

## **SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA: AMPLIANDO SABERES DO PROFESSOR**

**BILHALBA, Larissa Pires<sup>1</sup>; LOPES, Lutiene<sup>2</sup>; VERONEZ, Gabriel<sup>3</sup>; SOARES, Sandra Schmidt<sup>4</sup>; DIAS, Lisete Funari<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Universidade Federal de Pelotas/Graduação de Licenciatura em Física; <sup>4</sup>Instituto Federal Sul Riograndense/ Pós Graduação em Educação; <sup>5</sup> Universidade Federal de Pelotas, IFM-Departamento de Física. lisetefunaridias@gmail.com

### **1 INTRODUÇÃO**

Este trabalho apresenta relatos sobre um projeto de ensino, desenvolvido na disciplina de Simulações Computacionais para o Ensino de Física, a 12 estudantes de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), no primeiro semestre de 2012. A metodologia do projeto utiliza estratégias didáticas com recursos computacionais, entre eles, simulações de sistemas físicos, construídas com o *software* Modellus.

Toma-se, como base, trabalhos já desenvolvidos com o *software* em teses e dissertações, a exemplo de Araújo (2002), que utiliza a interpretação de gráficos da Cinemática e Dornelles (2010), que investiga o desempenho de alunos em atividades de simulação e modelagem computacional no estudo de circuitos elétricos. Além desses, Dias (2010) utiliza o mesmo *software* para animar experimentos de pensamento utilizados na cinemática da Teoria da Relatividade Restrita (TRR). A partir destes, atesta-se que, as simulações construídas com o *software* Modellus possam ser instrumentos de grande potencial no aprendizado e explicação de movimentos. A ênfase, neste projeto, foi dada aos conceitos de referenciais, movimentos relativos e composição de movimentos na Mecânica Newtoniana, chamando a atenção para o problema de percepção do observador no referencial adotado por ele.

Do ponto de vista pedagógico, em artigos pesquisados por Araujo & Veit, (2004), os autores referem-se ao uso do computador no ensino-aprendizagem sem preocupação com o embasamento teórico e poucos resultados, que possibilitem uma avaliação. Sendo assim, as atividades do projeto envolveram leituras de artigos na área de simulações computacionais no ensino de Física, Araujo & Veit (2004) e Veit & Teodoro (2002). Além desses, Brandão, Araújo e Veit (2010) enfatizam a função dos modelos como mediadores na relação entre teoria e realidade, sendo que, as idealizações constituem-se no passo inicial para construção de representações esquemáticas de sistemas físicos.

Para elaboração de qualquer material didático ou proposta de atividade, a Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1968) aponta tarefas fundamentais para o professor, entre elas, identificar qual subsunçor o aluno já possui. Se ele ainda não possui, o professor deve estar atento para quais subsunçores são necessários para o novo conhecimento. “Os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco diferenciados, dependendo da frequência e da intensidade com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor”. Moreira & Masini (2006, p 18) Feito isso, deve-se ensinar com os recursos que facilitem a aquisição da estrutura conceitual, pois do processo de ancoragem da nova informação, em subsunçores existentes na estrutura cognitiva, resulta o crescimento

e modificação do conceito subsunçor. (Ausubel, 1968, *apud* Moreira, 1999) Com base nesta teoria, a proposta deste projeto pode ser enunciada da seguinte forma: Simular um sistema físico, com o *software* Modellus, consciente das idealizações a serem consideradas, pode promover subsunçores limitados e pouco diferenciados em abrangentes e bem desenvolvidos? E com isso, torná-los relevantes, levando a uma Aprendizagem Significativa?

## 2 METODOLOGIA (MATERIAIS E MÉTODOS)

O projeto envolveu 120 h/aula em laboratório de informática. O material didático foi disponibilizado e organizado no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Institucional da UFPel. No AVA, foram criados fóruns de discussão e trocas de experiências entre o grupo. Esses fóruns foram úteis para as avaliações da professora e autoavaliações dos próprios estudantes.

A organização do projeto envolveu: Pesquisa de conteúdos para a solução de problemas, em livros didáticos e no *site* Modellus, disponível em < <http://modellus.fct.unl.pt/> >; Instalação do *software* livre nos computadores; Construção de atividades envolvendo simulações, a serem exploradas e expressas pelos alunos; Construção de um tutorial de uso do *software*.

O desenvolvimento contou com atividades, distribuídas em 8 tarefas, que envolveram simulações de 13 problemas, cujo tema são sistemas físicos da Mecânica Newtoniana. As questões propostas, consideradas para análise de aprendizagem e expressas através de modelagem computacional, utilizaram todos os recursos do *software* Modellus (tabelas, gráficos, animação de objetos e vetores).

No fechamento, utilizando um subtema baseado nas atividades desenvolvidas, foi construído um *site*, a ser disponibilizado no *google-sites*, para apresentação a outros estudantes. Esta construção seguiu as seguintes diretrizes: Ser individual; Criar um texto explicativo com auxílio de bibliografia; Demonstrar e explicar os fenômenos através de uma simulação; Criar uma atividade a ser respondida com auxílio da simulação, gráficos ou tabela; Colocar referências.

Esta metodologia, fundamentando-se na Teoria da Aprendizagem Significativa, avaliou o estágio dos subsunçores, apresentados pelos alunos, no início das atividades e no final destas. Avaliou, também, a capacidade dos alunos na elaboração de materiais didáticos computacionais.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referem-se ao período compreendido entre o planejamento da disciplina até o fechamento, ou seja, março a julho de 2012.

Toma-se, como exemplo, para análise de aprendizagem, a atividade 2, realizada pelo estudante E1, um dos 12 estudantes. Esta atividade foi apresentada após a simulação de Movimento Retilíneo Uniforme e/ou Variado na direção horizontal, considerando um único referencial.

Atividade 2: (Halliday, Resnick, Walker, 2006, p. 78) Alex(A), parado no acostamento de uma estrada, observa Barbara (B) passar rapidamente. Bárbara, com velocidade constante, observa Dino (D), que se move com velocidade diferente, ao longo de uma mesma direção. Suponha que a velocidade de Bárbara em relação a Alex é uma constante,  $v_{BA}=52\text{km/h}$ , e Dino está se movendo no sentido oposto à Bárbara. Se Alex mede uma velocidade constante  $v_{DA}= -78\text{km/h}$  para Dino, qual será a velocidade  $v_{DB}$ , medida por Bárbara? Utilize os recursos do *software* Modellus, para simular os movimentos e apresentar resultados.

Análise durante a atividade:

O estudante E1 demonstra que a atividade 2, embora envolva Movimento Retilíneo Uniforme, não é trivial para ele. Realiza cálculos no papel, mas fica com dificuldade de encontrar a resposta através dos dados do problema. Fica confuso, e pergunta: “Como eu faço para simular?” A professora ilustra com o problema de uma pessoa que está dentro de um carro, que se move com velocidade constante. Para esta pessoa, a velocidade relativa, dela com relação ao carro, é nula, portanto é um caso de adição de velocidades. O estudante resolve o problema construindo três simulações, uma para cada referencial (Dino, Alex e Bárbara). Precisou de auxílio da professora para executar a primeira etapa, ou seja, o referencial do Alex. A professora estimula o estudante a apropriar-se, além do modelo matemático, de outros recursos do *software*, tais como, texto na tela e em notas, tabela de dados, gráfico das velocidades e posições. A simulação do movimento é dada pela equação da posição dependente do tempo do MRU. A velocidade relativa, calculada no papel, é adicionada como parâmetro, no referencial de Bárbara.

Consideram-se, como resultados, algumas das autoavaliações no fórum “Medindo a Aprendizagem”, criado no AVA:

*E1: Estou achando muito animador aprender a utilizar o Modellus, embora esteja com dificuldades, pois são muitos detalhes que devemos cuidar para fazer uma simulação. A cada aula vejo que estou conseguindo evoluir e está ajudando a lembrar os conceitos que deixei 'arquivados' lá da Física I.*

*E2:...para mim a atividade que foi mais significativa foi a de referenciais. Acho muito interessante trabalhar este conceito físico com o Modellus, pois realmente o software nos auxilia a perceber os diferentes referenciais.*

*E3: Das atividades propostas neste curso, para desenvolvermos no Modellus, a atividade 2, foi a mais significativa e, a que mais me ajudou para a compreensão do sistema físico envolvido. Isso por se tratar de uma atividade envolvendo sistemas de referência.*

*E4: Acredito que sem as simulações, a resolução de problemas se torna consideravelmente difícil, porque temos dificuldade de imaginar o problema.*

*E5: Teve algumas situações que por não trabalhar constantemente acabei esquecendo alguns detalhes e com as simulações ficou fácil de lembrar, como foi o caso de uma simulação com MRUV.*

*E6: ...o Modellus é uma ferramenta interessante para a aprendizagem em física, ainda mais se os alunos puderem montar e animar suas simulações. Desde modo, servirá como um bom estímulo para a aprendizagem.*

Nos depoimentos, os demais alunos também se referem aos conceitos com limitações de compreensão antes das atividades envolvendo as simulações.

Dos 12 estudantes envolvidos, 9 apresentaram, como resultado final de aprendizagem, a construção de um material didático envolvendo as simulações construídas em sala de aula, que já está disponível em sites, a exemplo de <https://www.sites.google.com/site/sceflarissa2012/home>, <https://sites.google.com/site/betaschmitz/>, <https://sites.google.com/site/fiscanaoesopraloucos/>

#### 4 CONCLUSÃO

Observou-se, através das atividades, a existência de subsunçores limitados, que estão relacionados, principalmente, ao uso de sistemas de referência. Os estudantes podem até apropriarem-se de fórmulas adequadas e entender cada um dos conceitos separadamente, mas têm dificuldades com sinais algébricos das expressões que explicam, por exemplo, movimentos relativos e movimentos em duas dimensões. Essas constatações ficam evidentes no ato de simular um sistema físico.

O *software Modellus*, comparado com simulações disponíveis na *internet*, auxiliou de forma muito eficaz na expressão dos movimentos de objetos, pois são animados pelas mesmas fórmulas que o aluno já conhece, apresentando gráficos e tabela de dados para verificação dos resultados. Tais recursos possibilitam a descoberta de erros, quando o movimento do objeto não concorda com a teoria. A possibilidade de ligar objetos a vetores, tais como velocidade, força, aceleração, é de grande valia na compreensão do sistema físico. Com isso, os conceitos vão ganhando significado.

Com base nos resultados e fazendo uma conexão com o referencial teórico, Ausubel (1978, apud Moreira & Masini, 2006), concluímos ser possível atender a proposta deste projeto que é: Simular com o *software Modellus*, considerando as idealizações dos sistemas físicos, pode promover subsunçores limitados e pouco diferenciados em abrangentes e bem desenvolvidos. Desta forma, é possível alcançar uma Aprendizagem Significativa.

Significativa, também, foi a apropriação de tecnologias computacionais por estes futuros professores. Neste projeto foi dado o primeiro estímulo para a construção de material didático, disponibilizado gratuitamente na *internet*, e a utilização de Ambiente Virtual de Aprendizagem do tipo *Moodle*

Este é o início de um trabalho que terá continuidade, como pesquisa, no segundo semestre de 2012, na mesma disciplina.

## 5 REFERÊNCIAS

- ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 4, n. 3, p. 5-18, 2004.
- ARAUJO, I. S. **Um Estudo sobre o Desempenho de Alunos de Física Usuários da Ferramenta Computacional Modellus na Interpretação de Gráficos em Cinemática**, 2002. 367 f. Tese (Mestrado em Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002
- BRANDÃO, R. V., ARAUJO, I. S., VEIT, E.A. Concepções e dificuldades dos professores de Física no campo conceitual da modelagem científica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** Vol. 9 N°3, 669-695, 2010.
- DIAS, L. F. **Noção de Referencial: Uma interação cognitiva entre a Mecânica Newtoniana e Relativística**, 2010. 120 f. Dissertação. (Mestrado em Ensino de Física) Instituto de Física Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- DORNELES, P. F. T. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral**. 2010. 367 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010
- MOREIRA, M.A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU. 1999.195 p.
- MOREIRA, M.A, MASINI, E.F.S. **Aprendizagem Significativa- A Teoria de David Ausubel**, São Paulo: Centauro, 2ª ed. 2006
- VEIT, Eliane A, TEODORO, Victor. Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, no. 2. 87p. 2002.