

ENSINO DE FÍSICA: TENDÊNCIAS E DESAFIOS

EN – Escola Naval

Dra. Tânia Glaucia Dargam
Professora Adjunto IV, Escola Naval.
• E-mail: tdargam@oi.com.br

Dra. Neide Gonçalves
Professora Associado IV, Escola Naval.
• E-mail: gneideg@gmail.com

RESUMO

Por ser uma ciência experimental e de conceitos abstratos, a Física torna-se uma disciplina de difícil compreensão para os alunos. O Ensino de Física baseado na exposição de teoria e resolução de problemas revela uma metodologia pouco relacionada com a realidade do aluno, portanto, na maioria das vezes, não oferece o estímulo necessário para a compreensão dos conceitos e fenômenos físicos envolvidos. As pesquisas no Ensino de Física, visando um melhor aproveitamento escolar, têm direcionado seus enfoques para novas estratégias que facilitem a compreensão dos conceitos e fenômenos da Física [1]. Neste sentido, nas duas últimas décadas, tecnologias computacionais vêm sendo utilizadas como ferramentas pedagógicas de grande importância para o aumento da percepção do aluno, pois pode reunir, ao mesmo tempo, variadas mídias, como sons, imagens, animações, vídeos e simulações. No presente estudo apontamos possibilidades, vantagens e os desafios na utilização dos recursos computacionais no Ensino de Física. Como aplicação, apresentamos uma abordagem de um fenômeno físico utilizando simulações computacionais. Destacamos que toda simulação é baseada em uma modelagem de situações reais. Se essa modelagem não estiver clara para professores e alunos o objetivo de facilitar a compreensão do fenômeno físico estudado não será alcançado e, ao contrário, poderá até causar sérios danos ao processo de aprendizagem [2].

Palavras-chave: Ensino de Física, ensino-aprendizagem, modelagem computacional.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas vários trabalhos de pesquisa na área de Ensino têm concentrado suas atenções no aprimoramento das formas de apresentação

dos conceitos ensinados, pois as intenções da prática de ensino estão se tornando cada vez mais abrangentes e avançam para além do processo de transmissão de conteúdos [3,4]. Definitivamente não há mais espaço para que se priorize a absorção de informações, já que o volume de conhecimentos aumenta a passos largos, sendo humanamente impossível para o estudante reter tudo o que lhe é apresentado. As pesquisas indicam que, ao invés de tentar absorver uma enorme gama de conteúdos, o importante é aprender a pensar de forma interdisciplinar correlacionando informações de diferentes áreas. Como resultado deste processo, acredita-se que o estudante estará mais habilitado a processar uma quantidade maior de informações adquirindo assim conhecimento de forma mais independente e objetiva.

O processo, por mais complexo que possa parecer é sempre mediado por instrumentos e métodos que relacionam o ato de ensinar ao de aprender. Especificamente a pesquisa no Ensino de Física, alinhada com metodologias de ensino mais construtivistas, tem se voltado para novas estratégias de ensino que facilitem a compreensão dos conceitos e fenômenos da Física. Neste sentido, como parte destas novas estratégias, tecnologias computacionais vêm sendo utilizadas como ferramentas pedagógicas de grande importância para facilitar a percepção do aluno. Simulações computacionais, em particular, podem desempenhar um papel importante no processo ensino-aprendizagem à medida que auxiliam os estudantes a conferirem sentido às representações matemáticas da Física a eles ensinadas. Para a maioria dos estudantes não é claro como estas representações descrevem os sistemas físicos. Neste caso, a introdução da modelagem, como um recurso instrucional, vai potencializar as possibilidades pedagógicas de interação entre professor e aluno [4] facilitando a compreensão das representações matemáticas da Física e podendo também elevar o nível do processo cognitivo à medida que exige do estudante pensar em um nível mais avançado [5].

2 A IMPORTÂNCIA DOS MODELOS EM CIÊNCIAS

Em ciências, modelos podem ser definidos como uma construção da mente humana com o objetivo de descrever, representar e explicar sistemas complexos, ou seja, um modelo é a idealização simplificada de um sistema real, mas que ainda assim preserva as características essenciais do comportamento que se pretende explicar [1]. Normalmente são apresentados via linguagem matemática e proposições semânticas. Uma vez que o modelo utilizado para descrever certo sistema físico conhecido o faz com o desejado grau de precisão, é aceito pela comunidade científica e passa a ser considerado um modelo científico.

Os modelos vão se adaptando de acordo com os avanços nas Ciências. Os modelos do Sistema Planetário constituem um belo exemplo de como a Ciência evoluiu e como esses modelos que representaram aquele sistema também evoluíram. Modelos considerados bons em determinada época podem deixar de ser em uma época posterior. A figura 1 mostra um típico diagrama do universo, antes de Copérnico [6]. O modelo usa a composição de movimentos esféricos (concêntricos com a Terra) para explicar o movimento retrógrado dos planetas.



Figura 1 – Típico diagrama do universo, antes de Copérnico (da edição de 1539 de Peter Apian's Cosmographia)

A ideia de que a Terra era o centro do universo (geocentrismo) foi dominante na Astronomia durante toda a Antiguidade e Idade Média. O sistema geocêntrico também é conhecido como sistema ptolomaico, pois foi **Cláudio Ptolomeu**, o último dos grandes astrônomos gregos (150 d.C.), quem construiu o modelo geocêntrico mais completo e eficiente. Este modelo foi usado sem mudanças consideráveis por aproximadamente 1300 anos, pois foi bem sucedido

no seu objetivo de prever as posições dos planetas com um grau moderado de precisão. Apesar das discussões sobre a possibilidade de um sistema heliocêntrico, em que o Sol é o centro do universo, datarem da Antiguidade Clássica, foi somente no século XVI que **Nicolau Copérnico** apresentou um modelo matemático preditivo completo de um sistema heliocêntrico (figura 2 [6]), que mais tarde foi elaborado e expandido por **Johannes Kepler**. A título de ilustração, exibimos o modelo proposto por **Tycho Brahe**, no qual os planetas giravam em torno do Sol, mas este ainda girava em torno da Terra, que procurava conciliar o modelo ptolomaico ao copernicano (figura 3 [7]).

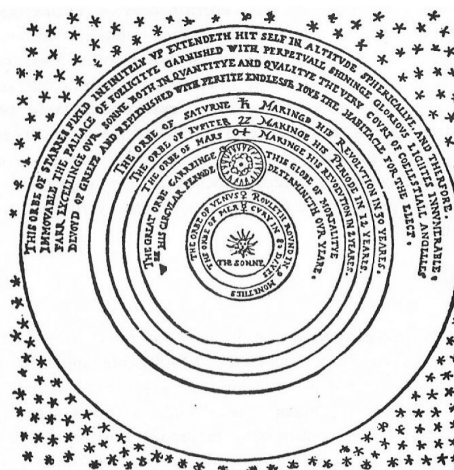


Figura 2 – Modelo planetário de Nicolau Copérnico

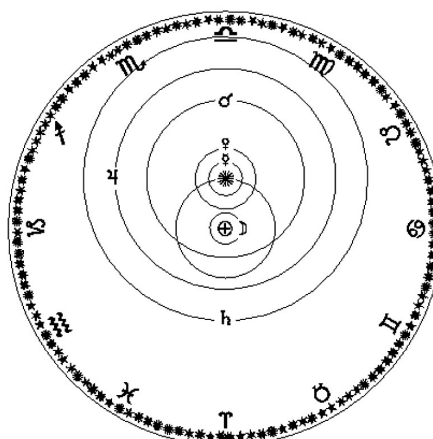


Figura 3 – Modelo planetário de Tycho Brahe

3 MODELAGEM COMPUTACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA

A palavra modelagem é utilizada para representar o processo cognitivo de construção de um modelo

científico para descrever determinado sistema físico e a modelagem computacional no Ensino de Física é a matematização de um modelo feita pelo computador a fim de fornecer representações de uma realidade virtual. Portanto, a construção de uma modelagem computacional pressupõe, necessariamente, a existência de um modelo científico que lhe dá suporte e lhe confere significado [2]. De um modo geral, o estudante tem muita dificuldade em compreender o modelo matemático como representação de um sistema físico. Daí a importância crucial da compreensão do modelo antes de passar de um nível de representação ao outro. De particular interesse na Física são os modelos de sistemas dinâmicos, isto é, modelos que estabelecem relações matemáticas entre grandezas físicas e o tempo. Na seção 4 deste trabalho fazemos uma aplicação de modelagem computacional de um sistema dinâmico utilizando o modelo matemático da corda vibrante. Pelo uso apenas dos recursos quadro negro e imagens estáticas, por mais experiente que seja o professor, torna-se muito difícil descrever, com um nível de detalhamento satisfatório, a evolução de um sistema físico no tempo. Essa limitação dos recursos citados exige do aluno um nível de abstração para a compreensão do que lhe é transmitido que na maioria das vezes não é alcançado. Nesse sentido certas simulações mostram, por exemplo, animações que facilitam enormemente o aprendizado. Dentre as ferramentas mediadoras da aprendizagem que possuem potencial para o desenvolvimento das atividades de modelagem destaca-se o *software Modellus* [8], desenvolvido por um grupo de pesquisadores na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Este programa é uma ferramenta de modelagem quantitativa, de distribuição gratuita e seu uso vem se tornando cada vez mais comum em diversos países. Possui muitas vantagens e uma delas é a de poder ser utilizado praticamente sem recorrer a linguagens de programação. Permite que os usuários escrevam modelos matemáticos, definidos a partir de funções, derivadas, equações diferenciais, etc. de forma direta e muito próxima do jeito que escreveriam usando lápis e papel. Utilizando o *Modellus* é possível explorar modelos físicos já conhecidos [10] e ir além, construindo de um modo simples modelos matemáticos para o estudo de sistemas em várias áreas do conhecimento. Outra enorme vantagem é a de permitir que professores e alunos manipulem, de forma rápida e fácil, os parâmetros relevantes envolvidos na descrição do modelo. Seus recursos incluem também a construção de gráficos, tabelas e animações. Ao fornecer uma saída em gráficos e tabelas, possibilita, por exemplo, a avaliação da qualidade do modelo pela comparação com dados experimentais resultantes do fenômeno em estudo [11].

4 APLICAÇÃO – ONDA EM UMA CORDA ESTICADA

A seguir apresentamos a aplicação do recurso computacional, usando o *software Modellus*, para abordar o modelo mais simples utilizado na descrição dos fenômenos ondulatórios, o da corda vibrante. Por ser uma onda unidimensional e que permite um nível de detalhamento e visualização de propriedades comuns a todas as ondas, seu estudo tem se mostrado didaticamente eficiente na introdução dos conceitos do movimento ondulatório. Sua descrição possibilita que propriedades, tais como o comprimento de onda (λ) e a amplitude (y), sejam facilmente assimilados pelo aluno.

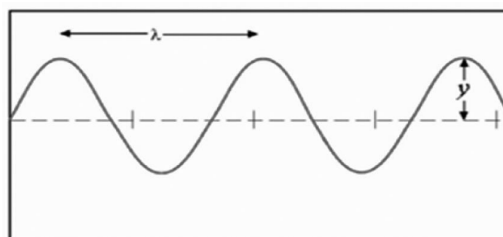


Figura 4 – Perfil de um instantâneo da onda se propagando na corda

A partir da aplicação das leis de Newton a um elemento infinitesimal da corda, se obtém a equação diferencial da onda unidimensional que descreve o movimento da onda se propagando na corda.

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}(x,t) = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}(x,t)$$

Nesta equação v é a velocidade da onda na direção de propagação x , e y é a direção do movimento dos pontos da corda, perpendicular a x .

Importante destacar que esta equação é geral e válida para qualquer onda unidimensional, citamos, como exemplo, a onda sonora se propagando em um tubo longo e a onda eletromagnética plana.

A velocidade de uma onda mecânica depende das propriedades do meio em que ela se propaga. No caso da onda na corda estas propriedades são a tração a ela aplicada (τ) e a sua massa específica (μ), na relação:

$$v = \sqrt{\frac{\tau}{\mu}}$$

Pode-se facilmente mostrar que a equação diferencial acima tem como solução qualquer função do tipo $y=f(x \pm vt)$. Uma solução particular importante de onda progressiva é a onda harmônica que possui a forma de uma senóide.

$$y(x,t) = A \sin \left[2\pi \left(\frac{x}{\lambda} \pm f t \right) \right]$$

Em sala de aula, o formalismo matemático, ou seja, a obtenção da equação diferencial a partir das leis de Newton, assim como da sua solução são, sem grandes dificuldades explicadas pelo professor e compreendidas pelo estudante. Algumas propriedades como o comprimento de onda e a amplitude são igualmente fáceis de mostrar apenas traçando uma senoide no quadro de giz (*figura 4*). No entanto, a dinâmica e algumas propriedades como a frequência e a velocidade da onda são difíceis para o professor descrever em palavras. No movimento de uma onda harmônica, temos uma senoide em movimento sincronizado com o movimento dos pontos da corda que no caso executam um movimento harmônico simples com a mesma frequência da onda, ou seja, no tempo de uma oscilação dos pontos da corda a onda avança de um comprimento de onda. Toda esta difícil tarefa do professor, que somente com palavras e figuras estáticas tenta ajudar o aluno a construir estes conceitos, pode agora ser facilitada com a modelagem computacional. Através dela, o professor pode executar um modelo de simulação, inclusive fazendo modificações em parâmetros relevantes, com a finalidade de auxiliar o aluno a assimilar certos conceitos físicos e de visualizar a evolução temporal do modelo descrito matematicamente.

A sequência de figuras abaixo (*figura 5*) expõe três instantâneos da simulação de uma onda harmônica se propagando na corda, utilizando o *software Modellus*. As esferas representam elementos infinitesimais da corda.

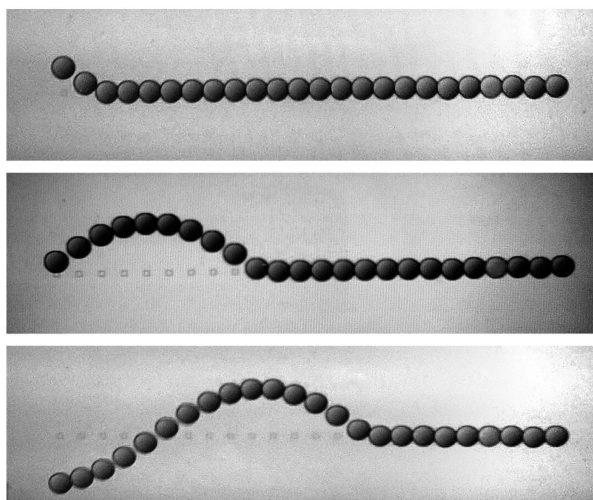


Figura 5 – Perfil da onda se propagando na corda em três instantes diferentes. Simulação no *software Modellus*.

Através desta simulação, o professor, sem grandes dificuldades apresentará os conceitos de velocidade

e frequência da onda, discutirá sobre o movimento oscilatório de seus elementos infinitesimais, discorrerá sobre fase e diferença de fase entre pontos da corda e posteriormente poderá estender este conceito para diferença de fase entre ondas.

Na *figura 6* observamos que alguns recursos gráficos podem ser apresentados em conjunto com a propagação da onda. O gráfico azul, abaixo da corda, exibe a posição vertical em função do tempo da primeira esfera (extremidade esquerda da corda), e o gráfico vermelho para o ponto vermelho da corda.

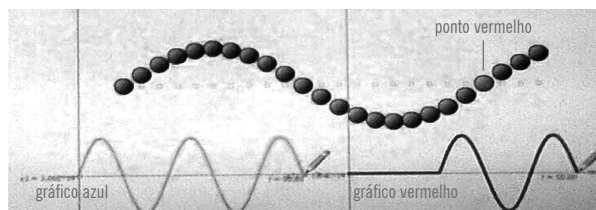


Figura 6 – Perfil da onda se propagando na corda. Gráfico da posição vertical em função do tempo: azul: para o elemento infinitesimal da extremidade esquerda da corda. vermelho: para o elemento infinitesimal vermelho.

Outros recursos, tais como, a variação de parâmetros, a exposição de tabelas e das funções matemáticas que deram origem à simulação, são outras vantagens deste software.

5 CONCLUSÕES

A percepção de como a Ciência evolui, a noção de que é possível prever para além de apenas observar fatos e a compreensão do pensamento científico associado à interpretação do universo a nossa volta, passa pela utilização da modelagem científica que ganha cada vez mais espaço no mundo acadêmico e em particular na transposição didática dos conteúdos de Física que são ensinados atualmente. Portanto, o emprego de modelos computacionais não pode ser mais negligenciado como instrumento efetivo de transmissão de conhecimento. Esses modelos podem ser usados, praticamente, em todas as aulas onde conteúdos de ciência são ensinados e seu potencial de sucesso na melhoria da qualidade dessas aulas ainda está longe de atingir seus limites. Nesse sentido, um modelo computacional se torna uma ferramenta cognitiva útil e atual no processo ensino-aprendizagem dos conteúdos de Física que se pretende ensinar. Vale destacar que para alguns temas abordados na Física, como por exemplo, a Gravitação Universal e a Relatividade Restrita, onde práticas de laboratório e demonstrações são praticamente inexistentes, a

modelagem computacional revela-se como um recurso particularmente útil na apresentação e compreensão dessas teorias e dos conceitos e conteúdos a elas associados.

No entanto, cuidados são necessários, pois uma simulação é baseada em uma modelagem do sistema real, sendo uma idealização simplificada de um sistema mais complexo. Se o papel que os modelos desempenham no desenvolvimento das Ciências não estiver claro para professores e alunos, o objetivo de facilitar a compreensão dos sistemas físicos não será alcançado e, ao contrário, poderá até causar sérios danos ao processo de aprendizagem. Portanto, a utilização de recursos didáticos onde modelos computacionais são empregados pode ser concebida como uma verdadeira área de pesquisa no universo do Ensino de Ciências e, considerando as suas infinitas possibilidades de aplicação não pode mais ser deixada em segundo plano dentro das atuais formas de se entender a relação que existe entre as diversas maneiras de ensinar e aprender os conceitos científicos.

Referências

- [1] Eliane Angela Veit e Ives Solano Araujo, Modelagem Computacional no Ensino de Física, XXIII Encontro de Físicos do Norte e Nordeste – 31/10 a 02/11/2005.
- [2] Alexandre Medeiros, Cleide Farias de Medeiros, Rev. Bras. Ens. Fís. 24, 77 (2002).
- [3] Cleci Werner da Rosa, Álvaro Becker da Rosa, Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 16815653).
- [4] Greca, I.M.E.; Moreira, M. A. Mental, physical, and mathematical models in the teaching and learning of physics. Science Education, New York, v.86, n. 1, p. 106-121 (2002).
- [5] Ives Solano Araujo e Eliane Angela, Oficina: Modelagem computacional no ensino de Física com o software Modellus, XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, de 21 a 26/03/2003, Curitiba.
- [6] Alexandre Koyré, Do Mundo Fechado ao Universo Infinito. Editora Forense Universitária LTDA, (1986).
- [7] Tycho Brahe, De mundi aetherei recentioribus, Frankfurt, 1610, Florence, Istituto e Museo di Storia della Scienza, MED 1246, p. 189.
- [8] Mors, P. M.; Veit, E. A.; Teodoro, V. D. Ilustrando a segunda lei de Newton no século XXI. Rev. Bras. Ens. Fís. 24, n. 2, p. 179-184, Junho (2002).
- [9] Moreira, M. A.; Levandowski, C. E. Diferentes abordagens ao ensino de laboratório. Porto Alegre: Editora da Universidade, (1983).
- [10] Gustavo H. Santos, Lynn Alves e Marcelo A. Moret, Modellus: Animações Interativas mediando a Aprendizagem Significativa dos Conceitos de Física no Ensino Médio.
- [11] Emerson Mario Boldo e Andréia Büttner Ciani, Modelagem Computacional de Osciladores não-lineares para a aprendizagem de Equações Diferenciais.