

USO DE FERRAMENTAS COGNITIVAS PARA O ENSINO DE FÍSICA**

José Nazareno dos Santos [nazareno@fisica.ufc.br]

Romero Tavares [www.fisica.ufpb.br/~romero]

Departamento de Física - Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Ildede Guedes [guedes@fisica.ufc.br]

Departamento de Física - Universidade Federal do Ceará - UFC

RESUMO

Neste trabalho usamos as ferramentas cognitivas chamadas de animações interativas para aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem da Mecânica Newtoniana que é o assunto do primeiro curso de Física Geral frequentado pelos alunos. Os softwares de modelagem Modellus e Java foram usados para enfatizar a criação e a exploração de representações múltiplas de fenômenos físicos durante o processo de ensino-aprendizagem. O objetivo deste trabalho é duplo: (i) mostrar como a animação interativa pode realmente aprimorar o entendimento dos fundamentos da Mecânica Newtoniana e (ii) esboçar os primeiros passos ao longo do caminho para desenvolver um curso de ensino à distância focalizado no uso da web para distribuição do curso e suporte dos estudantes. Para fazer isso, baseando-nos em fundamentos da filosofia construtivista seguimos uma tabela de conteúdos diferente daquela apresentada em livros-texto usuais, com ênfase na hierarquia conceitual proposta por Ausubel e com um suporte de um livro eletrônico em fase de produção. Durante este trabalho produzimos juntos com os estudantes centenas de animações interativas. O resultado relacionado ao aumento da nota média dos estudantes submetidos a esta nova metodologia é apresentado.

INTRODUÇÃO

O pouco conhecimento conceitual [1-3], as crenças errôneas sobre os conceitos newtonianos sustentados pelos alunos [4] e complicações em considerações sobre energia [5], geram dificuldades de aprendizado que se refletem nas baixíssimas médias dos aprendizes. Para modificar esta realidade, uma tendência mundial em pesquisa é a inserção de computadores nas escolas como ferramentas de ensino adicional às aulas convencionais ou como apoio ao desenvolvimento de cursos de Educação à Distância [6-7]. Os pesquisadores em Tecnologia Educacional [8] são unânimes em apontar o construtivismo como a teoria mais adequada para ser usada na concepção de uma Educação Mediada por Computadores (EMC). Sendo as teorias cognitivistas (Piaget, Vygotsky e Ausubel), construtivistas, estas são as indicadas para o desenvolvimento da metodologia. O construtivismo possibilita a Aprendizagem Significativa [9-10] e um dos caminhos para alcançá-la é através da interatividade entre o aprendiz e o conhecimento [11]. Na nossa busca por soluções para o ensino trilhamos a linha da modelagem e para tanto empregamos Modellus ou JAVA como ferramentas cognitivas [12] denominadas de animações interativas (modelos matemáticos com interatividade).

A nossa proposta metodológica é a produção do conhecimento pelos alunos, com a criação de suas próprias animações interativas, por intermédio da negociação de significados na visão de Vygotsky e Gowin. Desse modo, permitir que as novas informações possam ser incorporadas significativamente à estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, a conceitos sub-

** Dissertação de mestrado em Física em desenvolvimento na Universidade Federal do Ceará (UFC) pelo aluno José Nazareno dos Santos com o apoio financeiro do CNPq e da FUNCAP.

sunçores inclusivos, estáveis e claros segundo Ausubel. Este trabalho em Física Geral I tem o intuito de reduzir a dispersão das notas médias dos alunos aumentando o seu conhecimento médio, favorecer o entendimento dos conceitos e relações entre as proposições ou leis físicas, estruturar as bases para a criação de um curso de Física Geral I à distância e criar reflexões para a alteração dos atuais currículos dos cursos de Física Geral I e suas metodologias.

METODOLOGIA

A metodologia foi aplicada nos semestres 2003.2 e 2004.1 aos alunos de Física Geral I do curso de Matemática (noturno) na UFC, cujo conteúdo é Cinemática, Leis de Newton, Energia, Sistema de Partículas e Colisões (CD256). Neste trabalho utilizamo-nos de uma seqüência lógica diferente, evidenciando os conceitos mais inclusivos como: conservação, energia, momento e força relativísticos. Estas idéias são progressivamente diferenciadas até chegarmos a Mecânica e através de exemplos, juntamente com as idéias fragmentadas, neste caso a Cinemática, são empregados para acrescentar novos conhecimentos com aprimoramento dos já existentes, fazendo-nos caminhar na hierarquia conceitual. As aulas noturnas com a duração de 90 minutos para a parte teórica e exercícios foram desenvolvidas com o uso da linguagem, quadro e giz. Os outros 30 minutos foram empregados para as dúvidas e resumos dos alunos com o entendimento do assunto. Estas informações são usadas para centrar esforços no ensino da parte teórica, tirar as dúvidas e criar as animações interativas nos horários extras, com um mínimo de uma hora para cada hora em sala de aula. Foram formados grupos de três alunos que compareceram aos horários extras com suas dúvidas, atividades ou com problemas já elaborados para a criação das animações interativas. A animação interativa é empregada para a discussão conceitual, resolução de problemas e como uma forma de entrevista. Nesta interação entre professor, aluno e computador estabelece-se mais eficientemente a negociação de significados “corretos” aceitos pela comunidade acadêmica através da produção e avaliação destas ferramentas cognitivas. Outras atividades são desenvolvidas e avaliadas: lista de exercícios conceituais e literais para discutir casos particulares; discussão das animações apresentadas; testes escritos com exploração numérica e conceitual; pré-testes; questões subjetivas sobre o entendimento das leis e princípios; participação nas discussões em grupo; mapas conceituais; análise do teste para avaliar a animação interativa como organizador prévio. Todas as atividades são devolvidas aos alunos com correções discutidas por escrito e as respostas são analisadas usando-se quadro, giz e a voz, além do quadro virtual: o computador. Estas atividades são aplicadas em pelo menos dois momentos, para avaliarmos a evolução da captação do assunto em estudo e encontrarmos evidências de Aprendizagem Significativa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As turmas CD256C (2003.2) e CD256B (2004.1) formadas por 42 e 47 alunos respectivamente, se apresentaram com 35 alunos cada uma.. Os outros 19 alunos não compareceram as atividades nos semestres 2003.2 e 2004.1, portanto, sendo reprovados com 100% de faltas, 21,35% do total, não podendo ser avaliados, sendo os únicos reprovados, Esta mesma consideração é usada para a análise de todos os dados neste trabalho. A Tabela 1 mostra a realidade do ensino de Física Geral I na UFC e na disciplina CD256 nos períodos de 2000.1 a 2004.1. A média da UFC é igual a 5,42 pontos enquanto para a disciplina CD256 a média igual a 5,54 pontos. O desvio padrão para a UFC e para CD256 é igual a 2,71 e 2,92 pontos respectivamente, com um coeficiente de variação de 50,02% para a UFC e 52,66% para CD256. Estes

dados indicam baixas notas médias e uma grande dispersão de notas. Em termos de reprovação, observamos 1560 alunos reprovados de um total de 3605 matriculados, com um percentual de 43,27% para a UFC, destes, 829 foram reprovados com 100% de faltas, ou 23,00% dos alunos. Dos 864 alunos matriculados na disciplina CD256, 393 foram reprovados, 45,49% e com 100% de faltas, 222 ou 25,69% dos estudantes.

Tabela 1. Média e repetência na UFC e CD256 nos períodos de 2000.1 a 20004.1.

Número de alunos	Média	Desvio Padrão (D.P)	Coefficiente de Variação (%)	Número de Reprovados	Reprovados (%)
3605	5,42	2,71	50,02	1560	43,27
864	5,54	2,92	52,66	393	45,49

A Tabela 2 mostra a realidade dos alunos submetidos à nova metodologia. Observa-se que a única média baixa ocorreu no grupo G2003.2a (controle) na primeira fase em que 17 dos alunos da turma CD256C foram avaliados de modo tradicional. Estes alunos, apenas nesta fase, não tiveram suas atividades corrigidas com discussões, reedição das atividades e mais importante, não foram apresentados às animações interativas. Nas fases seguintes a análise aponta para melhoramentos crescentes com médias gerais de 8,36 e 9,51 pontos respectivamente para os semestres 2003.2 e 2004.1 com baixos coeficientes de variação, 9,30% e 6,31%, visto que o reduzido desvio padrão foi de 0,78 e 0,60 pontos. Este resultado demonstra a presença de alunos com conhecimentos muito semelhantes.

Tabela 2. Média por fase de avaliação das turmas de controle G2003.2a e experimental G2003.2b da disciplina Física Geral I (CD256) da UFC e do período 2004.1.

Grupos	Controle (G2003.2a)				Experimental (G2003.2b)				G2003.2	G2004.1
	Fases			Total	Fases			Total	Total	-
	1a	2a	3a		1a	2a	3a			
Média	6,0	8,3	9,2	7,8	8,4	8,9	9,5	8,9	8,36	9,51
D.P.	1,6	0,6	0,4	0,6	0,8	0,6	0,4	0,5	0,78	0,60
C. V.(%)	27,6	6,8	4,6	8,0	9,6	6,2	4,5	6,1	9,30	6,31

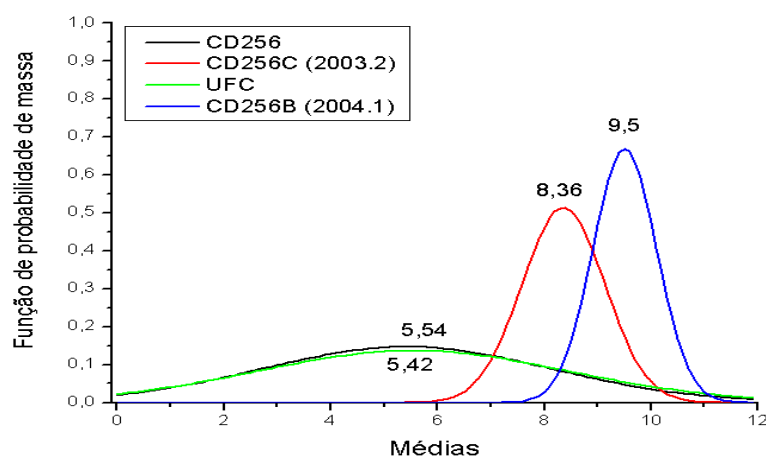


Figura 1. Curvas normais apresentando as médias gerais dos alunos.

Com um nível de confiança de 99,0%, a média dos alunos está dentro do intervalo de confiança usando t-Student em $P(5,29 < \mu < 5,56) = 0,99$. Desse modo usaremos as curvas normais apresentadas na Figura 1, indicando o comportamento das médias na UFC, CD256, e das turmas submetidas a nova metodologia CD256C (2003.2) CD256B (2004.1).

CONCLUSÃO

Os resultados são considerados estatisticamente muito significativos. Ocorre uma forte concentração das notas dos alunos em torno de uma média elevada. Os problemas ou atividades discutidos e modelados matematicamente com interatividade (animações interativas), em Java ou Modellus, juntamente com uma nova seqüência lógica do material instrucional, favorecendo a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, apresenta-se como uma metodologia de fácil aplicabilidade, que permite a clarificação da relação entre os conceitos, através de uma instrução individualizada bem programada e com o processo de pesquisa dando suporte à criação artística que é a produção do próprio conhecimento pelos aprendizes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BEICHNER, R. J. – Testing student interpretation of kinematics graphs – **American Journal of Physics**. v.62, 750, 1994.
- [2] AGRELLO, D. A. e GARG, R. - Compreensão de gráficos de cinemática em física introdutória – **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.21, n.1,103, 1999.
- [3] BARBETA, V. B. e YAMAMOTO, I. – Dificuldades Conceituais em Física Apresentadas por Alunos Ingressantes em um Curso de Engenharia – **Revista Brasileira de Física**, v.24, n.3, 332, 2002.
- [4] HESTENES, D. – Modeling Methodology for Physics Teachers – Proceedings of The International Conference on Undergraduate Physics Education (College Park), 1996.
- [5] ARONS, A. Development of Energy Concepts in Introductory Physics Courses. **American Journal of Physics**, p. 1063, 1999.
- [6] TEODORO, V. D. From formulae to conceptual experiments: interactive modeling in the physics sciences and in mathematics. In: INTERNATIONAL CoLos CONFERENCE NEW NETWORK-BASED MEDIA IN EDUCATION, 1998, Maribor, Eslovênia. [S.l.: s.n.], p. 13-22, 1998.
- [7] MASON, R. and WELLER, M. Factors affecting student's satisfaction on a Web course. **Australian Journal of Education Technology**, 16 (2), 173-200. 2000.
- [8] CHELLMAN, A. C. and DUCHSTEL, P. The ideal online course. **British Journal of Educational Technology** - Vol31, Pag229, 2000.
- [9] MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao Ensino de Física**. Editora da Universidade, UFRGS, 1983.
- [10] MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa** Editora UNB, 1999.
- [11] VEIT, E. A. e Teodoro, V. D. Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.24, n.2, 87-90, 2002.
- [12] JONASSEN, D. H. **Computers in the classroom: mindtools for critical thinking**, Columbus (OH): Prentice Hall, 1996.