



Software Modellus: Uma ferramenta metodológica para o Ensino da disciplina de Física I na Licenciatura em Física do Instituto Federal de Rondônia

Mauro Guilherme Ferreira Bezerra^a, Maranei Rohers Penha^b, Sandra Monteiro Gomes^c,
Marta Maria Pontin Darsie^d, Rute Cristina Domingos da Palma^e

^aMestre, IFRO 1, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática/REAMEC, UFMG, Brasil.

^bDoutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática/REAMEC, Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil.

^cDoutora em Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil.

ARTICLE INFO

Recebido: 02 de abril de 2015

Aceito: 22 de abril de 2015

Palavras chave:

Ensino Universitário.
Metodologia.
Ensino de Física.

E-mail:

mauro.guilherme@ifro.edu.br
maranei.penha@ifro.edu.br
sandra.gomes@ifro.edu.br
marponda@uou.com.br
rutecristinad@gmail.com

ISSN 2007-9842

© 2015 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

Guided a mathematical formalism, the physical education has been unable to establish meaning to the daily life of the student, culminating in the lack of interest in physical education space. From this perspective, it was built simulations of physical phenomena through experimentation of a methodological tool applied during the course of Physics I, using the software Modellus. The content used was the study of the movement of bodies, developed with the 2nd period Degree in Physics from the Federal Institute of Education of Rondonia / IFRO. The purpose was to build mathematical models to visualize the physical phenomena through simulations using the software, providing opportunities to undergraduates the development of knowledge itself, and demonstrate how much a methodological tool may cause the interest and instigate the creative ability of students high school, in order that they can from it, understand everyday situations. The Modellus software is now presented as an educational contribution to physics education, and the originality of the work is presented to the extent that the use of this technology was experienced for the first time in the physics degree in IFRO, enabling a broader range of methodologies teaching, encouraging participation, curiosity, creativity and a more dynamic learning. The work was of great importance to the training process therefore approached the physics of everyday issues and contributed to the training of future teachers, enabling them to transcend to problem solving and mathematical formalism.

Pautado num formalismo matemático, o ensino de física não vem conseguindo estabelecer significado com o cotidiano do aluno, culminando no desinteresse pela física no espaço educacional. Nessa perspectiva, construiu-se simulações de fenômenos físicos por meio da experimentação de uma ferramenta metodológica aplicada durante a disciplina de Física I, utilizando-se do software Modellus. O **conteúdo** utilizado foi o estudo dos movimentos dos corpos, desenvolvido com o 2º período do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação de Rondônia/IFRO. A **finalidade** foi construir modelos matemáticos a fim de visualizar os fenômenos físicos por meio de simulações utilizando o software, oportunizando aos licenciandos a elaboração do próprio conhecimento, além de demonstrar o quanto uma ferramenta metodológica poderá provocar o **interesse** e instigar a capacidade criadora dos alunos do ensino médio, tendo em vista que os mesmos poderão a partir dela, compreender situações diárias. O software Modellus se apresenta atualmente como um aporte didático para o ensino da física, e a **originalidade** do trabalho desenvolvido apresenta-se na medida em que a utilização dessa Tecnologia foi experienciada pela primeira vez na licenciatura de física no IFRO, possibilitando uma diversificação das metodologias de ensino, estimulando a participação, a curiosidade, a criatividade e uma aprendizagem mais dinâmica. O trabalho desenvolvido teve grande **importância** para o processo de formação profissional, pois, aproximou a física de questões cotidianas e contribuiu na formação dos futuros professores, possibilitando-lhes que transcendessem à

I. INTRODUÇÃO

O desinteresse dos alunos no estudo da disciplina de física tem preocupado estudiosos e professores que lidam com essas questões no cotidiano escolar e nos bancos acadêmicos. Essa realidade, também constatada nas aulas de Física “I” no curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Rondônia, motivou a construção de simulações de fenômenos físicos utilizando o computador e software com vistas a aproximar a física de questões cotidianas e contribuir na formação dos futuros professores, possibilitando-lhes que transcendam a resolução de problemas e o formalismo matemático.

Para tais fins, utilizou-se a pesquisa-ação que de acordo Gil (2002, p. 55 *apud* Thiollent, 1985, p.14).

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

Nessa perspectiva, construiu-se simulações de fenômenos físicos por meio da experimentação de uma ferramenta metodológica aplicada durante a disciplina de Física I, utilizando-se do software Modellus para aproximar e construir procedimentos de ensino e aprendizagem a partir do conteúdo que versa sobre os estudos dos movimentos dos corpos.

O estudo teve a seguinte questão problematizadora: A construção de simulações por meio do software Modellus despertaria o interesse dos estudantes e os auxiliariam na construção de procedimentos de ensino e aprendizagem a partir de conteúdos do currículo acadêmico?

O artigo foi estruturado em duas seções, e espera-se com o mesmo contribuir com discussões que vislumbrem diferentes possibilidades para o ensino da física nos diversos espaços educativos.

II. A DISCIPLINA DE FÍSICA NO ESPAÇO DA SALA DE AULA

A disciplina de física vem apresentando alguns dilemas nos espaços formativos, pois, sua operacionalização, a apresenta como disciplina meramente decorativa fugindo do real sentido que está na compreensão de mundo e seus fenômenos.

Contudo, desmistificar tal realidade envolve repensar objetivos, conteúdos, metodologias, recursos e procedimentos avaliativos agregados as ações docentes, e a maioria, resistem as novas práticas pedagógicas, principalmente as novas tecnologias, que nos dias atuais, vem se apresentando como possibilidade para muitos profissionais que não temem inovar.

Na tentativa de superar alguns dilemas, a Secretaria de Educação Média e Tecnológica-SEMTEC-MEC, disponibilizou os Parâmetros Curriculares Nacionais-PCNEM: ensino médio. (Brasil, 2002) o qual na parte III Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, das quatro que compõem o PCNEM, discorrem sobre Biologia, Física, Química, Matemática, para as quais estabeleceu competências e habilidades a serem asseguradas por meio da seleção e desenvolvimento dos conteúdos. E para nortear o ensino da física no espaço da sala de aula o PCNEM traz um tópico sobre o conhecimento de Física e outro sobre as competências e habilidades a serem desenvolvidas em Física junto aos alunos do ensino médio.

Para Moretto (2002, p.65) habilidade é “saber fazer algo específico. Isto significa que ele estará sempre associado a uma ação física ou mental, indicadora de uma capacidade adquirida”, ou seja identificar variáveis, compreender fenômenos, relacionar informações, analisar situações-problema, sintetizar, julgar, correlacionar e manipular são, portanto, exemplos de habilidades.

Cruz (2001, p.31) define competência como a “capacidade que as pessoas desenvolvem de articular, relacionar os diferentes saberes, conhecimentos, atitudes e valores, construídos por intermédio de sua vivência e por meio dos

conhecimentos construídos na escola. Esta articulação e relação se constroem a partir das necessidades da vida diária, das emoções e do enfrentamento das situações desafiadoras com as quais temos que dialogar”.

Quanto ao conhecimento da Física espera-se conforme o (PCNEM, 2002, p. 229) que:

[...] o indivíduo tenha compreensão de mundo através de processos como a investigação, onde podemos observar os mistérios do mundo submicroscópico ou mesmo interpretações pelas quais analisamos fenômenos e processos naturais, situado e dimensionando a interação entre homem e natureza. No ensino médio para que tal conhecimento seja adquirido pelo aluno é imprescindível a contextualização dos fenômenos com a sua realidade, pois a partir de observações do cotidiano despertam curiosidades gerando interesse no Ensino de Física.

Mas para que tais competências e habilidades se estabeleçam nos processos de ensino é necessário que os professores repensem suas práticas e metodologias.

Os Parâmetros Curriculares de Física (Brasil 2006, p.1-4) destacam pontos relevantes e outros que precisam ser superados, conforme posto a seguir:

(...) construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade.

No entanto, as competências para lidar com o mundo físico não têm qualquer significado quando trabalhadas de forma isolada. Competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos. Elas passam a ganhar sentido somente quando colocadas lado a lado, e de forma integrada, com as demais competências desejadas para a realidade desses jovens.

O Ensino de Física vem deixando de concentrar-se na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso dar-lhe um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média.

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável.

Sendo assim, é necessário repensar as práticas estabelecidas nos diferentes níveis de educação uma vez que, ao professor, cabe superar a fragmentação contextual e práticas tradicionais, e ao licenciando em física, futuros professores da educação básica, essas novas metodologias pedagógicas e laboratoriais são de extrema importância nesse processo de formação inicial. Motivo que se propôs a utilização do *software* Modellus como uma das metodologias a ser adotada no ensino da Física.

III. USO DE ANIMAÇÕES INTERATIVAS COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE FÍSICA I. SOFTWARE MODELLUS

Dados indicam elevado número de reprovações na disciplina de física devido as características do modelo educacional vigente, que deixam o conteúdo com uma natureza muitas vezes abstrata dificultando o seu entendimento (Medeiros & Medeiros, 2002).

Para reverter quadro, atentar as novas propostas didáticas e metodológicas pode ser uma alternativa. E a utilização do computador por meio de softwares educativos voltados a aprendizagem tem demonstrado ser uma ferramenta útil no auxílio do professor durante as aulas.

Conforme Yamamoto & Barbeta, (2001) essa ferramenta é uma alternativa que visa melhorar o ensino de física, uma vez que o valor de uma atividade experimental não está nos cálculos, mas, na sua interpretação física.

Sendo assim, o uso de simulações virtuais dos fenômenos físicos como ferramenta de suporte em atividades experimentais pode contribuir de forma significativa para a aprendizagem, uma vez que ela possibilita o aluno interpretar situações físicas de difícil reprodução em sala de aula, experienciada, vivenciada com o software Modellus.

III.1 Software Modellus

O software Modellus é um programa de modelagem matemática gratuito desenvolvido pela Universidade Nova de Lisboa em Portugal com intuito de facilitar a compreensão e o entendimento dos fenômenos físicos, podendo ser instalado no sistema operacional Windows, ou compilado em qualquer sistema operacional que tenha suporte ao JAVA, com possibilidade de acesso gratuito no endereço eletrônico < <http://modellus.fct.unl.pt/> >.

Com o Modellus, alunos e professores podem criar e explorar modelos matemáticos aplicáveis a muitos fenômenos naturais. Sua utilização é de fácil aprendizagem.

O software dispõe de ferramentas em espaços separados por categoria e em cada uma dessas categorias suas respectivas ferramentas. Tomemos como exemplo o seguinte fenômeno: um carro em movimento.

- Animação: permite analisar o comportamento de determinado fenômeno físico de uma forma interativa e visual. Como exemplo temos o movimento de carro que se desloca sobre uma linha horizontal desenvolvendo, hora uma velocidade constante, hora uma velocidade variável.
- Tabela: é possível obter dados onde podem ser analisados quanto a sua veracidade. Nesta ferramenta são apresentados os dados em forma de tabelas dinâmicas onde os parâmetros posição e velocidade se alteram conforme o tempo.
- Gráfico: possibilita relacionar mais de uma grandeza proporcionando uma melhor compreensão do fenômeno físico. Os dados gerados na tabela são representados visualmente através de gráficos.
- Modelo: contribui nas utilizações de fórmulas matemáticas que descreve o fenômeno. É a representação matemática do fenômeno estudado, no caso as fórmulas do movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado.

Abaixo apresentamos a tela inicial do software Modellus.

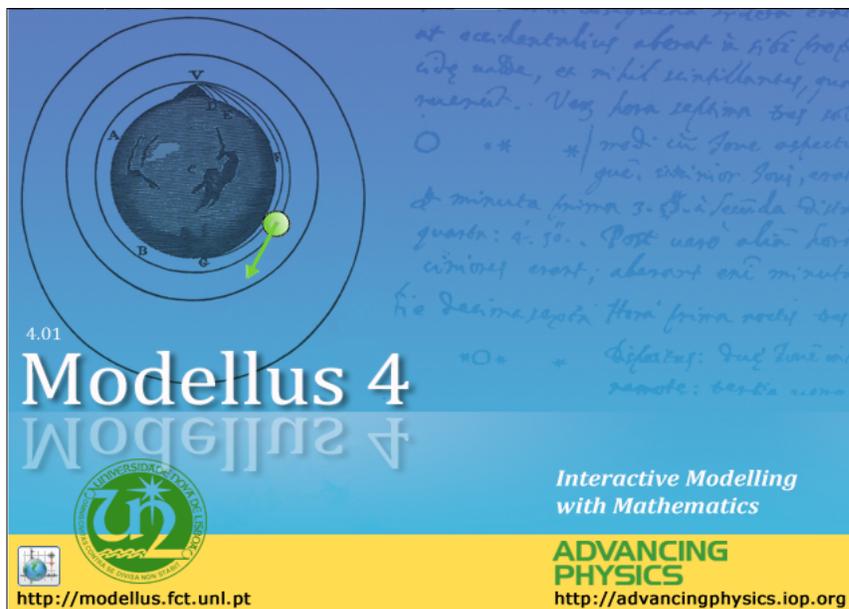


FIGURA 1. Ambiente inicial do software Modellus.

O software Modellus proporciona explorar várias representações do objeto em estudo e obter o mesmo sob diferentes perspectivas (fórmulas, gráficos, vetores e animações), por meio do qual poderá ser trabalhado sob diferentes visões por parte do aluno ou professor, explorando sua capacidade de criação e visualização dos modelos mentais (Teodoro *et al.*, 2000).

Com esta ferramenta metodológica em uma aula de física seria possível a exploração de todas essas perspectivas que o software *Modellus* dispõe, o que seria impraticável somente com o uso de quadro branco e pincel.

No desenvolvimento das atividades de ensino por parte do professor e de aprendizagem por parte dos alunos, há duas formas para proceder a utilização do software *Modellus*, que de acordo com Machado e Costa (2009, p.45-50), é denominado de exploratório e expressivo. Tais procedimentos quando adotados pelo professor da disciplina de física oportunizam a ampliação do conhecimento por meio de perspectivas que apenas com a utilização de metodologias e recursos tradicionais não seriam possibilitados.

Conforme os mesmos autores (2009, p.45-50) o modo exploratório é o “modo no qual o estudante desenvolve a parte de análise e observação, pois as simulações ou modelos já estão prontos e muitas vezes já foi desenvolvida, explorando assim a interação por meio de dados pré-definidos”. Já o modo expressivo “os estudantes e professores com alguns requisitos mínimo constroem suas próprias simulações e modelos, determinado a forma como irão trabalhar podendo assim explorar as diversas fases do aprendizado”.

III.2 Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado: Um conteúdo desenvolvido com o uso do software *Modellus*

O movimento retilíneo uniforme e movimento retilíneo uniformemente variado compõe o currículo do 1º ano do ensino médio e tem fundamental importância por permitir a compreensão de situações como, por exemplo, o cálculo da duração de uma viagem de ônibus até a cidade vizinha ou ainda, observar os movimentos dos corpos ao seu redor.

Nos livros didáticos esses conteúdos fazem parte da cinemática, que geralmente é trabalhado nos 1º e 2º bimestres.

Segundo Ramalho Junior (2009, p.27-29) afirma “O movimento é uma característica do Universo que pode ser observada nas mais variadas situações do cotidiano, como os graciosos passos de uma bailarina, o movimento dos automóveis, agitação dos átomos e moléculas no microcosmo e a movimentação das estrelas e galáxias no macrocosmo.

A cinemática é a parte da física que descreve os movimentos e procura determinar a posição, a velocidade e a aceleração de um corpo em cada instante”.

Via de regra, cabe ao professor ensinar tais conteúdos, mas, geralmente, faz uma abordagem puramente matemática tecendo fórmulas para descrever o movimento de objetos imateriais (pontos e partículas).

Entretanto, se os conteúdos forem abordados utilizando como ferramenta de ensino o *software* *Modellus*, é possível construir simulações de fenômenos físicos e despertar o interesse dos estudantes, auxiliando-os na construção de procedimentos de ensino e aprendizagem a partir de conteúdos do currículo acadêmico.

IV METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, localizado na cidade de Porto Velho-RO no ano de 2012. Como colaboradores contou-se com o 2º período do Curso de Licenciatura em Física com um total de 28 alunos matriculados, porém frequentes apenas 18 acadêmicos, com a faixa etária entre 18 a 45 anos.

Ciente que a falta de aplicabilidade dos conceitos estudados na física é um dos principais fatores que levam os alunos ao desinteresse, pois a ênfase em resolução de exercícios e o incontável número de fórmulas que o aluno deve ter em mente desvia o foco principal da Física que é a utilização e aplicabilidade do aprendido na vida cotidiana, que se utilizou como aporte metodológico a pesquisa-ação.

A pesquisa-ação segundo Gil (2002, p.55), busca a solução de problemas. Para tanto, o estudo concentrou-se na utilização do software *Modellus* nos seus modos exploratório e expressivo, onde os estudantes analisaram modelos

prontos e posteriormente construíram seus próprios modelos superando o formalismo matemático estabelecendo significado com o cotidiano do aluno.

V RESULTADOS DISCUSSÕES E ANÁLISES

O software Modellus foi utilizado para os estudos dos movimentos dos corpos durante a disciplina de física I, por meio do qual objetivou-se aplicar os conceitos estudados na física e construir procedimentos de ensino capazes de superar o formalismo e distanciamento da física das questões cotidianas. Para tais fins planejou-se ações que foram divididas em seis etapas conforme descritas a seguir:

1ª etapa. Elaboração de plano de aula.- Neste momento elaborou-se um plano de aula no qual contemplou-se o conteúdo **movimento dos corpos** mais precisamente o conceito de movimento retilíneo uniforme e movimento retilíneo uniformemente variado para uma turma de licenciatura em física. Tal etapa permitiu assegurar os procedimentos metodológicos que foram utilizados quando da aplicação dos planos de aula (Gil, 2002, p.162).

2ª etapa. Aula expositiva.- Foi apresentado aos alunos o conceito teórico e suas aplicações do determinado fenômeno físico por meio do quadro branco explorando nos modelos matemáticos resolução de exercícios e proposto uma atividade utilizando um software de simulação para observarem uma proposta metodológica diferenciada para se trabalhar em sala com seus futuros alunos do ensino médio.

Ao desenvolver esta etapa do plano fizeram uso do método tradicional a partir da seguinte sequência orientada por Libâneo: “a) prepara o aluno (definição do trabalho, recordação da matéria anterior, despertar o interesse); b) apresenta (realce de pontos-chaves, demonstração); c) associa (combinação do conhecimento novo com o já conhecido por comparação e abstração); d) generaliza (dos aspectos particulares chega-se ao conceito geral, é expõe sistematizada); e) aplica (explicação de fatos adicionais e/ ou resoluções de exercícios)” (Libâneo, 1999, p. 24).

3ª etapa. Exploração do software.- Um aluno em cada computador sob orientação do professor da disciplina de Física I foram clicando nas funcionalidades do software Modellus, a fim de familiarizar-se, conhecer o referido software. Ao conduzir os alunos ao laboratório para a realização desta ação assegurou-se a exploração de várias representações do movimento retilíneo uniforme e movimento retilíneo uniformemente variado, permitindo aos alunos obterem por meio de fórmulas, gráficos, vetores e animações, diferentes visões explorando sua capacidade de criação e visualização dos modelos mentais (Teodoro *et al.*, 2000). Assim ficou oportunizada as competências e habilidades “Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si” (PCNEM, 2002, p. 237).

4ª etapa. Simulação.- A simulação realizada foi sobre movimento retilíneo uniforme por meio de uma imagem de um carrinho visto nas figuras 2 e 3, onde os alunos executaram e analisaram a simulação através dos pontos de vista do modelo matemático e seus respectivos gráficos do espaço versus tempo ($s \times t$) e velocidade versus tempo ($v \times t$), destacando a importância de ser observar uma simulação de um fenômeno físico com parâmetros previamente estabelecidos.

Nesta etapa percebe-se que o uso da simulação não só atrai o interesse dos alunos como também proporciona uma visão diferenciada do fenômeno em estudo. Na prática o valor uma atividade experimental não está nos cálculos, mais sim na sua interpretação física (Yamamoto & Barbeto 2001).

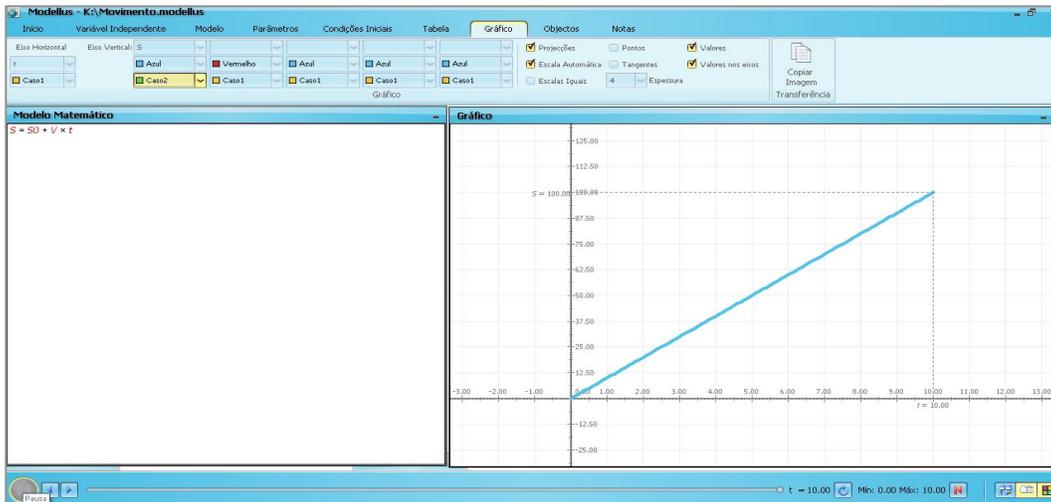


FIGURA 2. Janelas Modelo matemático e gráfico sendo exibidas.

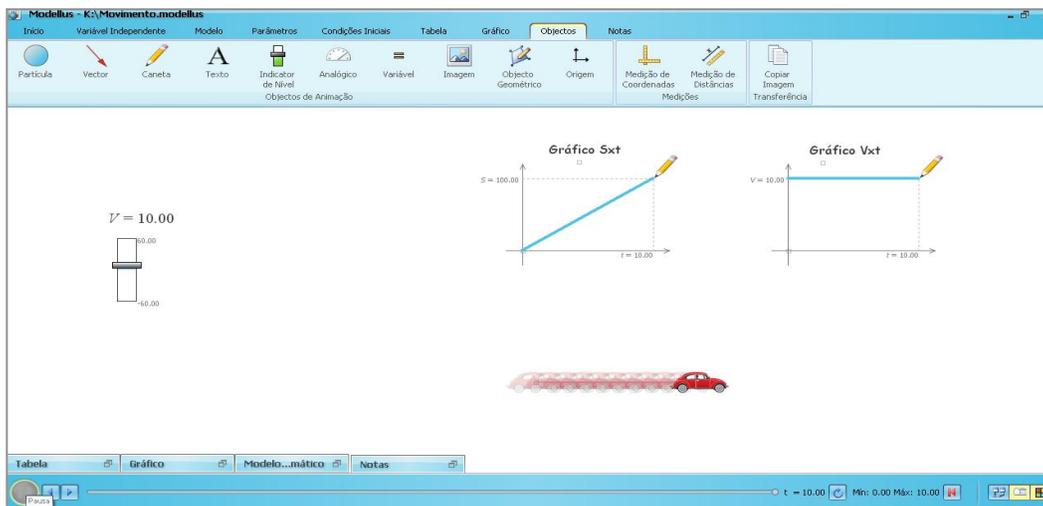


FIGURA 3. Janela principal exibindo o movimento do carrinho conforme um dos casos.

5^a etapa. Construção.- Os alunos construíram suas próprias simulações a partir do conteúdo em foco - Movimento Uniformemente Variado. A partir das simulações exploraram os fenômenos realizados sobre o modelo matemático e seus respectivos gráficos.

No processo de construção da simulação ficou visível a utilização dos conhecimentos adquiridos nas atividades anteriores, sendo possível uma análise mais crítica por parte dos alunos, pois através do modo expressivo, que segundo Machado e Costa (2009, p. 45-50), “os estudantes e professores com alguns requisitos mínimo constroem suas próprias simulações e modelos, determinado a forma como irão trabalhar podendo assim explorar as diversas fases do aprendizado”. Nesta construção possibilitou-se as competências e habilidades “Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões” (PCNEM, 2002, p.237).

6^a etapa. Comparação.- Ao se comparar os modos de utilização metodológica do software Modélus deve-se considerar o que segue: Os modos possuem objetivos diferentes quanto a sua aplicação, podendo ser utilizados

de forma independente, porém pode-se utilizá-los de maneira integrada para facilitar o entendimento do processo de construção das simulações.

Pontos positivos modo exploratório: os conceitos físicos são aprendidos durante a execução da simulação; proporciona fácil correlação entre o fenômeno estudado, representação gráfica e modelagem matemática; facilidade na execução. É possível, por exemplo, observar a evolução do movimento em uma simulação e fazer uma correlação com o gráfico gerado podendo, assim, determinar o tipo de movimento.

Pontos positivos modo expressivo: desenvolve a capacidade de abstração lógico-matemática dos fenômenos físicos; possibilita a contextualização dos conteúdos, por exemplo, cria uma simulação onde o aluno pode gradativamente aumentar a quantidade de variáveis envolvidas e, deste modo, aumentar o grau de abstração sobre o fenômeno estudado.

Quanto aos pontos negativos, verificou-se em ambos os modos os participantes necessitam de um conhecimento mínimo na área da informática e que tal prática pedagógica nunca poderá substituir as práticas experimentais e sim complementá-las, contudo é uma ferramenta metodológica alternativa no Ensino da Física.

VI. CONCLUSÕES

O uso de diferentes ferramentas metodológicas mostra-se como alternativa viável para ensino de física, e uma que vem se destacando é o uso de software de simulação dos fenômenos físicos. Nessa perspectiva, construiu-se simulações de fenômenos físicos por meio da experimentação de uma ferramenta metodológica aplicada durante a disciplina de Física I, onde utilizou-se o software Modellus para o estudo dos movimentos dos corpos.

As ações desenvolvidas utilizando-se software Modellus além de estabelecer significado ao cotidiano do aluno, possibilitou reflexões acerca de suas futuras práticas.

A partir do estudo, concluiu-se que o software Modellus se apresenta como um aporte didático para o ensino da física, por possibilitar a participação, a curiosidade, a criatividade e uma aprendizagem mais dinâmica superando a resolução de problemas e o formalismo matemático.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos em especial aos acadêmicos de Licenciatura em Física participantes do estudo, ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) e aos Professores Doutores da Universidade Federal do Mato-Grosso-UFMT que deram o suporte necessário para subsidiar o estudo em questão.

REFERENCIAS

Brasil, Secretaria de Educação Média e tecnológica. (2006). *Parâmetros Curriculares Nacionais-de Física PCN +: Ensino Médio*. Brasília: MEC-SEMTEC.

Brasil, Secretaria de Educação Média e tecnológica. (2002). *Parâmetros Curriculares Nacionais-PCEM: Ensino Médio*. Brasília: MEC-SEMTEC.

Cruz, C. (2001). *Competências e habilidades: Da proposta à prática*. São Paulo: Edições Loyola.

Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas. 4^a. Ed.

- Libâneo, J. C. (1999). *Democratização da Escola Pública*. São Paulo: Loyola. 16^a. Ed.
- Machado, A. F. & Costa, L.M. (2009). A utilização do software Modellus no Ensino da Física. *Revista Interagir: pensando a extensão*, 14, 45-50.
- Medeiros, A. & Medeiros, C. F. (2002). Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 24.
- Moretto, V. P. (2002). *Construtivismo, a produção do conhecimento em aula*. Rio de Janeiro: DP & A. 3^a Ed.
- Ramalho Jr. F., Nicolau, G. F. & Toledo, P. A. S. (2009). *Os fundamentos da Física Vol. 1*. São Paulo: Moderna. 10^a Ed.
- Teodoro, V. D., Vieira, J. P. & Clérigo, F. C. (2000). *Introdução ao Modellus*. Lisboa: Universidade de Nova Lisboa, Faculdade de Ciência e Tecnologia.
- Yamamoto, I. & Barbeta, V. B. (2001). Simulações de experiências como ferramenta de demonstração virtual em aulas de teoria de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 23.