

USO DO SOFTWARE *MODELLUS* EM AMBIENTE VIRTUAL PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE FÍSICA

Valter de Assis Dantas¹, Nielder Miguel da Silva², Alexandro Cardoso Tenório³ e Aduino José Ferreira de Souza⁴.

¹Instituto Federal de Pernambuco campus Vitória de Santo Antão, Universidade Federal Rural de Pernambuco e Secretaria de Educação de Pernambuco valter.adantas@gmail.com - autor

²Instituto Federal de Pernambuco campus Vitória de Santo Antão nieldymiguel@vitoria.ifpe.edu.br co-autor

³Universidade Federal Rural de Pernambuco actenorio@gmail.com – orientador

⁴Universidade Federal Rural de Pernambuco Aduino.souza@ufrpe.br – orientador

RESUMO

O presente trabalho é fruto de um estudo sobre o ensino de física, tendo como objetivo promover a motivação e uma aprendizagem ativa entre estudantes do ensino médio, matriculados em cursos técnicos de agropecuária e agroindústria de uma instituição pública, no estado de Pernambuco, no âmbito da disciplina de Física. Aqui trazemos um recorte de nosso trabalho, destacando a associação, em sala de aula, do software *Modellus*, com a abordagem inspirada na *Peer Instruction* (Aprendizagem aos pares) de Eric Mazur, com a finalidade de explorar a aprendizagem, por meio da interação, cooperação e colaboração entre os alunos. Nesse contexto, ao escolhermos o *Modellus*, que é um software de modelagem computacional, que não exige um conhecimento avançado de programação, partimos do pressuposto que a situação didática construída poderia favorecer o diálogo entre os alunos e professor, de maneira mais livre, permitindo assim a expressividade dos alunos, inclusive das suas dúvidas e indagações. Os resultados indicam que a abordagem escolhida aponta para um forte avanço na participação e motivação dos estudantes nas aulas de física, afinal a assiduidade da turma, que antes ficava em torno de 50%, alcança 90%. O trabalho foi desenvolvido para atender o máximo de conteúdos da mecânica, como cinemática, movimento uniforme e variado, a segunda Lei de Newton relacionando com as equações dos movimentos, Energia Potencial, Energia Cinética e suas Conservações, relacionando com a queda livre, durante todo o processo sempre procuramos buscar soluções que envolvesse os conteúdos estudados anteriormente, mostrando ao aluno que a natureza não trabalha isoladamente.

Palavras chaves: *Modellus*, Peer Instruction, Ensino de Física, Mecânica

INTRODUÇÃO

As Tecnologias de Informação e Comunicação fazem parte de nossa vida cotidiana e tem o potencial de exercer um forte poder de sedução junto ao jovem. Estes por sua vez desenvolvem habilidades incomuns, principalmente, a partir de desafios que eles precisam superar para fazer uso efetivo dessas novas tecnologias em atividades de entretenimento (PIRES, 2006). No que diz respeito à física, a maneira “engessada” como é ensinada e a dificuldade que muitos alunos apresentam em seu entendimento formam um cenário propício para a dificuldade na construção de conceitos.

Nossa proposta consiste em inserir os aparatos tecnológicos usados pelos jovens (smartphones, laptops, tablets,...) como potencializador do processo de ensino-aprendizagem no campo da Física. Entendemos que a colaboração ou interatividade é um requisito importante no processo de aprendizagem e estes aparatos permitem a criação de ambientes altamente interativos. Usamos o interesse manifestado dos jovens pelas tecnologias, suas habilidades e outras potencialidades desses "brinquedos" para desenvolver situações didáticas para uma aprendizagem potencialmente significativa em um laboratório de informática.

Dentre os diversos tópicos interessantes possíveis de serem abordados neste contexto, selecionamos o estudo do movimento e da dinâmica. E assim, o presente relato refere-se à nossa experiência com os estudantes do segundo período (de uma escola pública, que adota sistema de ensino semestral), em uma turma conhecida por “retidos” (estudantes que não obtiveram progressão plena para o terceiro período), cujos professores identificavam baixa autoestima entre os alunos e também alguma dificuldade na aprendizagem da maioria disciplinas. Além do mais, de maneira semelhante em outros estudos (ALVES, 2005 e PEREIRA, 2009), os estudantes demonstravam pouco interesse pela disciplina de Física.

Em uma sondagem inicial, identificamos, na maioria dos alunos, uma baixa aprendizagem dos conteúdos vivenciados no período anterior, o que dificultava a compreensão dos conceitos mais elaborados. Por exemplo, percebemos que a maioria dos estudantes desta turma apresentava dificuldades em compreender e aplicar as equações da cinemática. Esse estado de coisas se somava com a forte irregularidade na frequência dos estudantes às aulas de física. Como consequência eles apresentavam muitas dificuldades em executar as atividades propostas e, quando apresentavam seus resultados, comumente estes eram copiados de algum colega. Nesse cenário, decidimos introduzir uma metodologia com potencial para despertar nos estudantes o interesse nas aulas de físicas. Além da colaboração, a metodologia buscou aproximar os conteúdos de física do cotidiano do estudante. E assim,

escolhemos usar o software *Modellus*, uma ferramenta computacional interativa que não necessita de nenhum conhecimento avançado em programação. A estratégia foi aceita com entusiasmo pelos estudantes dessa turma. Levamos os estudantes para o laboratório de informática, o que, em nossa avaliação, contribuiu para elevar a motivação para estar presente na aula. E também, inspirado na abordagem Peer Learning (MAZUR, 2015), a disposição dos computadores na sala proporcionou a formação de pequenos grupos de alunos (2 ou 3), favorecendo a colaboração, podendo assim trocar informações entre si, para resolver questões conceituais de física, de maneira cooperativa. Assinalamos ainda a discussão entre membros de grupos distintos, fundamental para o entendimento dos conteúdos de cinemática e dinâmica.

METODOLOGIA

Apresentação do *Modellus*

“O *Modellus* é um software produzido na faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova Lisboa, pela equipe: Victor Duarte Teodoro, João Paulo Duque Vieira e Filipe Costa Clérigo, tendo o Prof^o. Victor Teodoro como seu idealizador.”

O *Modellus* é uma ferramenta cognitiva para auxiliar a internalização de conhecimento simbólico, preferencialmente em contexto de atividade de grupo e de classe, em que a discussão, a conjuntura e o teste de ideias são atividades dominantes, por oposição ao ensino direto por parte do professor (TEODORO, 2002, p. 21).

O *Modellus* permite introduzir a simulação e a modelagem computacional, permitindo uma criação fácil e intuitiva de modelos matemáticos e fornecendo a possibilidade de produzir animações com objetos interativos. O ambiente computacional fornecido pelo *Modellus* permite exibir múltiplas representações do mesmo fenômeno simultaneamente com análise de dados experimentais em forma de imagens, animações, gráficos e tabelas. No aspecto computacional o seu ponto forte é o de não haver necessidade de conhecimento de uma linguagem de programação por parte dos usuários. O princípio de funcionamento do *Modellus* é a interpretação de modelos matemáticos, que podem ser definidos a partir de funções simples ou complexas, a depender do conhecimento do usuário. O destaque quanto ao aspecto educacional é o fato do estudante poder fazer atividades com seus próprios modelos matemáticos e criar formas de representá-las ou modelos criados por outros usuários.

O primeiro contato da turma com a ferramenta *Modellus* foi através de uma atividade

sobre cinemática. Propusemos aos estudantes que elaborasse uma simulação do movimento com velocidade constante em linha reta. A princípio os estudantes tiveram um pouco de dificuldade para transpor o conteúdo visto em sala de aula para o software *Modellus*. Eles tiveram problemas em associar as grandezas cinemáticas com os objetos do ambiente computacional e perceberam que o significado dos símbolos contidos nas equações cinemáticas não estava claro para eles ou, pelo menos, não tinham um significado *concreto*. Os apontamentos deles também não foram de grande ajuda para formar o modelo matemático dos movimentos, uma vez que estavam desorganizados. Não encontrando uma sequência para dar início a resolução do problema proposto. A mediação do professor foi necessária para explicar os detalhes do funcionamento do software, com suas particularidades das operações básicas da matemática como soma, subtração, multiplicação, divisão e potenciação. Observaram que as operações básicas tinham um destaque diferenciado em relação às incógnitas utilizadas nos problemas propostos.

Em geral, a procura pelo “acerto” agitava a turma nos momentos iniciais. Em alguns casos, observamos dificuldades até com o uso do teclado, como localizar as letras e teclas como “Shift”. Além disso, os comentários de alguns estudantes eram entender a construção de gráficos e tabelas. Por exemplo, no estudo do movimento uniforme, o uso da ferramenta “caneta” favoreceu que os estudantes percebessem, visualmente, a relação entre tempo e deslocamento, pois à medida que o tempo passava na coordenada horizontal, o deslocamento na coordenada vertical se modificava.

A colaboração entre os pares, favorecida pela disposição dos computadores no laboratório de informática (Figura 01), motivou os estudantes responderem todos os desafios propostos, dos simples aos mais complexos. Entretanto, como era de esperar, observamos que o tempo de resolução aumentava com a complexidade das questões colocadas.

Um dos desafios mais complexos superados pelos alunos foi conseguir modelar a ação de uma força externa no movimento, o que na física chamamos de Dinâmica. Neste caso, apesar de observamos uma forte troca de ideias entre alunos, foi necessária a mediação por parte do professor, para retomar os conceitos fundamentais da matéria Dinâmica, o que resultou em um tempo extra para o grupo chegar à necessária modelagem do fenômeno físico, o que em nossa avaliação, indicou aprendizagem com potencial significativo. E assim, os estudantes foram desafiados a encontrar uma solução que envolvesse as equações de força e de movimento, mas que explicitasse a ação de uma força externa ao objeto (partícula) para

iniciar o deslocamento.

As vantagens da aprendizagem entre os pares são numerosas. As “discussões para convencer o colega” quebra a inevitável monotonia das aulas expositivas passivas, e, mais importante, os estudantes não se limitam a simplesmente assimilar o material que lhes é apresentado; eles devem pensar por si mesmo e verbalizar seus pensamentos (MAZUR, 2015).



Figura 01. Disposição dos computadores durante os encontros com o uso do software *Modellus* inspirado na Peer Learning

Neste caso, a equação do movimento na cinemática $s = s_0 + v_0 \times t + \frac{a}{2} \times t^2$ foi combinada com a Segunda Lei de Newton, a chamada equação fundamental da dinâmica $F = m \times a \therefore a = \frac{F}{m}$. Dessa maneira, cada grupo ao seu modo, chegou à solução (Figura 02), por meio da modelagem matemática, a seguir $s = s_0 + v_0 \times t + \frac{F}{(2 \times m)} \times t^2$.

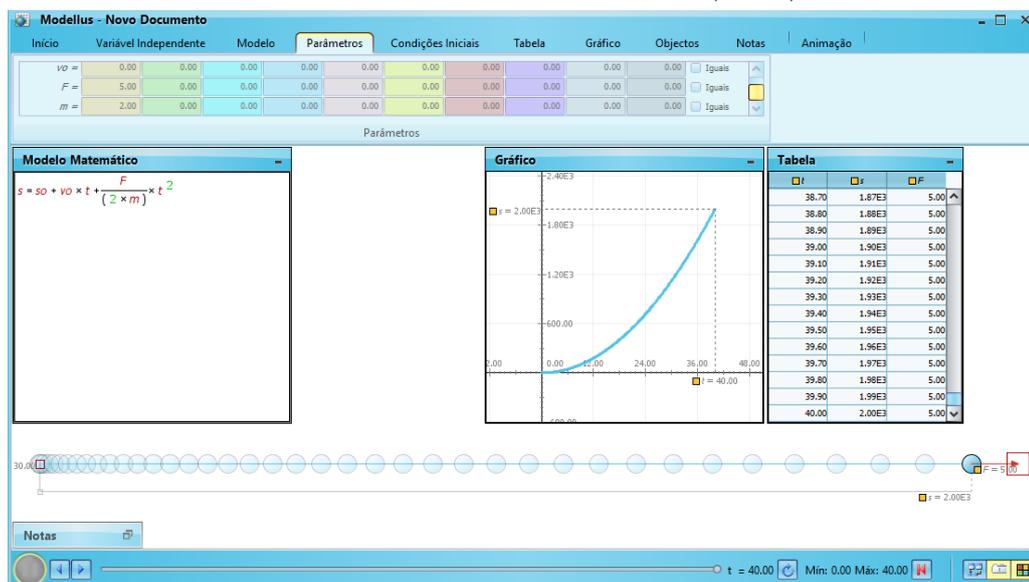


Figura 02. Janela do *Modellus*, exemplificando a simulação de objeto com a aplicação de uma força externa.

Ao contrário do que aconteceria em uma aula tradicional, em que os alunos logo pedem que o professor apresente a solução, percebemos um forte engajamento por parte dos alunos, na busca da solução, o que podia ser percebido nos vários momentos, em que os estudantes se expressam, destacando questionamentos e testando no *Modellus* a modelagem encontrada, com bastante autonomia.

Após a inserção do modelo matemático encontrado no software *Modellus*, com ajuda da aba *Parâmetro*, os estudantes puderam escolher (ou alterar), por exemplo, os valores iniciais para o deslocamento, velocidade inicial, força aplicada e massa. No caso demonstrado na Figura 02, temos $s_0 = 0$ e $v_0 = 0$, $F = 5\text{ N}$ e $m(\text{massa}) = 2\text{ kg}$. E assim, o *Modellus* projeta uma distância percorrida de 2.000m para um intervalo de tempo definido de 40s, na aba *Variável Independente*.

Após vencerem a etapa da construção da modelagem, dentro da aba Modelo Matemático, os estudantes tinham a liberdade para fazer as alterações nos parâmetros, variando a força, e observar o deslocamento, em outro momento variando a massa. Com essa interação com a ferramenta *Modellus*, os estudantes intuitivamente resolveram uma quantidade significativa de questões da cinemática, que envolviam força, deslocamento e velocidade.

Com o desenvolvimento dos conteúdos vivenciado, chegamos a energia e suas conservações. Dentro da comunidade acadêmica considere a energia um conceito extremamente abstrato, um dos físicos que melhor define energia é Richard Feynman:

“Há certa quantidade, denominada energia, que não muda nas múltiplas modificações pelas quais passa a natureza. Trata-se de uma ideia extremamente abstrata, por ser um princípio matemático; diz que há uma grandeza numérica que não se altera quando algo acontece. Não é a descrição de um mecanismo ou de algo concreto; é apenas um fato estranho de que podemos calcular certo número e, quando terminamos de observar a natureza em suas peripécias e calculamos o número de novo, ele é o mesmo” (FEYNMAN, 2009, p. 91).

Para demonstrar o processo de conservação de energia, usamos um piloto de quadro branco, soltamos a uma altura de 2,0 m e diante da pergunta “o que observaram?”, responderam “o piloto caindo”. E continuamos com as perguntas, como por exemplo, “Onde a velocidade do piloto é maior?”. Os alunos responderam “No chão”. E seguimos com as

perguntas “E que acontece com altura quando o piloto é solto?”

Essas perguntas permitiram dar início as discussões sobre os conceitos de energia potencial gravitacional e energia cinética. E como elas se relacionam. O entendimento das diferentes energias requereu tanto do docente como do discente, quatro encontros, com carga horária de duas horas semanais, dividida em dois dias. No quarto encontro, foi preciso de um tempo extra de 30 minutos, para além da carga horária normal de 1 hora, para concluir a discussão sobre as diversas situações em ocorrem a transformação da energia potencial em energia cinética. A figura 03, inclusive, apresenta um dos exemplos usados para representar a animação interativa da energia potencial gravitacional se transformando em energia cinética. Neste caso, por exemplo, o estudante pode observar o instante em que a energia potencial apresenta o mesmo valor numérico da energia cinética, evidenciando a transformação das energias. Na oportunidade, os alunos foram surpreendidos com o tipo de gráfico decorrente da situação apresentada, que no caso era uma parábola. A situação gerou uma série de indagações sobre essa característica do gráfico (parábola), o que permitiu promover uma ampla discussão sobre a relação entre dos diversos conceitos físicos da mecânica. E assim, o exemplo citado, permite defender que o professor faça a mediação junto aos alunos da interação entre os diversos conteúdos da física, que costumam ser trabalhadas em sala de aula, em momentos separados no tempo, como por exemplo, queda livre e movimento uniformemente variado (MUV).

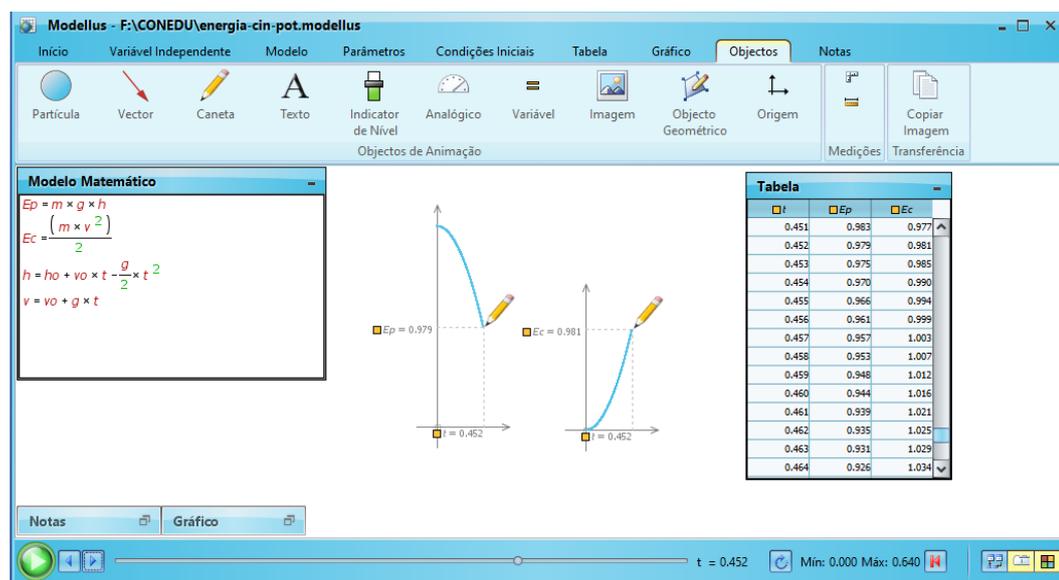


Figura 03. Interface da simulação da Energia Potencial Gravitacional e Energia Cinética.

CONCLUSÕES

O trabalho aqui descrito busca evidenciar junto aos alunos a natureza da física como uma disciplina empírico-formal, baseada em resultados e observações experimentais, cujas leis são expressas em uma linguagem matemática. E assim, destacamos a importância de correlacionar às observações experimentais com as leis físicas, que em princípio as explicam, mas que exigem uma capacidade de abstração que muitos estudantes do ensino médio ainda não conseguem atingir. Com o uso do *Modellus*, o estudo da situação didática aqui desenvolvida permitiu aos estudantes realizar simulações em tempo real do fenômeno físico, conferindo, mais sentindo ao problema proposto.

Dessa maneira, defendemos a importância das tecnologias computacionais como instrumentos que permitem aos alunos interpretar a modelagem matemática, por meio do levantamento de hipóteses, diante da variação de dados em um contexto físico específico. Nesse sentido, torna-se importante trabalhar com os computadores dentro de uma didática que leve em conta os conhecimentos prévios dos alunos, ao invés de usá-lo como instrumento de simples reprodução de informações.

Em decorrência da vivência das atividades do estudo, os estudantes deixaram o lápis e papel de lado, para utilizar o computador como ferramenta para um aprendizado mais significativo. Afinal, o software *Modellus* favoreceu a resolução de problemas, permitindo uma melhor compreensão de conteúdos considerados abstratos, por meio da modelagem e simulação de experiências, como suporte alternativo para práticas experimentais *in loco*. A motivação dos estudantes superou as expectativas com relação à assiduidade saindo de um patamar de 50% para 90%.

O *Modellus* assim demonstra ser bastante prático e eficiente quando usado como material de apoio, tanto no intuito demonstrativo, ao simular situações físicas, quanto usado em um laboratório de informática, tendo os alunos como protagonistas. Dessa forma, em uma apresentação de conteúdo de física, o professor poderá apresentar aos estudantes uma simulação do conteúdo vivenciado usando um projetor, tornando a aula dinâmica e participativa e trazendo o estudante para a aula, visto que. Neste caso, Meister (1999) mostra que o uso de demonstrações no processo de aprendizagem proporciona uma retenção de 30%, enquanto uma aula expositiva apenas 5%. Porém, quando o conhecimento é posto em prática em laboratório de informática, com interação direta dos estudantes, a retenção sobe para 75%. E assim, percebe-se como ponto forte a interatividade entre os

estudantes, impulsionada a aprendizagem dos alunos. Por conseguinte, compreendemos que o uso da ferramenta *Modellus* tem o potencial de favorecer a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1968) oportunizando o estudante uma maior compreensão dos fenômenos físicos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Vagner Camarini; STACHAK, Marilei. A importância de aulas experimentais no processo ensino aprendizagem em física: eletricidade. XVI Simpósio Nacional de ensino de Física-SNEF. Universidade do Oeste Paulista-UNOESTE, Presidente Prudente-SP, p. 1-4, 2005.
- ANDRADE, M. E. Uso da Ferramenta *Modellus* no Ensino de Física: Uma abordagem a luz da Teoria dos Campos Conceituais. *Informática na Educação: Teoria e Prática*, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p.27-33, jun. 2015.
- ANDRADE, M. E. Simulação e modelagem computacional com o software *Modellus*: Aplicações práticas para o ensino de física, São Paulo, Livraria da Física, 2016.
- ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Interatividade em recursos computacionais aplicados ao ensino e aprendizagem de Física, Santa Maria, Ed. Unifra 2008.
- ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A.; Moreira, M. A. Um estudo sobre o desempenho de alunos de física usuários da ferramenta computacional *Modellus* na interpretação de gráficos cinemáticos, Porto Alegre, 2002.
- AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimento: Uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano edições técnicas, 2003.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. *Rev. Bras. Ensino Física*, v.25, n.3, p.259-272, 2003.
- MAZUR, Eric. *Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa*. Penso, Porto Alegre, 2015
- MEISTER, Jeanne C. *Educação Corporativa: A gestão do Capital Intelectual através das Universidades Corporativas*. Pearson Makron Books, São Paulo, 1999.
- MOREIRA, M.A. *Uma abordagem cognitivista ao ensino de física*. Porto Alegre, Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1983.
- PEREIRA, Ricardo Francisco; FUSINATO, Polônia Altoé; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, VII, 2009.
- PIRES, Marcelo Antonio; VEIT, Eliane Angela. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. *Revista brasileira de ensino de física*. Vol. 28, n. 2 (abr./jun. 2006), p. 241-248, 2006.
- TEODORO, V. D. *Modellus: Learning Physics with Mathematical Modelling*. Tese de Doutorado em Ciência da Educação, Universidade de Nova Lisboa, 2002.



VEIT, E.A.; TEODORO, V.D. Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Para o Ensino Médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 24, n. 2, p.87-96, jun. 2002.