

UM ESTUDO SOBRE O DESEMPENHO DE ALUNOS DE FÍSICA USUÁRIOS DA FERRAMENTA COMPUTACIONAL *MODELLUS* NA INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS EM CINEMÁTICA¹

Ives Solano Araujo

ives@if.ufrgs.br

Eliane Angela Veit

eav@if.ufrgs.br

Marco Antonio Moreira

moreira@if.ufrgs.br

Instituto de Física - UFRGS - 91501-970 Porto Alegre, RS

Com o advento dos *softwares* educacionais no ensino de Física, faz-se necessário investigar sua contribuição ao processo de aprendizagem do aluno. Apesar do crescente uso destes novos recursos, curiosamente, ainda há poucos trabalhos de pesquisa na área. Dentre as várias possibilidades de uso da informática no ensino de Física, optamos pela modelagem computacional, por acreditarmos que esta seja a que melhor possibilita a interação dos estudantes com o processo de construção e análise do conhecimento científico, permitindo que compreendam melhor modelos físicos.

O objetivo deste trabalho foi o de investigar o desempenho de estudantes quando expostos a atividades complementares de modelagem computacional na aprendizagem de Física, utilizando o *software Modellus* [1]. Interpretação de gráficos da Cinemática foi o tópico de Física escolhido para investigação. A fundamentação teórica adotada esteve baseada na proposta de Halloun [2] sobre modelagem esquemática e na teoria de Ausubel [3] sobre aprendizagem significativa.

Optamos pelo *Modellus* por ele ser um *software* que permite ao aluno fazer experimentos conceituais utilizando modelos matemáticos definidos a partir de funções, derivadas, taxas de variação, equações diferenciais e equações a diferenças finitas, escritos de forma direta, ou seja, assim como o aluno aprendeu na sala de aula. Um outro aspecto positivo em relação ao *Modellus* é o fato dele ser um *software* livre sendo distribuído gratuitamente na internet. Este fato, além das potencialidades da ferramenta, contribuiu para que sua utilização ocorresse em nível mundial.

Na área de ensino, nossa escolha recaiu sobre o tema interpretação de gráficos da Cinemática, por se tratar de um assunto amplamente discutido na literatura e fundamental na formação de conceitos apresentados posteriormente ao longo dos cursos de Física. Apesar desta pesquisa abordar especificamente esse tópico, certamente as potencialidades da modelagem computacional podem ser aproveitadas em outros diferentes contextos onde a natureza dinâmica de determinados fenômenos físicos precisem ser explicitadas, possibilitando ao aluno perceber que o estudo destes não se resume a uma mera aplicação de fórmulas. Pesquisas sobre os benefícios advindos do uso de modelagem computacional em outros contextos, seriam, então, necessárias.

O estudo envolveu estudantes do primeiro ano do curso de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Vinte seis destes estudantes - grupo experimental - foram

¹ Apoio: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

submetidos a atividades de modelagem, exploratórias e expressivas, durante nove horas (quatro encontros, com 2h15min cada). Vinte e seis outros estudantes constituíram um grupo de controle. Usando a notação de Campbell e Stanley [4], podemos escrever o delineamento quasi-experimental adotado (“design 10”) conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Delineamento da pesquisa (adaptado de Campbell e Stanley, 1963)

	Delineamento
Grupo Experimental	O ₁ X O ₂
Grupo de Controle	O ₁ O ₂

O₁ = Teste inicial

X = Tratamento (Atividades de modelagem computacional)

O₂ = Teste final

Tivemos como meta neste trabalho determinar se os alunos teriam ganhos significativos em termos de aprendizagem de Física, após passarem por um tratamento que consistiu em uma série de atividades (exploratórias e/ou expressivas) de modelagem aplicadas em situações de laboratório durante um curto intervalo de tempo. Estas atividades foram desenvolvidas levando em conta dois fatores importantes: as dificuldades apresentadas comumente pelos alunos ao interpretar gráficos da Cinemática (Tabela 1) e os objetivos que os alunos teriam que atingir para melhorar esta interpretação (Tabela 2).

Tabela 1 - Dificuldades dos estudantes em interpretação de gráficos da Cinemática.

Dificuldades
1) Visão de gráficos como uma fotografia do movimento
2) Confusão entre altura e inclinação
3) Confusão entre variáveis Cinemáticas
4) Erros quanto à determinação de inclinações de linhas que não passam pela origem
5) Desconhecimento do significado das áreas no gráfico abaixo das curvas Cinemáticas
6) Confusão entre área/inclinação/altura

Tabela 2 - Objetivos a serem atingidos na compreensão de gráficos da Cinemática.

Dado:	O Estudante deverá:
1) Gráfico de posição versus tempo	Determinar a velocidade
2) Gráfico da velocidade versus tempo	Determinar a aceleração
3) Gráfico da velocidade versus tempo	Determinar o deslocamento
4) Gráfico da aceleração versus tempo	Determinar a variação na velocidade
5) Gráfico da Cinemática	Selecionar outro gráfico correspondente
6) Gráfico da Cinemática	Selecionar a descrição textual adequada
7) Descrição textual do movimento	Selecionar o gráfico correspondente

As atividades exploratórias caracterizam-se pela observação, análise e interação do sujeito com modelos computacionais já construídos, no intuito de permitir ao aluno a percepção e a compreensão das eventuais relações existentes entre a matemática, subjacente ao modelo físico, e o fenômeno em questão. Neste tipo de atividade, o aluno é

motivado a interagir com o modelo computacional a fim de responder questões apresentadas em forma de perguntas dirigidas e “desafios”. As atividades expressivas podem ser caracterizadas pelo processo de construção do modelo computacional desde sua estrutura matemática até a análise dos resultados gerados por ele. Neste tipo de atividade são apresentadas questões que visam à elaboração de modelos computacionais a partir de determinados fenômenos de interesse onde podem ser fornecidas tanto informações qualitativas quanto quantitativas do sistema.

Os resultados deste trabalho mostram que houve melhorias estatisticamente significativas no desempenho dos alunos do grupo experimental, quando comparado aos estudantes do grupo de controle, submetidos apenas ao método tradicional de ensino. A percepção do aluno em relação à relevância de conceitos e relações matemáticas, bem como a motivação para aprender, gerada pelas atividades, desempenharam um papel fundamental nesses resultados. Tais resultados sugerem que o uso de atividades de modelagem, através do *Modellus*, pode auxiliar o professor complementando sua prática docente, inclusive em uma escala maior. Cabe aqui ressaltar que este estudo não teve como objetivo julgar o *software* como “útil” ou não ao ensino em termos absolutos. Acreditamos que não faça sentido avaliar uma ferramenta como um fim em si, pois a eficiência desta dependerá diretamente de onde, quando e como ela será empregada.

Outro aspecto importante a ser considerado é o da motivação para aprender proporcionada pelo tratamento aos estudantes. Além do interesse natural despertado pelo uso de microcomputadores, os resultados indicam que a aplicação de atividades de modelagem exerce uma influência positiva na predisposição do indivíduo para aprender Física. Isto ocorre na medida em que a relevância de determinadas relações matemáticas e conceitos é percebida pelo aluno durante o processo de interação com os modelos conceituais, permitindo que o conteúdo visto anteriormente por ele, e que até então estava muito abstrato, passe a ter um referencial mais concreto.

Para finalizar salientamos a importância de pesquisas científicas que se ocupem em investigar de que forma o aprendiz relaciona e compreende os conceitos físicos trabalhados com o uso do computador e como extrair um proveito máximo deste tipo de ferramenta. Sem pesquisas deste tipo, corremos o risco de prestar um desserviço aos nossos alunos, pois se por um lado estamos empregando métodos e materiais inovadores, por outro lado ignoramos como estes são assimilados por eles, o que pode ocasionar o reforço de pensamentos e atitudes que justamente estamos tentando superar. Os resultados deste trabalho serão objeto de uma publicação e deram origem à dissertação de mestrado de I. S. Araujo [5].

Referências:

1. TEODORO, V. D.; VIEIRA, J. P.; CLÉRIGO, F. C. *Modellus*, interactive modelling with mathematics. San Diego: Knowledge Revolution, 1997.
2. HALLOUN, I. Schematic modeling for meaningful learning of physics. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 33, n. 9, p. 1019-1041, Nov. 1996.
3. AUSUBEL, D. P. **Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva**. Barcelona: Paidós, 2002. 328 p.

4. CAMPBELL, D. T.; STANLEY, J. C. Experimental and quasi-experimental designs for research on teaching. In: GAGE, N. L. (Org.). **Handbook of research in teaching**. Chicago: Rand McNally, 1963. p.171-246.
5. ARAUJO, I. S. **Um estudo sobre o desempenho de alunos de Física usuários da ferramenta computacional *Modellus* na interpretação de gráficos da cinemática**. Porto Alegre, 2002. 111 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.