A UTILIZAÇÃO DA MODELAGEM COMPUTACIONAL SEMIQUANTITATIVA NO ESTUDO DO SISTEMA MOLA-MASSA♦

Giuseppi Camiletti [a] [giuseppi@cce.ufes.br]
Laércio Ferracioli [b] [laercio@cce.ufes.br]

Departamento de Física/UFES
Campus de Goiabeiras
29.060-900 Vitória, ES - Brasil

1 - Introdução

A questão da utilização de novas tecnologias no contexto educacional tem sido discutida tanto em nível nacional quanto internacional. O governo federal destinou recursos em nível nacional para as Escolas de Ensino Médio para a aquisição de computadores, sem contudo definir claramente as diretrizes para a aquisição de softwares e ambientes computacionais educacionais.

Este fato gera a necessidade do desenvolvimento de pesquisa sobre como promover, na prática, a integração dos recursos da tecnologia da informática com a sala de aula (Ferracioli, 2000). Dessa forma, o objetivo deste trabalho é *investigar a utilização de um Ambiente de Modelagem Computacional no estudo de tópicos de Ciências*.

Um Ambiente de Modelagem Computacional é um software, que no contexto deste trabalho recebeu esta denominação pois existe uma proposta pedagógica subjacente à sua utilização onde ele é visto como um Ambiente de Aprendizagem. Assim, este Ambiente pode possibilitar ao aluno a ampliação de sua capacidade em formular perguntas e não simplesmente em encontrar respostas (Ferracioli, 2001).

2 - Referencial Teórico

A utilização de Ambientes Computacionais na prática da sala de aula, pode ser desenvolvida a partir do estudo de tópicos de conteúdos específicos em Ciências com utilização de uma abordagem alternativa utilizando o **conceito de modelagem**.

Esta proposta consiste em levar o aluno a construir um modelo sobre o problema em estudo e, em seguida, representá-lo no computador através de um *Ambiente de Modelagem Computacional* adequado. Uma vez representado o modelo no Ambiente de Modelagem este pode ser simulado gerando a possibilidade de ampliação do estudo do problema analisado.

2.1 - Sobre Atividades de Modelagem

♦ Apoio Financeiro
- FACITEC/CMTC/PMV - Fundo de Apoio à Ciência e Tecnologia do Conselho Municipal de Ciência e Tecnologia do Município de Vitória-ES.
- CAPES - .Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

De acordo com Bliss & Ogborn (1989), as atividades de construção de modelos podem ser desenvolvidas de duas maneiras:

- **Exploratória**, quando o aluno é levado a explorar, no ambiente computacional, um modelo desenvolvido anteriormente por um especialista.
- **Expressiva**, quando o aluno é solicitado a desenvolver um modelo no Ambiente de Modelagem Computacional.

Neste trabalho, as atividades de construção de modelos foram desenvolvidas em nível exploratório e expressivo. Estas atividades naturalmente envolvem a atividade de raciocínio. Assim, Bliss et al (1992) sugerem que o raciocínio pode ser concebido a partir de três dimensões:

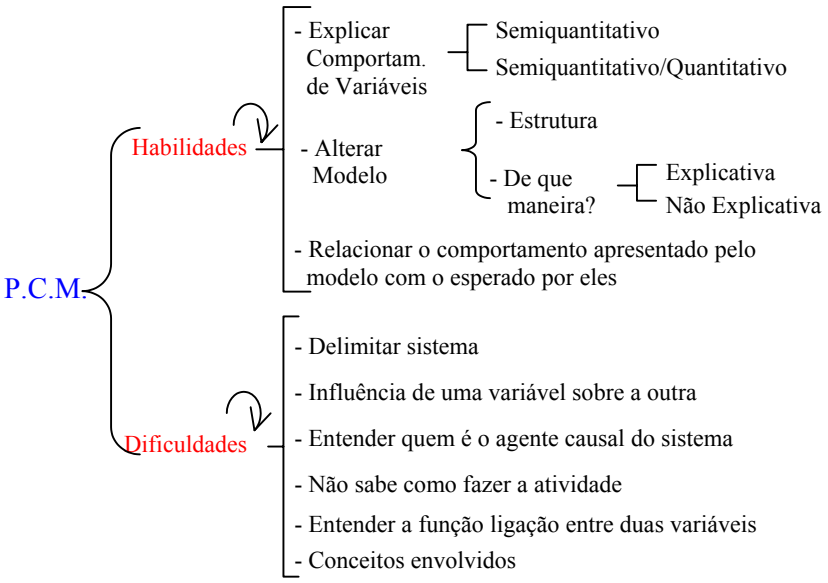
- Quantitativa
- Qualitativa
- Semiquantitativa

44u257.1224 626.1797 Tm .02 179.93a51</MC Q.44u25 63r336 103Tj 10.02 0 0 110.02 0 0

O raciocínio *quantitativo* pode envolver uma variedade de aspectos desde o reconhecimento de relações

cada dupla nos aspectos de Habilidades e Dificuldades, enquanto que uma leitura na linha proporciona a visualização do comportamento de todas as duplas naquele aspecto específico.

Sistema Mola-Massa



Duplas						
01	02	03	04	05	06	Total
	x		x	x	x	04
x		x				02
x	x	x	x	x	x	06
x	x	x	x			04
				x	x	02
x	x	x	x	x	x	06
	x	x			x	03
		x	x		x	03
	x					01
				x	x	02
				x		01
					x	01

Figura 04: *Rede sistêmica e quadro-resumo da atividade de modelagem expressiva com o sistema mola-massa.*

Como exemplo, é apresentada a análise do Processo de Construção do Modelo da dupla 02. Em relação aos aspectos de Habilidades apresentadas durante o processo de construção do modelo a dupla foi capaz de raciocinar em nível semiquantitativo, alterar o modelo explicando o porque das alterações e relacionar o comportamento apresentado pelo modelo com o esperado por eles. As dificuldades apresentadas foram relacionadas à delimitação do sistema a ser estudado e ao entendimento do agente causal do sistema, ou seja, em alguns momentos o estudante dizia que o agente responsável era a mola em outras dizia que era a força.

Em relação ao comportamento das duplas em cada aspecto considerado na rede, em relação às Habilidades apresentadas pelas duplas, todas os estudantes foram capazes de relacionar o comportamento apresentado pelo modelo com o esperado por eles. Em relação às Dificuldades, as duplas 02, 03 e 06 tiveram dificuldades na delimitação do sistema a ser estudado.

5 - Discussão e Conclusão

A conclusão sobre o Processo de Construção do Modelo será feita respondendo as questões básicas de pesquisa deste trabalho, descritas na seção 3. A resposta de cada questão é baseada no quadro-resumo mostrado na Figura 04.

5.1 - Quais habilidades os estudantes demostraram durante o desenvolvimento do modelo?

As habilidades apresentadas variaram de dupla para dupla. Todas as duplas foram capazes de construir uma versão do modelo, realizar sua simulação e emitir uma opinião dizendo se o comportamento apresentado pelo modelo estava ou não de acordo com o que esperavam.

Quatro duplas foram capazes de fornecer explicações em nível semiquantitativo sobre o comportamento das variáveis, ou seja, foram capazes de explicar o que ocorre com uma variável quando a outra varia. Este resultado parece indicar que os alunos foram capazes de raciocinar em nível semiquantitativo para o desenvolvimento da atividade de modelagem expressiva com o sistema mola-massa.

Duas duplas foram capazes também, em algum momento da construção do modelo, de tecer comentários baseados em possíveis valores que as variáveis deveriam ter, uma em relação à outra, ou seja, foram capazes de apresentar um argumento em nível quantitativo sobre o comportamento das variáveis do modelo construído em um Ambiente de Modelagem Computacional Semiquantitativo. Este resultado parece dar sustentação ao relato de Santos, Sampaio e Ferracioli (2001) que trabalharam com a hipótese de que o raciocínio em nível semiquantitativo seria precursor do raciocínio em nível quantitativo.

Todas as duplas foram capazes de alterar o modelo, inserindo ou retirando variáveis e ligações. A maioria foi capaz de explicar estas alterações feitas no modelo o que indica que as duplas apresentaram um certo grau de entendimento sobre que estavam fazendo, não adotando uma estratégia de simples tentativa e erro para a construção do modelo.

5.2 - Quais são as dificuldades apresentadas pelos estudantes durante o desenvolvimento do modelo?

Para o desenvolvimento da atividade de modelagem expressiva com o sistema mola-massa, as duplas apresentaram uma série de dificuldades sendo algumas relacionadas à utilização do Ambiente de Modelagem Computacional, outras relacionadas à utilização do raciocínio em nível de sistemas e em menor escala com o conteúdo em estudo.

Em relação à utilização do Ambiente de Modelagem Computacional Semiquantitativo Icônico WLinkIt, foi considerado que a dupla teve dificuldade em entender a função da ligação entre duas variáveis, quando ao estabelecer uma ligação entre elas pareciam não entender a função da mesma, ou seja, pareciam não entender qual seria o comportamento que seria gerado pela estrutura construída. Assim, parece que as duplas que apresentaram este tipo de dificuldade não possuíam um bom nível de entendimento sobre a função da ligação entre duas variáveis do Ambiente de Modelagem Computacional WLinkIt.

Em relação à utilização do raciocínio em nível de sistemas para a construção do modelo, três duplas encontraram dificuldades para entender como uma variável influencia a outra, ou seja, encontraram dificuldades em conceber uma variável como sendo responsável pela variação da outra variável. Uma dupla apresentou dificuldades em relação ao entendimento do agente causal do sistema, comentando em alguns momentos que o agente responsável por fazer o bloco oscilar seria a mola e em outros momentos que seria a força. Esta dificuldade pode influenciar na construção do modelo sobre o sistema em estudo uma vez que põe em dúvida quais são as variáveis que devem ser responsáveis pela variação de outra variável.

Três duplas encontraram dificuldades para a delimitação do sistema a ser estudado. Esta habilidade é fundamental para que o aluno tenha clareza sobre quais os aspectos de relevância considerar na construção do modelo, caso contrário alguns aspectos considerados e traduzidos na forma de variáveis podem não ter importância para o modelo e ainda o aluno pode imaginar um comportamento não adequado para determinada variável.

Portanto, existe um indício de que a dificuldade em delimitar o sistema a ser estudado é uma herança do ensino tradicional, uma vez que, de modo geral, não é observado de maneira apropriada o processo de delimitação do sistema no momento do estudo de um determinado tópico: assume-se que o arranjo e manipulação do sistema, com o estabelecimento das condições iniciais não são da parte do estudo uma vez que são fornecidos a priori sem uma discussão adequada. Este fato é continuamente reafirmado através da proposição de problemas apresentados ao final de cada capítulo dos livros de Física: massas são comprimidas e colocadas em movimento sem que sejam mencionadas as fontes para o estabelecimento desses conceitos. (Ferracioli, 1994).

Em relação a Não saber como fazer a atividade, duas duplas não tinham muito claro o que de fato estava tentando fazer durante o desenvolvimento da atividade de modelagem expressiva com o sistema mola-massa. Simplesmente as variáveis foram sendo incorporadas ao modelo sem o compromisso com um objetivo final.

Em relação à dificuldade com os conceitos envolvidos, uma dupla considerou a variável força como sendo importante para a construção do modelo mas não sabia se ela representava a força da mola sobre o bloco, a força peso ou a força de atrito. Esta dupla encontrou uma grande dificuldade para desenvolver o modelo sobre o sistema mola-massa.

5.3 - Considerações Finais

O objetivo desta pesquisa é investigar a utilização de Ambientes de Modelagem Computacionais no estudo de tópicos de Ciências. Assim, o mapeamento dos aspectos aqui discutidos é fundamental para o delineamento de pesquisas futuras no sentido de promover, na prática, a integração destes Ambientes na sala de aula, mais especificamente para o estudo de tópicos de Ciências.

6 - Agradecimentos

Este trabalho de pesquisa foi parcialmente financiado pelo CNPq, CAPES e FACITEC/CMT/PMV - Fundo de Apoio a Ciência e Tecnologia do município de Vitória-ES.

7 - Referências Bibliográficas

BLISS J. OGBORN J (1989) Tools for Exploratory Learning. A Research Programme. *Journal of Computer Assisted Learning*, 5:37-50.

BLISS, J. et al. (1983) *Qualitative Data Analysis for Educational Research: a guide of systemic networs*. 1. ed., London: Croom Helm. 215 p.

BLISS, J. et. al. (1992) Reasoning Supported by Computational Tools. *Computer Education*. Vol.18. p1-9.

CAMILETTI, G. (2001) *Modelagem Computacional Semiquantitativa no Estudo de Tópicos de Ciências: Um Estudo Exploratório com Estudantes Universitários*. Vitória, ES, Curso de Pós-Graduação em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Diss. mestr. ensino de física.

CAMILETTI, G. & FERRACIOLI, L. (2001) A Utilização da Modelagem Computacional Quantitativa no Aprendizado Exploratório de Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.18, n 2.

FERRACIOLI, L & SAMPAIO, F. F. (2001) Informação, Ciência, Tecnologia & Inovação Curricular em Cursos de Licenciatura. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 8(1): 77-85.

FERRACIOLI, L. (1994) *Commonsense Reasoning About Processes: A Study of Ideas about Reversibility*. Ph.D. Thesis. London: Institute of Education University of London.

FERRACIOLI, L. (1997) As Novas Tecnologias nos Centros de Ciências, nos Centros de Formação Profissional e na Formação de Professores. In: *Atas do XII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 27-31/Janeiro/1997. p. 127-33.

FERRACIOLI, L. (2000) *A Integração de Ambientes Computacionais ao Aprendizado Exploratório em Ciências*. Projeto de Pesquisa apresentado ao CNPq, Processo Nº 46.8522/00-0.

FORRESTER, J. (1968) *Principles of Systems*. Cambridge, Ma: Wright-Allen Press.

MANDINACH, E. B (1989) Model-building and the Use of a Computer Simulation of Dynamics Systems. *J. Educational Computing Research*, 5, (2): 221-243.

OGBORN, J. & MILLER, R. (1994) Computational Issues in Modelling. In Mellar, H.; Bliss, J.; Boohan, R.;Ogborn, J. & Tompsett, C. (eds.) *Learning With Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum*, (p.117-27). London: The Falmer Press.

OGBORN, J. (1994) The Nature of Modelling. In Mellar, H.; Bliss, J.; Boohan, R.; Ogborn, J. & Tompsett, C. (eds.) *Learning With Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum*, (p.11-15). London: The Falmer Press

ROBERTS, N. et all. (1983*) Introduction to Computer Simulation - A System Dynamic Modelling Approach*. New York: Addison Wesley.

SAMPAIO, F. F. (1996) *LinkIt: Design, Development and Testing of a Semi-Quantitative Computer*

Modelling Tool. Ph.D. Thesis, Department of Science and Technology, Institute of Education, University of London.

SAMPAIO, F. F. TORRES, A. S. (1999) Trabalhando o conhecimento qualitativo de taxa de variação num ambiente de modelagem dinâmica computacional. *III COINFE – Congresso Estadual de Informática na Educação*. Instituto de Educação. Rio de Janeiro.

SANTOS A.C.K.; SAMPAIO, F.F. & FERRACIOLI, L. (2001) Um Experimento de Modelagem Dinâmica Semiquantitativa com a Utilização da Técnica dos Hexágonos. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 7(1): 21-35.

SANTOS, A.C.K. & OGBORN, J (1994*)* Sixth form students' ability to engage in computactional modelling. *Journal of Computer Assisted Learning.* 10:182-200.

SANTOS, A.C.K. & OGBORN, J. (1992) A Model for Teaching and Research into Computational Modelling. *Journal of Computer Assisted Learning*. 8:67-78.