobre o Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniforme variado, o que você considera mais difícil e mais fácil de compreender, e por quê? _____
5. Explique do seu modo, o que significam as palavras rapidez e lentidão:
Rapidez _____
Lentidão _____
6. Na lista a seguir de seres em movimento, marque com um x os lentos e com xx os rápidos:

Girafa correndo	A lua
Caracol andando	Bola do Pênalti
Homem caindo	Mosca voando

8. Que prova você faria para saber se Daniel corre mais rápido do que Guilherme? _____

9. Velocidade. O que significa esta palavra? _____

9. Indique situações da vida real em que você usa a palavra velocidade.

Situação 1 - _____

Situação 2 - _____

10. Complete o quadro abaixo:

Ação	Como medimos?
Habilidade de digitar no computador	
O crescimento do cabelo	
O toca-cd funcionando	

11. Em uma viagem de carro, você percebe que o velocímetro está quebrado e não marca a velocidade. Se você anda em uma estrada bem sinalizada, o que você faz para saber a velocidade do carro? _____

12. O motor de um carro perde óleo, gotejando. Depois de fazer um percurso foram observadas as manchas de óleo na estrada, em dois trechos.

TRECHO A	TRECHO B
○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

Como o carro corria em cada trecho? _____

13. Em uma prova de natação (distancia de 50 metros) Ana gastou 60 segundos para chegar. Qual foi a velocidade desenvolvida por ela? _____

14. O que queremos expressar exatamente quando dizemos: um carro está a 72 km/h se só esteve correndo por 15 minutos? _____

APÊNDICE D – TABELA DE DADOS COLETADOS DO CONHECIMENTO PRÉVIO DOS ALUNOS SOBRE O USO DO COMPUTADOR.

PARTE 1

Alunos	Idade	Sexo	Tem Computador	Usa com Freq.	Finalidade	Acesso à Internet	Curso Inform.	Gostaria usar Soft Física
Aluno 1	15	F	Sim	sim	diversão e pesquisa	Sim	sim	Sim
Aluno 2	15	F	Sim	sim	diversão	Sim	sim	Sim
Aluno 3	16	M	Não	sim	diversão	Sim	não	Sim
Aluno 4	16	M	Sim	sim	pesquisa	Sim	sim	Sim
Aluno 5	14	F	Não	não	diversão	Sim	não	Sim
Aluno 6	17	F	Não	sim	pesquisa	Sim	não	Sim
Aluno 7	16	M	Não	sim	diversão	Sim	não	Sim
Aluno 8	16	F	Não	sim	diversão	Sim	não	Sim
Aluno 9	16	F	Não	sim	pesquisa e diversão	Sim	sim	Sim
Aluno 10	16	F	Não	sim	pesquisa e diversão	Sim	sim	Sim
Aluno 11	16	M	Sim	sim	pesquisa e diversão	Sim	sim	Sim
Aluno 12	16	F	Sim	sim	pesquisa e diversão	Sim	sim	Sim

PARTE 2

Alunos	Ordem crescente das principais atividades que você realiza no computador?									Prof. usa Rerc. Tec	Prof. já usou Soft Edu
	Tabalhos Graficos	Slides	Pagina Web	Pesquisa Internet	Navegar Intenet	Emails	Entreted . Jogos	Salas Conver .	Ler Jornal ETC		
Aluno 1	5	3	4	1	6	8	7	9	10	sim	não
Aluno 2	3	10	9	8	1	4	5	6	7	sim	não
Aluno 3	4	3	5	2	6	7	8	9	10	sim	não
Aluno 4	3	4	5	6	2	7	8	9	10	sim	não
Aluno 5	8	9	6	5	2	1	7	3	10	não	não
Aluno 6	7	8	6	5	2	1	9	3	10	não	não
Aluno 7	9	7	8	5	1	4	3	2	10	sim	não
Aluno 8	8	7	9	5	1	4	3	2	10	sim	não
Aluno 9	5	4	2	1	6	8	9	7	10	não	não
Aluno 10	5	4	2	1	6	8	9	7	10	não	não
Aluno 11	10	6	7	2	1	3	5	4	9	sim	não
Aluno 12	9	6	7	1	2	3	5	4	10	sim	não

**APÊNDICE E – TABELA SOBRE OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS
SOBRE O MRU E O MRUV.**

Alunos	Plano Cartesiano	abscissa ordenada	compreende form. calc. Fis.	M.U e M.U.V tem dif. Comp.	significado rapidez	significado lentidão	Seres mais lento	Seres mais rápido
Aluno 1	sim é o gráfico	sim x e y	mais ou menos	sim o M.U.V.	algo rápido	devagar	girafa correndo, caracol andando, homem caindo	a lua, bola de penalti e mosca voando
Aluno 2	Sim	sim	sim	mais ou menos	veloz	devagar	girafa correndo, caracol andando, homem caindo	a lua, bola de penalti e mosca voando
Aluno 3	sim, o gráfico	não	não	Difícil	rapido	devagar	girafa correndo, caracol andando, homem caindo	a lua, bola de penalti e mosca voando
Aluno 4	sim o gráfico	não	não	Difícil	rapido	devagar	girafa correndo, caracol andando, homem caindo	a lua, bola de penalti e mosca voando
Aluno 5	sim o gráfico	não	sim	Facil	acelerado	devagar	girafa correndo caracol andando	homem caindo, a lua, bola do penalti, mosca voando
Aluno 6	sim gráfico	não	mais ou menos	mais ou menos	rapido	devagar	girafa correndo ,caracol andando	homem caindo, a lua, bola do penalti, mosca voando
Aluno 7	Não	graficos	mais ou menos	as formulas	veloz e agil	vagaroso e dormencio	girafa correndo, caracol andando e a lua	homem caindo, bola do penalti e mosca voando
Aluno 8	Não	grafico	sim	as formulas e os calculos são difíceis de entender	velocidade	vagaroso	girafa correndo caracol andando e a lua	homem caindo, bola do penalti e mosca voando
Aluno 9	sim pitagoras	não	não	M.U.V é mais difícil pq as contas são difíceis de entender	veloz e agil	devagar e lento	caracol andando, a lua e mosca voando	girafa correndo, homem caindo e bola de penalti
Aluno 10	mais ou menos	não	não	M.U.V é mais difícil pq as contas são difíceis de entender	velocidade e agilidade	devagar e lento	caracol andando, a lua e mosca voando	girafa correndo, homem caindo e bola de penalti
Aluno 11	figura geometrica	sim	sim	M.U.V é mais difícil as contas	acelerado	retardado	caracol andando, a lua	girafa correndo, homem caindo e bola de penalti e mosca voando
Aluno 12	Graficos	graficos	sim	M.U.V. é difícil os cálculos	acelerado	retardado	caracol andando e a lua	girafa correndo, homem caindo e bola de penalti e mosca voando

Continua ...

CONTINUAÇÃO DA TABELA SOBRE OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS SOBRE O MRU E O MRUV.

PARTE 2 –

Alunos	Significado velocidade	Sit. Cotid. Velocidade de	Mede Digit. Comp.	Mede cresc. Cabelo	Mede cdplayer	Veloc. quebrado	Gostas de Oleo	Prova de Nat. 50m	Carro 72km/h 15min
Aluno 1	relação entre espaço decorrido e tempo gasto	carro em alta velocidade e, atrasada correndo	velocidade	Centímetros	tempo	lombada eletrônica	trecho a ligeiro, trecho b devagar	aceleração	que anda quilômetros por hora independente do tempo decorrido
Aluno 2	espaço e tempo	carro na rua e correndo pra casa	velocidade	Centímetros	tempo gasto	placas	trecho a ligeiro, trecho b devagar	aceleração	anda 72km em 1 hora
Aluno 3	o movimento inicial e final	carro e pessoa correndo	digitação	Tempo	força	as placas de kilometragem	não sei	não sei	corre bem rapido
Aluno 4	o movimento final e inicial	pessoa correndo e o carro na rua	digitação	Tempo	força	as placas	não sei	não sei	correndo rapido
Aluno 5	uma forma de movimentação	atravessar a rua	Rapido	Lento	rapido	o tempo de chegada	trecho a rapido, e B devagar	300m/s	pq sua velocidade é cte
Aluno 6	Movimento	pegar o onibus	rapidez	Lentidão	rapidez	o tempo decorrido	trecho a rapido, e B devagar	não sei	sua velocidade não muda
Aluno 7	Rapido	Corer	Rapido	Lento	rapido	as placas	A rapido e B lento	0,83 m/s	
Aluno 8	agil e veloz	pegar o onibus	Rapido	Lento	rapido	olha as placas	A rapido e B lento	não sei	esta a 72 km por hora
Aluno 9	rapido e veloz	menino correndo e carro veloz	velocidade	Centímetros	tempo	lombada eletrônica	trecho a rapido e b lento	30 cm/s	desenvolve 72 km/h
Aluno 10	rapidez e velocidade	carro veloz	velocidade e agilidade	Centímetros	tempo	lombada eletrônica	a rapido e b lento	30 cm/s	sua velocidade
Aluno 11	Corer	menino correndo	velocidade	Tempo	ação e reação	o tempo percorrido vezes a distancia	A veloz e B lento	30 cm/s	a velocidade
Aluno 12	o carro correndo	carro correndo	velocidade	Tempo	ação e reação	o tempo percorrido vezes a distancia	A veloz e B lento	0,83 m/s	que está a 72 km/h

Concluída.

APÊNDICE F – ATIVIDADES COM O SOFTWARE MODELLUS SOBRE O MRU E MRUV.

PARTE I - Abra o arquivo “MU_cachorro e menina. mdl” observe a primeira situação e responda:

Situação 1 – uma menina está a 200 metros de sua casa, quando o seu cachorro avista a sua chegada:

- a) Se a menina ficar parada e o seu cachorro correr a 10 m por segundos, em quanto tempo após eles se encontrarão?
- b) Qual a posição de encontro quando eles se encontrarão? obs: admita o sentido da trajetória positiva sentido a abscissa positiva (esquerda para a direita) .
- c) Qual é a forma da trajetória desse movimento?
- d) Que tipo de movimento possui cada um dos corpos?
- e) Qual o valor da velocidade desenvolvida pela menina?
- f) Qual o valor da velocidade desenvolvida pelo cachorro?

Situação 2 – Se a menina correr a 4 m/s e o cachorro a 6ms, responda:

- Em que posição eles se encontrarão?
- Observando o gráfico da velocidade da menina, ele é positivo ou negativo?
- Observando o gráfico da velocidade do cachorro, ele é positivo ou negativo?
- Qual o valor da velocidade desenvolvida pela menina?
- Qual o valor da velocidade desenvolvida pelo cachorro?

PARTE II

Abra o arquivo “MU_ponte. mdl” e responda:

- a) Como você poderia encontrar a velocidade do veículo?
- b) Quanto tempo o veículo leva para percorrer a ponte? Em que posição eles se encontrarão?
- c) Qual é a velocidade desenvolvida pelo carro ao passar na ponte?
- d) Qual é o tipo do movimento desenvolvido pelo carro?

ATIVIDADES COM O SOFTWARE MODELLUS – PARTE III

Abra o arquivo “MUV_trem. mdl” e responda:

- Um carro está a 200m de um cruzamento com uma velocidade de 5 m/s, quando vê um trem se aproximando. Determine a aceleração que o carro deve adquirir para chegar ao mesmo tempo em que o trem, sabendo que o trem está a 400m do cruzamento e tem uma velocidade constante de 40 m/s.
- Em que tempo foi que eles chegaram juntos?
- Qual é o tipo de movimento desenvolvido pelo trem e por quê?
- Como ficou o gráfico do movimento desenvolvido pelo trem?
- Qual é o tipo do movimento desenvolvido pelo carro e por quê?
- Como ficou o gráfico do movimento desenvolvido pelo carro?

APÊNDICE G – TABELA SOBRE AS RESPOSTAS DAS ATIVIDADES RESPONDIDA PELOS ALUNOS UTILIZANDO O SOFTWARE MODELLUS, REFERENTE AOS EXEMPLOS 1 E 2 (MENINA E CACHORRO. MDL E PONTE. MDL).

Exemplo 1: Situação 1						
Equipes	A	B	C	D	E	F
dupla A	20 s	200 m	retilíneo	uniforme	0	10 m/s
dupla B	20 s	200 m	retilíneo	uniforme	0	10 m/s
dupla C	20 s	200 m	retilíneo	uniforme	0	10 m/s
dupla D	20 s	200 m	retilíneo	uniforme	0	10 m/s
dupla E	20 s	200 m	retilíneo	uniforme	0	10 m/s
dupla F	33 s	200 m	retilíneo	uniforme	0	10 m/s
Exemplo 1: Situação 2						
Equipes	A	B	C	D	E	
dupla A	20s e 120m	decrésciente	crecente	4 m/s	6m/s	
dupla B	20s e 120m	decrésciente	crecente	4 m/s	6m/s	
dupla C	20s e 120m	decrésciente	crecente	–	6m/s	
dupla D	20s e 120m	decrésciente	crecente	4 m/s	6m/s	
dupla E	20s e 120m	decrésciente	crecente	6 m/s	10m/s	
dupla F	20s e 120m	decrésciente	crecente	4 m/s	6m/s	
Exemplo 2						
Equipes	A	B	C			
dupla A	10 s	40 m/s	uniforme			
dupla B	10 s	40 m/s	uniforme			
dupla C	10 s	40 m/s	uniforme			
dupla D	10 s	40 m/s	uniforme			
dupla E	10 s	40 m/s	uniforme			
dupla F	10 s	40 m/s	uniforme			

APÊNDICE H - DESCRIÇÃO DAS RESPOSTAS DAS DUPLAS DO QUESTIONÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES DO MODELLUS REFERENTE AO EXEMPLO 3 (TREM. MDL).

DUPLA A

Questão A - resposta: $a = 3 \text{ m/s}^2$

Questão B – resposta: $t = 10 \text{ s}$

Questão C – resposta: movimento uniforme variado, porque não há variação de velocidade.

Questão D – resposta: sem variação

Questão E – resposta: Movimento uniforme variado porque há variação de velocidade.

Questão F – resposta: em curvas devido a variação de velocidade

DUPLA B

Questão A - resposta: $a = 3 \text{ m/s}^2$

Questão B – resposta: $t = 10 \text{ s}$

Questão C – resposta: movimento uniforme, porque não há variação de velocidade.

Questão D – resposta: sem variações e totalmente uniforme

Questão E – resposta: Movimento uniformemente variado porque há variações de velocidade.

Questão F – resposta: em curva pelas variações de velocidade

DUPLA C

Questão A - resposta: $a = 3 \text{ m/s}^2$

Questão B – resposta: Chegaram juntos em 10 s

Questão C – resposta: movimento uniforme, porque há variação de velocidade do carro, diferentemente do trem.

Questão D – resposta: sem variação de velocidade, pois a velocidade do trem é constante.

Questão E – resposta: Movimento uniforme variado porque há variação de velocidade.

Questão F – resposta: faz uma pequena curva, por conta da variação da velocidade.

DUPLA D

Questão A - resposta: $a = 3 \text{ m/s}^2$

Questão B – resposta: em 10 s.

Questão C – resposta: movimento uniforme, porque não há variações de velocidade.

Questão D – resposta: sem variações.

Questão E – resposta: Movimento variado porque há variações de velocidade.

Questão F – resposta: em curvas variações de velocidade

DUPLA E

Questão A - resposta: $a = 3 \text{ m/s}^2$

Questão B – resposta: $t = 10 \text{ s}$

Questão C – resposta: movimento uniforme porque sua velocidade não muda, é constante.

Questão D – resposta: o gráfico do trem nos mostra mais uma vez que o movimento do trem foi constante, sua velocidade não variou.

Questão E – resposta: Movimento variado porque sua velocidade mudou.

Questão F – resposta: nos mostra que a velocidade do carro foi alterado com o tempo.

DUPLA F

Questão A - resposta: $a = 3 \text{ m/s}^2$

Questão B – resposta: em 10 s

Questão C – resposta: movimento uniforme, porque não varia de velocidade.

Questão D – resposta: sem variações, totalmente uniforme.

Questão E – resposta: Movimento uniformemente.

Questão F – resposta: em curva pelas variações de velocidade.

APÊNDICE I - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO SOFTWARE MODELLUS RESPONDIDO PELOS ALUNOS.

1. Em sua opinião a utilização do software Modellus facilitou a aprendizagem dos conceitos físicos?

Dupla A: facilitou mais sim, porque dá pra ver em tempo real o que acontece com o objeto usado.

Dupla B: sim, pois em tempo real podemos ver numa forma projetada o assunto trabalhado.

Dupla C: sim.

Dupla D: sim, pois de maneira pratica e ate divertida conseguimos compreender a física.

Dupla E: com certeza, o manuseamento é super pratico e de ótima interação com a matéria estudada.

Dupla F: sim, ajudou mais a compreender e ter mais noção do assunto.

2. Que vantagens você poderia apontar na utilização do Modellus em relação ao ensino expositivo?

Dupla A: fica mais fácil de aprender e até mesmo de poder fazer na prática e não só na escrita.

Dupla B: um maior entendimento na teoria e utilizando os objetos na velocidade usada.

Dupla C: facilita entender melhor e mais rápido.

Dupla D: facilita a aprendizagem, e de fácil compreensão, tem ilustrações dos problemas a serem resolvidos e é de fácil utilização.

Dupla E: A aula se torna mais diferente e muito mais produtiva.

Dupla F: o manuseio é mais pratico, interage melhor com os alunos e dinamiza o aprendizado.

3. Qual a sua opinião sobre a parte visual do ambiente Modellus?

Dupla A: É interessante e dá mais vontade de aprender o assunto explicado pela professora.

Dupla B: é simples, mas bem eficaz.

Dupla C: é ótima porque visualiza as trajetórias e os movimentos dos corpos.

Dupla D: bastante compreensivo e de fácil utilização.

Dupla E: legal e criativa.

Dupla F: achei ótima, bem desenvolvida e de ótima praticidade.

4. Como você classificaria a utilização do software?

Difícil Regular Média Boa Muito boa

Dupla A – “muito boa.”

Dupla B – “boa.”

Dupla C – “muito boa.”

Dupla D – “muito boa.”

Dupla E – “boa”.

Dupla F – “boa”.

5 – Você gostaria que na sua escola nas aulas de física fossem ministradas aulas com a utilização do ambiente Modellus? Dê sua opinião.

Dupla A: sim porque como já foi dito, facilita bastante o aprendizado do adolescente.

Dupla B: com certeza. As aulas teriam uma melhor aceitação pelos alunos.

Dupla C: sim, porque as aulas ficariam mais dinâmicas e interessantes, não ficam aquelas aulas chatas e monótonas. O software induz o aluno a participar e raciocinar.

Dupla D: sim, pois além de ser prático facilita a compreensão dos alunos, quebrando a rotina da utilização da lousa.

Dupla E: sim.

Dupla F: sim, porque estaria colocando a escola no uso das tecnologias, fazendo bem com o uso dessa ferramenta.

APÊNDICE J – ROTEIRO E DESCRIÇÃO DA ENTREVISTA DO GRUPO FOCAL.

Pergunta da professora pesquisadora: Em relação ao (MRU) e ao (MRUV), quais conceitos físicos que são mais difíceis de serem compreendidos e por quê?

Fala dos alunos:

Sim, as principais dificuldades é que eu senti foi as unidades e as fórmulas; (1)

A minha maior dificuldade nas fórmulas porque são muitas daí fica difícil de decorar; (2)

Dificuldade em lembrar as funções horárias porque são muitas fórmulas e fica difícil de memorizar; (3)

Nós sentimos dificuldade nas fórmulas e nas unidades, pois é difícil de decorar para aprender; (4)

Bem a dificuldade que eu tive foi às fórmulas e na resolução das fórmulas e unidades em que se confundem as fórmulas do movimento uniforme com a do variado, pois numa a velocidade é constante e na outra a velocidade varia, ai produz uma maior dificuldade na troca, na hora de colocar as unidades e de resolver com as formulas e tudo mais.(5)

Pergunta da professora pesquisadora: Ao utilizar o software *Modellus* vocês sentiram alguma diferença na aprendizagem desses conceitos físicos?

Fala dos alunos:

Sim, eu senti uma enorme diferença por conta das ilustrações e dos movimentos das ilustrações e com isso as explicações ficam bem mais fáceis; (1)

Sim, porque como é diferente facilita a aprendizagem para o aluno; (2)

Sim, porque com a simulação do problema feito no computador fica mais fácil da gente compreender e saber o resultado; (3)

Ah, com certeza! Melhora a aprendizagem, fica mais fácil de aprender; (4)

*E bem... existe uma grande diferença das aulas teóricas, das aulas na sala de computação, porque agente aprendendo aula de computação com o software *Modellus* e bem mais fácil utilizar o manuseio é melhor e as atividades do programa para resolver as formulas e os problemas, fica bem mais fácil.(5)*

ANEXO A – FICHA DE AVALIAÇÃO DO SOFTWARE MODELLUS ⁸

Esta ficha representa uma sugestão para auxiliar os professores a registrarem suas observações sobre avaliação de um software para uso educacional.

Nome do Software: _____
Registro: _____ Localização: _____

I- IDENTIFICAÇÃO:

Autor: _____

Objetivo: _____

Resumo:

Idioma: _____ Duração: _____ Preço: _____

Armazenamento:

<input type="checkbox"/>	Disquete	<input type="checkbox"/>	CD
--------------------------	----------	--------------------------	----

II- BASE PEDAGÓGICA

Concepção Teórica de Aprendizagem:

<input type="checkbox"/>	Construtivista	<input type="checkbox"/>	Behaviorista
--------------------------	----------------	--------------------------	--------------

Justifique: _____

Como o software possibilita a realização do ciclo descrição – execução -reflexão - depuração – descrição: Descrição: _____ Execução: _____

⁸ Disponível em: < [http:// www.edutec.net/Textos/Alia/MISC/edmagali2.htm](http://www.edutec.net/Textos/Alia/MISC/edmagali2.htm). Acesso em 20/06/09. Fábria Magali Santos Vieira - Sugestão de uma Ficha para Registro da Avaliação de um Software Educativo.

Reflexão: _____
Depuração: _____

O software propicia a interação entre:

	Aprendiz x Agente de Aprendizagem
	Aprendiz x Agente de Aprendizagem X Grupo
	Aprendiz X Máquina

De que forma o "feedback" é dado ao Aluno?

Em relação ao processo de construção do conhecimento do aluno:

- Apresenta múltiplos caminhos para a solução do problema?

- De que forma possibilita à formulação e verificação de hipóteses, a análise e depuração dos resultados?

Possibilita a integração de diferentes disciplinas?

	Sim		Não	Quais? _____
III - CLASSIFICAÇÃO				
Quanto ao tipo:	Tutorial			
	Exercícios e Prática			
	Programação			
	Aplicativo: Qual: _____			
	Multimídia- Internet:		Pronto	Sistema de Autoria

	Simulação	Aberto	Fechado
	Modelagem		
	Jogos		

Quanto ao nível de aprendizado:

	Sequencial		Relacional		Criativo
--	------------	--	------------	--	----------

IV - ASPECTOS TÉCNICOS:

	Sim	Não	- Apresenta as instruções de forma clara
	Sim	Não	- Indica as possibilidades de uso
	Sim	Não	- Especifica os requisitos de hardware/software
	Sim	Não	- Facilidade de instalação e desinstalação
	Sim	Não	- Fornece o manual de utilização com linguagem apropriada
	Sim	Não	- É compatível com outros softwares e hardware
	Sim	Não	- Funciona em rede
	Sim	Não	- Importa e exporta objetos
	Sim	Não	- É auto- executável
	Sim	Não	- Possui recursos de hipertexto e hiperlink
	Sim	Não	- Dispõe de help – desk
	Sim	Não	- Apresenta facilidade de navegação

V- Conclusões:

Processo de avaliação: _____

Conclusões/Recomendações/

Sugestões: _____

ANEXO B – FOTOS DA PESQUISA



Figura A – Aluna executando a atividade com o Modellus.



Figura B – Alunos interagindo com o software.



Figura C – Alunas lendo o roteiro das atividades.



Figura D – Professora dando instruções sobre o uso do software .



Figura E – Alunos interagindo com o software.



Figura F – Alunas discutindo as atividades.