

A utilização do software MODELLUS no ensino da Física

MODELLUS software application for teaching Physics

Alan Freitas Machado¹, Leonardo de Moura Costa²**Introdução**

Um dos grandes problemas enfrentados pelos alunos do Ensino Médio no Brasil consiste em compreender conteúdos que envolvam FÍSICA e MATEMÁTICA. Parte desta dificuldade se deve principalmente ao fato destes alunos não terem vivenciado no Ensino Fundamental o processo de modelagem matemática para resolução de problemas. Por outro lado, a MATEMÁTICA é um dos requisitos necessários ao domínio da modelagem no ensino da FÍSICA; logo, se existem problemas no ensino da MATEMÁTICA estes acarretam dificuldades na formação dos estudantes.

Na atualidade, para tornar o ensino da FÍSICA, a partir da modelagem matemática, algo mais atrativo, têm sido utilizados recursos computacionais que envolvem manipulação simbólica com base nos fundamentos da informática educativa, que a cada dia vem se intensificando, de modo a criar condições para que o professor possa utilizar esta ferramenta tecnológica ao ministrar suas aulas, analogamente como ocorre em outras disciplinas.

A utilização de uma ferramenta computacional faz surgir condições para que o aluno possa assimilar conhecimento antes não proporcionado pelas limitações do lápis e papel. Através do uso de modelos matemáticos inseridos em um ambiente computacional, é possível permitir ao aluno resolver uma situação e refletir sobre o significado do experimento com redução do tempo gasto com os cálculos, para que direcione a atenção na parte mais importante da atividade, a análise de suas representações. A partir do uso destes modelos computacionais, são necessários estudos mais aprofundados, que gerem ao aluno reflexões, as quais irão proporcionar uma aprendizagem mais solidificada diante do fenômeno abordado.

Resumo

Os conteúdos de FÍSICA e MATEMÁTICA são considerados de difícil compreensão. Parte desta dificuldade é atribuída principalmente, pelo fato dos alunos não apresentarem requisitos necessários no domínio da MATEMÁTICA. A minimização desta lacuna faz-se necessário a utilização, por parte do professor, de novas ferramentas, sobretudo as computacionais. O objetivo desta pesquisa foi analisar a contribuição do uso do computador com o *software Modellus* e seu auxílio para o processo de ensino da FÍSICA. O estudo é centrado na prática docente dentro de uma abordagem qualitativa, através de experiências com alunos da rede pública de ensino. Tal experimento foi realizado durante a aplicação de um curso da MATEMÁTICA. Constatou-se que o uso de *software* educacional de simulação e modelagem pode ser utilizado como um recurso que apresenta grande viabilidade no processo de ensino aprendizagem, permitindo que os alunos analisem fenômenos físicos e desenvolvam conceitos matemáticos.

Palavras-chaves: Modelagem; Ciências exatas e Softwares educativos

Área Temática: Educação

Linha da Extensão: Metodologias e Estratégias de Ensino/Aprendizagem

¹ Doutor em geofísica- área de concentração MT; E-mail: alan_m@oi.com.br – Professor Adjunto da UERJ.

² Aluno de Matemática da FFP /UERJ; E-mail: Leonardo_bma@hotmail.com

O software *Modellus* permite a construção de um laboratório virtual, que, a partir de equações matemáticas simula modelos de fenômenos físicos. Deste modo, quando o aluno descreve o modelo matemático que traduz um determinado fenômeno, o *Modellus* permite simulações computacionais, possibilitando ao aluno uma análise diferenciada da situação física¹. A modelagem matemática é de fundamental importância para proporcionar a construção e manipulação de modelos dinâmicos quantitativos, de modo que estes possam ser analisados de forma mais clara e concisa.

Muitos experimentos científicos baseados em modelos matemáticos são complexos devido às dificuldades existentes nos cálculos. O *Modellus* permite a resolução, encarregando-se de resolver suas complexidades. No entanto, a utilização da modelagem computacional no contexto educacional demanda o delineamento de uma investigação que inclua tanto o desenvolvimento de atividades de modelagem, quanto a sua efetiva utilização no cotidiano de sala de aula.

O uso de softwares no ensino da MATEMÁTICA e FÍSICA: referenciais teóricos

Em relação à escolha de um software, sua adequação depende da forma como este se insere nas práticas de ensino, das dificuldades dos alunos e da análise das situações vivenciadas por eles, para os quais o software é destinado. Cabe ao professor propor o uso de ferramentas informatizadas capazes de criar as situações favoráveis à aprendizagem dos conceitos e à superação das dificuldades dos alunos. Assim, é importante que ele tenha parâmetros de qualidade definidos, para identificar a adequação de um software às suas necessidades e objetivos.

Para analisar a aprendizagem, partiu-se do princípio construtivista de que a aprendizagem se dá por adaptação do sujeito a novas situações. Dentro do quadro teórico construtivista, o elemento que descreve o processo de adaptação é a noção de esquema², cujo conceito é descrito de um ponto de vista funcional, no qual são especificados aspectos como a adaptação e a hierarquização de esquemas, assim como as possíveis organizações cooperativas para a adaptação a novas situações.

O desenvolvimento é determinado pela maturação biológica, que oferece suporte à aprendi-

zagem através da experiência física com os objetos e do contato social. É sempre a busca de um equilíbrio (assimilação e acomodação) devido ao desequilíbrio provocado por uma nova descoberta. O indivíduo, quando colocado em contato com o ambiente físico e social, está diante de problemas que tiram o organismo do equilíbrio. Desta forma, ele está em constante mudança, isto é, adaptando-se ao meio. Essa adaptação engloba dois processos: assimilação e acomodação.

A assimilação é o processo que tem como finalidade solucionar uma determinada situação através da utilização de estruturas mentais já definidas. Porém, no processo de assimilação, muitas vezes, o indivíduo tenta solucionar problemas novos com base em estruturas antigas e não obtém êxito, pois este problema requer novas estratégias. O indivíduo, então, irá modificar suas estruturas antigas para a solução de um problema ou situação, que foi definida por Piaget como acomodação. Estes dois processos, assimilação e acomodação, são complementares e perpassam por toda a vida do indivíduo de forma dinâmica, possibilitando o crescimento, o desenvolvimento pessoal e social e a adaptação intelectual.

Vergnaud³ expande a definição do conceito de esquema na sua estrutura interna, descrevendo o processo de adaptação através da dinâmica interna de funcionamento do esquema. Nesse sentido, ele mostra que inferências são produzidas para gerar regras de ação. Os conhecimentos relativos a um campo específico do conhecimento é descrito por elementos lógicos de naturezas diferentes, a saber: funções proposicionais ou teoremas em ato, e proposições ou conceitos em ato.

Segundo Vergnaud³ um conceito é definido a partir de três instâncias: suas propriedades invariantes, os sistemas de representações e as situações de uso. Aprender um conceito matemático, portanto, implica dominar um conjunto de propriedades que geram diferentes situações e que são mediadas por diferentes sistemas de representações. Dominar um campo conceitual significa saber resolver problemas em situações diversas, nas quais determinado conceito está inserido.

Esta visão remete à ideia de que a aprendizagem não pode ser tomada de forma geral, intransitiva. Na realidade, a aprendizagem envolve sempre a aprendizagem de algo. Tal afirmação precisa ser considerada em relação à avaliação e à escolha de um software educativo: ele é relativo ao ensino.

Sobre o software *Modellus*

O *Modellus* é um programa de modelagem matemática, desenvolvido especialmente para ser uma ferramenta de ensino-aprendizagem. Com ele, alunos e professores podem criar e explorar modelos matemáticos aplicáveis a muitos fenômenos naturais. Os modelos podem ser formulados de muitas maneiras – relações funcionais, equações diferenciais, equações iterativas – e são introduzidos no programa utilizando-se a mesma linguagem empregada nos livros e salas de aula. Para usar o *Modellus*, os estudantes não precisam aprender uma linguagem de programação, tampouco familiarizar-se com metáforas computacionais.

Uma das principais características do *Modellus* é que ele permite explorar múltiplas representações do objeto que está sendo estudado. Num único ambiente, pode-se apresentar o mesmo objeto sob diferentes perspectivas: fórmulas, gráficos, vetores e animações. A capacidade de apresentar e manipular visões diferentes e complementares de uma mesma ideia, dá ao usuário do *Modellus* a oportunidade de desenvolver uma intuição sobre o que está sendo estudado, facilitando a criação e a fixação de modelos mentais apropriados.

Com o *Modellus* também é possível analisar fotos e vídeos armazenados no computador. O programa dispõe de ferramentas para fazer medidas sobre imagens colocadas na tela, o que transforma fotos e filmes em fonte importante e acessível de dados experimentais. A comparação desses dados com modelos criados no próprio programa pode ser feita diretamente, superpondo-se os resultados dos cálculos matemáticos às imagens analisadas.

Existem duas maneiras de se usar o *Modellus* em atividades de ensino-aprendizagem: a exploratória e a expressiva. Na primeira, os estudantes utilizam modelos e representações desenvolvidos por outras pessoas (seus professores, por exemplo) para estudar o assunto de interesse. Nesse tipo de atividade, o *Modellus* é usado basicamente como um programa de simulação, com o qual os alunos interagem apenas por meio da escolha de dados de entrada. No modo expressivo, os estudantes constroem seus próprios modelos e determinam a maneira de representar seus resultados. Aqui, o *Modellus* assume o papel de ferramenta de modelagem, que dá ao estudante amplo espaço de exploração e intervenção. Também é possível adotar uma combinação dos dois métodos, por exemplo, propondo

que os alunos modifiquem modelos criados pelos professores, adaptando-os a novas situações.

Metodologia

A preocupação deste trabalho não consiste apenas em obter dados quantitativos, que se tornam insuficientes para chegar ao essencial. A pesquisa foi mais além: propôs-se a realização de um estudo centrado na prática docente, dentro de uma abordagem qualitativa.

Quanto aos dados referentes à metodologia apresentada pelo software *Modellus*, as atividades de pesquisa realizadas na escola alvo ocorreram da seguinte forma e sob tais condições:

- 1) A pesquisa teve como alvo uma turma de Ensino Médio do Colégio Estadual Hilário Ribeiro, no período de Março a Abril de 2008, sendo dividida em dois grupos sob a supervisão da professora E.G. A turma continha 20 alunos dos quais, inicialmente, apenas 10 se interessaram pela proposta apresentada, que consistia na construção de gráficos e tabelas através do software. Os demais alunos não apresentaram nenhum tipo de interesse. As atividades prosseguiram da seguinte forma:
 - a) No grupo A, a professora da disciplina de FÍSICA trabalhou o conteúdo, utilizando apenas a metodologia tradicional (quadro, giz, livro e teorização)
 - b) No grupo B, a mesma professora da disciplina, na mesma carga horária e com o mesmo conteúdo, utilizou o software educativo *Modellus*. Na primeira aula, houve uma desconfiança por parte dos alunos e até da professora com relação ao uso de um software para construção de tabelas e gráficos. Após a apresentação do programa e de suas janelas de trabalho, os alunos começaram a interagir e a curiosidade sobre o tema foi despertada.
 - c) A professora, ao perceber a facilidade que o programa oferecia no sentido de criação de novos exemplos ou simplesmente alteração de parâmetros para um determinado exercício, verificou que os alunos, mesmo não tendo domínio do software, conseguiam realizar as tarefas em tempo menor que o grupo que

utilizava os métodos tradicionais, e que conseqüentemente, suas aulas poderiam ser mais proveitosas, pois sobrava mais tempo para tirar dúvidas dos pontos mais críticos da matéria.

- d) Após os dois grupos terem trabalhado o mesmo conteúdo, com o mesmo docente, com metodologias e recursos didáticos diferenciados, realizou-se a coleta de dados com a professora da disciplina de FÍSICA e discentes dos dois grupos.
- e) Encerrada a coleta de dados, realizou-se a análise dessas informações. Esses instrumentos caracterizaram-se por conter perguntas dirigidas às seguintes categorias: o uso dos recursos didáticos adotados em sala de aula; a compreensão do conteúdo trabalhado; a influência da metodologia computacional adotada sobre o mesmo tema, pelo mesmo professor; e as relações dos conteúdos de FÍSICA com o cotidiano. Cabe aqui salientar, que as questões foram respondidas em folhas soltas e anexadas às perguntas, de modo que sobre cada uma pôde-se fazer a análise referente à obtenção dos cálculos, pois estes foram feitos de alguma maneira.

2) Veremos, a seguir, um resumo gráfico da aceitação e da opinião dos discentes.

- a) No gráfico 1, mostramos a quantidade de alunos que utilizaram o software em comparação aos que não utilizaram; observamos que, ao longo do período de quatro aulas, ou aproximadamente quatro semanas, o número de alunos utilizando o programa era de 50% na primeira aula, passando a atingir 75% na última aula. Isso nos leva a perceber que a implementação do método utilizado teve uma excelente aceitação e aplicabilidade pela turma, visto que, houve um aumento considerável no percentual da primeira à última semana de utilização do software.

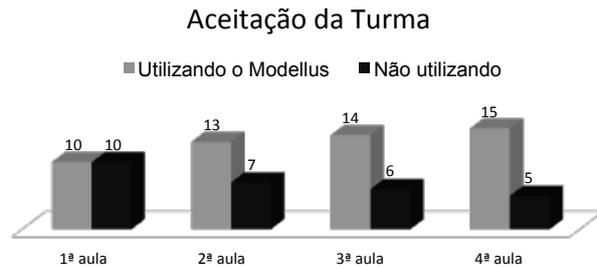


Gráfico 1 – Quantidade de alunos utilizando software

- b) No gráfico 2, apresentamos o índice de aprovação dos alunos que utilizaram o software ao final das quatro aulas.

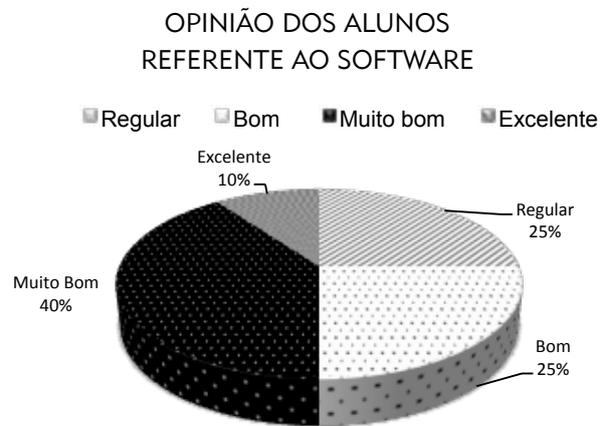


Gráfico 2 – Índice de aprovação do programa

Exercícios propostos

A primeira questão proposta foi a seguinte: Qual o alcance de um projétil disparado por um policial, sabendo-se que ele sai com uma velocidade inicial de $v_0 = 65\text{m/s}$ e com um ângulo de 45° em relação ao solo?

Para fazer as simulações, basta escrever na janela *modelo* as equações da velocidade, do movimento e da aceleração. Como se trata de um lançamento oblíquo, devemos encontrar a velocidade inicial em relação ao eixo X e ao eixo Y, para isso escreveremos na janela *modelo* as equações: $v_{0x} = v_0 \cdot \cos(\text{tetha})$; $v_{0y} = v_0 \cdot \sin(\text{tetha})$. As equações do movimento são dadas por:

$$y = y_0 + v_{0y} \cdot t + 1/2 \cdot a \cdot t^2; \quad x = x_0 + v_{0x} \cdot t.$$

As variações instantâneas da velocidade e da aceleração são dadas por: $v = dx/dt$; $a = dv/dt$.

Na janela *condições iniciais*, aparecem os parâmetros modelados na janela anterior. Nela deverão ser registrados os dados apresentados no problema.

Na janela *animação* é feita a simulação. Para isso, basta clicar no ícone *partícula* e, na janela que se abrir, selecionar a variável x para o eixo horizontal e a variável y para o eixo vertical, marcar também as opções *eixos*, *trajetória* e selecionar também o rastro desejado. Clique na opção *vetores* e, na janela que se abrir, selecione a variável v_{0x} para o eixo horizontal e a variável v_{0y} para o eixo vertical, marque as mesmas opções da janela anterior. Junte o vetor à partícula e rode a simulação.

A segunda questão proposta foi a construção do gráfico de uma parábola, utilizando o recurso da janela *gráfico* e o recurso da janela *animação*.

Na janela *modelo*, é digitada a equação da parábola expressa por $y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$. Na janela condições iniciais, que surge a seguir, damos valores aos parâmetros a , b e c , para os quais, cada aluno pode escolher seu valor, possibilitando a realização de uma gama de equações distintas. Na janela *controle*, devemos fazer a alteração da variável t para x , para que o programa possa interpretar a equação modelada. Na página principal do software, selecione a opção *janela*, em seguida, clique em novo gráfico para que o Modellus faça o gráfico sozinho, bastando apenas selecionar as variáveis pra cada eixo.

Na janela *animação* clique no botão *novo gráfico*, localizado na parte esquerda da janela. Selecione a variável x para eixo horizontal e y para eixo para eixo vertical, marque todas as demais opções que aparecem nessa nova janela e dê ok. Pressione play na janela *controle* e o Modellus rodará as simulações.

Resultados

Durante a aplicação das atividades, foram observados aspectos referentes à manipulação do software, à modelagem e à construção das atividades por parte dos alunos que compunham a sala de aula, assim como a capacidade destes em desenvolver e compreender os conceitos físicos e matemáticos que estavam por trás de tais atividades realizadas.

Antes de realizar o desenvolvimento das atividades, os alunos fizeram a manipulação prévia do software Modellus, de tal forma a permitir que eles pudessem utilizá-lo com mais segurança no momento da aplicação. Entretanto, mesmo sendo gerada esta situação de manipulação prévia, foi constatada durante a aplicação, a dificuldade dos alunos em manipular um software computacional. Esta dificuldade decorre principalmente devido

à pequena carga horária envolvida na realização desta pesquisa.

Durante a realização das atividades propostas, observamos que, mesmo diante da dificuldade na manipulação destas tecnologias, os alunos puderam gerar seus modelos e obtiveram sucesso ao verificarem a viabilidade deste diante do programa utilizado. No momento da construção do gráfico, foi verificado que a maioria dos alunos foi capaz de observar quase que imediatamente os conceitos matemáticos envolvidos na situação, referentes às funções trigonométricas – relacionando as funções seno e cosseno necessárias às coordenadas vetoriais da velocidade. No momento da criação das animações envolvidas pelo modelo matemático trabalhado, observamos que os alunos puderam visualizar uma aplicação real do modelo matemático em uma situação física do cotidiano.

Através desta experiência, objetivamos apresentar uma proposta que permitisse os estudantes pensar de forma crítica sobre conceitos científicos e questioná-los, de modo que, o importante não seja encontrar respostas corretas pela simples aplicação de fórmulas, mas dar-lhes a oportunidade de tornarem-se aprendizes ativos, desenvolvendo atividades que levem à construção de suas próprias conclusões acerca dos fenômenos naturais.

Observa-se que, ao longo das atividades, os alunos realizaram os fenômenos e compreenderam o conhecimento sobre aquele conceito. Portanto, utilizando uns ambientes educacionais, que são ferramentas de modelagem computacional, podemos explorar conteúdos a respeito dos quais os professores sabem um pouco mais do que os alunos, mas não conhecem todas as respostas.

Limitações das simulações computacionais

Diante de tudo que foi analisado até aqui, é pertinente destacar que o uso de softwares educacionais não constitui a solução de todos os problemas do ensino das ciências exatas. O uso de tecnologias tem limitações que devem ser levadas em consideração.

Grande parte dos softwares destinados à educação parecem evocar apenas uma estreita porção de um campo conceitual específico. Daí a necessidade de se utilizar uma grande variedade de materiais no ensino de física, incluindo materiais concretos e softwares. A diversidade de materiais poderá permi-

tir a emergência de um grande número de situações que darão sentido aos conceitos matemáticos; cuja aprendizagem ocorre a longo prazo.

Os conceitos são apreendidos pelos alunos mediante suas participações em situações variadas. A hipótese que fazemos é que um software não pode ser avaliado fora do contexto de uso, pois, a adequação do software depende não apenas de suas características, mas também da forma como ele está inserido na atividade de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, a análise da adequação do software deveria, ao nosso entender, ser realizada junto aos alunos para os quais o software é destinado e deve-se levar em consideração os aspectos da atividade que envolvem o uso do mesmo.

As simulações computacionais possibilitam uma mudança radical no modo de ensinar. Entretanto, é necessário bom senso no uso das tecnologias, pois talvez seu uso insensato possa desestimular a busca por novos conhecimentos.

Com efeito, a modelagem de um sistema é fundamental para que as simulações realizadas possam constituir-se em boas aproximações da realidade. Contudo, existe uma diferença entre a experimentação através de um fato real e de uma simulação computacional. Se tal diferença não for percebida, as simulações podem, por vezes, comunicar concepções do fenômeno opostas àquelas que o educador pretendia veicular com o seu uso.

Para muitos estudantes, a FÍSICA e a MATEMÁTICA são apenas um amontoado de fórmulas usadas para resolver problemas. E a resolução de problemas consiste apenas em escolher as equações apropriadas, substituir os números e calcular as incógnitas.

Contudo, se o computador for introduzido nas escolas sem que haja mudanças estruturais nos métodos de ensino, no treinamento, nas expectativas dos professores e na própria estrutura administrativa da escola, o poder educacional dessas máquinas será bastante reduzido.

Conclusões

A qualidade de um software depende da possibilidade de os indivíduos construírem um vasto conjunto de situações, envolvendo um número relativamente importante de invariantes operacionais ou propriedades de conceitos. Por outro lado, a adequação de um software seria uma medida da abrangência do número de situações que o mes-

mo pode fazer emergir na atividade. Entendemos que a seleção do software a ser trabalhado na escola deve ser feita pelo professor da disciplina, que está em contato direto com o processo de ensino e aprendizagem, pois é ele quem vai identificar as dificuldades dos alunos, por meio da análise de suas ações, e vai propor o uso de materiais mais adequados para criar as situações favoráveis à aprendizagem dos conceitos mal compreendidos.

Na escola, o uso do computador deve ter como objetivos promover a aprendizagem dos alunos e ajudar na construção do processo de conceitualização e desenvolvimento de habilidades importantes, para que eles participem de maneira crítica dentro dessa nova sociedade tecnologicamente desenvolvida.

Referências

1. TEODORO, V. D.; VIEIRA, J.P ; CLÉRIGO, F.C. **Introdução ao Modellus**. Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade de Nova Lisboa, Portugal, 2000. 237p.
2. PIAGET Jean; INHELDER Bärbel. **A Psicologia da Criança**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989. 135p.
3. VERGNAUD, G. The nature of mathematical concepts. In T. Nunes e P. Bryant (Eds.). **Learning and teaching mathematics: An international Perspective**. Hove: Psychology Press, 1997.p. 5-28.

Abstract

The contents of PHYSICS and MATHEMATICS are considered difficult to understand. Part of this difficulty is attributed mainly to the fact that students do not submit the necessary requirements in the field of Mathematics. For minimizing this gap, the teacher needs to use new tools, especially computers. The purpose of this study was analyzing the contribution by computer use with the software Modellus and their aid to the process of teaching PHYSICS. The study focuses on teaching practice within a qualitative approach, through experiences with students from public schools. This experiment was conducted during the implementation of a course of MATHEMATICS. The use of educational software simulation and modeling was found as able to be used as a resource that shows great feasibility in the process of teaching and learning, allowing students to analyze physical phenomena and to develop mathematical concepts.

Keywords: Management; Modeling; Exact sciences; Educational software