

O DESENVOLVIMENTO DE MODELOS COMO PRÁTICA PEDAGÓGICA NAS LICENCIATURAS EM CIÊNCIAS

Nelson Lage Costa
Universidade Castelo Branco

Celso Luis Santos Sobrinho
Colégio Brigadeiro Newton Braga

Wilma Clemente de Lima Pinto
Centro Universitário da Zona Oeste

Zenildo Buarque de Moraes Filho
Universidade do Grande Rio

RESUMO: Neste estudo são descritas estratégias destinadas aos licenciandos em Ciências, no sentido de que possam desenvolver, ainda na sua formação, o aporte necessário para a criação e aplicação de modelos para o ensino de ciências. São discutidos vários recursos que podem ser utilizados para melhorar ainda mais as práticas pedagógicas e investigativas no ensino das ciências, desde os mais simples, como desenhos, até alguns mais complexos, como montagens de experimentos. Como resultado deste estudo, discute-se algumas das falhas mais graves cometidas quando da implantação das estratégias do uso de modelos em aulas que visam o ensino de Ciências. Falhas que são perfeitamente contornáveis com uma boa atuação do professor, no que se refere ao seu envolvimento no projeto aplicado.

PALAVRAS CHAVE: Modelos Mentais – Representações – Aprendizagem.

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo apresentar e discutir fatores que possam contribuir para a diminuição de erros frequentemente cometidos na formação de modelos (científicos ou não) que auxiliem no desenvolvimento dos conceitos relacionados ao ensino de ciências. Como toda proposta de ensino, a estratégia do uso de modelos contém falhas, mas que são perfeitamente evitáveis com a implantação de uma orientação específica sobre estes conceitos, ainda na formação do professor de Ciências. A intenção é fazer com que os futuros professores sejam conscientizados sobre a correta orientação na construção dos modelos a fim de que se possam evitar os erros cometidos. Para tanto, é necessário que o futuro professor, ainda na sua formação, possa ter a oportunidade de discutir a importância e a aplicação correta de tais modelos.

Embora não exista um real significado sobre o que seja realmente um modelo mental, estes vêm sendo usados em várias áreas do conhecimento humano. Já os modelos usados na Ciência, sejam estes teóricos ou matemáticos, são criações exclusivas dos cientistas, e são propostos para explicar fenômenos numa determinada área da ciência em que estão inseridos. Mas, em contraste com o caráter de publici-

dade que assumem os modelos científicos, os modelos mentais são pessoais e só existem na mente dos sujeitos responsáveis pela sua criação.

Modelos são as principais ferramentas usadas pelos cientistas para produzir conhecimento e um dos principais produtos da ciência. Através de modelos, os cientistas formulam questões acerca do mundo, descrevem, interpretam e explicam fenômenos; elaboram e testam hipóteses; e fazem previsões. O desenvolvimento científico relativo a qualquer fenômeno relaciona-se normalmente com a produção de uma série de modelos com diferentes abrangências e poder de predição. Estas são razões suficientes para justificar o papel de modelos no ensino e na aprendizagem de ciências.

Um modelo deve ser entendido como uma representação de um objeto, processo, evento, sistema ou idéia – que se origina de uma atividade mental, ou seja, um *modelo mental*. O resultado de uma atividade mental não pode ser acessado diretamente, mas pode ser expresso através de ações, da fala, da escrita ou de outra forma simbólica. Assim, o que se conhece de um modelo mental é o que se pode chamar de *modelo expresso*. No momento em que um modelo expresso é aceito por uma determinada comunidade de pessoas, ele se torna um *modelo consensual* (Gilbert and Boulter, 1995). A natureza essencialmente abstrata dos modelos consensuais da Ciência conduz a dificuldades no ensino e na aprendizagem dos mesmos, pois podem apresentar erros que vão desde falhas conceituais à falhas de projetos ou de apresentações e aplicações. Em função dessas dificuldades emerge a importância do desenvolvimento de *modelos de ensino*, ou seja, a utilização de *estratégias para o ensino com o auxílio de modelos em química* com o propósito específico de ajudar primeiramente os professores de Ciências a desenvolver os modelos de forma segura e correta, ainda nas licenciaturas e, por conseguinte os alunos a entenderem os modelos consensuais.

MARCO TEÓRICO

Como marco teórico desta pesquisa, é importante citar os estudos realizados por De Corte (1990), Piaget (1954) e Resnick (1983), que afirmam que, para ocorrer à assimilação de um novo conceito, o aprendiz deve construir *links* com outros conceitos já existentes. Usos de ferramentas computacionais (tecnologias da informação e comunicação) auxiliam o aluno na construção de seu próprio conhecimento. Bliss (1994) sugere dois modos de aprendizagem: exploratório e expressivo. A ideia de aprender ciências consiste em adquirir modelos mentais mais elaborados e consistentes acerca de certos aspectos do mundo. E não podem conter falhas. O alcance por meio de enriquecimento envolve a adição de informações aos modelos existentes. O alcance por meio de revisão implica mudanças nas crenças ou pressupostos individuais ou na estrutura relacional do modelo.

A análise de muitas das pesquisas e trabalhos publicados realizados sobre o assunto de criação e aplicação de modelos, principalmente relacionados às novas tecnologias permitiu-nos propor uma nova divisão dos conceitos de modelos, sem alterar o previamente existentes. São eles: Modelos «Prontos» que são equiparáveis aos modelos expressos ou modelos consensuais. São modelos preparados antecipadamente pelo professor ou provenientes de algum outro recurso como vídeos ou softwares (TIC), utilizados para que o aluno tenha facilitado o seu entendimento de um modelo científico. E os Modelos «Construídos» que são aqueles em que o aluno desenvolve um modelo a partir do seu conhecimento (modelo mental) e busca, em conjunto com seu professor, chegar a um modelo consensual. E é exatamente nesta etapa onde aparecem os erros nos modelos.

Um Modelo Mental é composto de elementos e relações e construído de uma maneira coerente com o uso previsto. Não existe um único modelo mental para um determinado estado de coisas, podem existir vários, mesmo que apenas um deles represente de «maneira ótima». Sobre a construção de um modelo mental, a aceitação da idéia de que nós só podemos aprender o novo a partir daquilo que

já conhecemos leva-nos à idéia de que os Modelos Mentais são, portanto, construídos por analogia com sistemas mais familiares. Sistemas que devem ser desenvolvidos ainda na formação inicial dos professores, na disciplina de Práticas Pedagógicas. Para tal, deverá ser desenvolvida com os licenciandos a essência do raciocínio. Esta essência está não somente na construção de um Modelo Mental, mas também na habilidade em testar quaisquer hipóteses usando tais modelos. Para endossar esta afirmativa, cita-se Baddeley (1983): «O estoque temporário de informações que está sendo processado em qualquer tipo de atividade cognitiva». Portanto, deve ser explicado ao «aprendiz de professor» que os modelos conceituais (modelos «prontos») são projetados como ferramentas para o entendimento ou para o ensino de sistemas físicos. São inventados por professores, pesquisadores. Enquanto que os modelos mentais são modelos que as pessoas constroem para representar estados físicos (ou de coisas abstratas). Não precisam ser tecnicamente perfeitos, mas devem ser funcionais.

METODOLOGIA

Foi escolhido para este estudo um aporte metodológico que desse a esta pesquisa a liberdade de inicialmente apresentar aos futuros professores (licenciandos dos cursos de Ciências Biológicas, Física, Química e Matemática) o que são os modelos mentais e, posteriormente, dividir as estratégias para o ensino desses modelos em duas categorias – modelos «prontos» e modelos «construídos». Tais distinções de categorias foram realizadas durante as aulas de Práticas Pedagógicas levando em consideração artigos pesquisados ou situações que as exemplificassem.

As representações mentais são maneiras de representar internamente o mundo externo. As pessoas não captam o mundo exterior diretamente, elas constroem representações mentais ou internas do mesmo. Classificam-se as representações mentais em analógicas e proposicionais. As Representações Mentais Analógicas são representações oriundas dos campos: visuais, auditivos, olfativos e tácteis. São não discretas, representam entidades específicas do mundo exterior, são organizadas por regras maleáveis de combinação e específicas à modalidade através da qual a informação foi originalmente encontrada. Enquanto que as Representações Mentais Proposicionais são representações discretas, abstratas, organizadas segundo regras rígidas e captam o conteúdo ideacional da mente independentemente da modalidade original na qual a informação foi encontrada, em qualquer língua e através de qualquer um dos sentidos. São entidades individuais e abstratas formuladas em uma linguagem própria da mente. Ainda segundo Pozzo (2009), as imagens que os licenciandos percebem do mundo não são suficientes para compreender, por exemplo, a estrutura da matéria.

É interessante salientar que, para fins de estudos, a Psicologia Cognitiva é vista por profissionais e estudiosos da área de três formas diferentes: Os «imagistas», adeptos das representações mentais analógicas, que são opositores dos «proposicionistas» adeptos das representações mentais proposicionais, que por sua vez discordam da premissa de se ter imagens como um tipo especial de representação mental. (Nagem, Carvalhes & Yamauchi, 2001). Para os mesmos as imagens podem ser reduzidas a representações proposicionais e processadas no «mentais». E finalmente os Modelos Mentais, formalizados por Johnson Laird em 1983.

O crescente desenvolvimento da tecnologia em informática (TIC) permitiu o beneficiamento de vários fatores sociais, entre eles, a educação. Atualmente, já não é tão raro que escolas, mesmo aquelas que sobrevivem a duras penas, tenham alguns computadores a disposição de seus alunos. É fato o fascínio que os computadores, ou mais especificamente suas imagens e seus recursos, exercem sobre as pessoas, sejam adultos ou crianças. Assim, os educadores (principalmente os professores de Ciências) devem vislumbrar a possibilidade de representar modelos teóricos através de imagens digitais, em ambientes virtuais de aprendizagem. É importante que se tenha à exata consciência que essas represen-

tações são um instrumento que buscam auxiliar, através de representações, fenômenos já estudados e não elaborar conceitos.

Como destacam Meleiro (1998) e Meleiro & Giordan (1999):

A visualização, enquanto meio facilitador do entendimento e da representação de fenômenos vem sendo utilizada desde o surgimento da ciência por meio de gravuras, gráficos e ilustrações, e mais recentemente foi incrementada com o uso de recursos eletrônicos e digitais, como a televisão e o computador. Porém, mesmo com os avanços tanto dos modelos científicos quanto dos meios que os representam, um fator é permanente e necessário ao processo de elaboração dos modelos: a modelagem mental.

Os licenciandos que participaram desta pesquisa foram então apresentados, durante as aulas de Práticas Pedagógicas, às mais diversas ferramentas que pudessem de alguma forma ajudar no alicerçamento das informações necessárias à escolha do melhor modelo a ser utilizado para o ensino dos diversos tópicos de ciências. E os mais escolhidos foram os modelos digitais, em detrimento aos artesanais.

É certo que é fundamental para a consolidação do aprendizado que não somente o aluno, mas também os professores tenham a capacidade de formar modelos mentais, mas verifica-se que as analogias entre modelos teóricos e representações imagéticas passam a se configurar em novos elementos para a elaboração de relações apropriadas ao processo de modelização mental. Ao aprender a operar com modelos, estabelecendo relações cognitivas tensionadas com o fenômeno, os futuros professores passam a ter a capacidade de reconhecer a provisoriabilidade do conhecimento construído pelos alunos e caminha em direção a uma racionalidade aberta, livre das amarras do realismo fenomenológico.

Outra vantagem da construção de imagens digitais por meio da computação gráfica em ambientes virtuais de aprendizagem é a possibilidade de simulação, isto é, da transformação da tela do computador em um 'laboratório experimental', no qual são atualizadas as estilizações de fenômenos físicos e químicos, com o intuito de representar como a natureza se comporta sob determinadas condições. A tecnologia na educação é sempre bem-vinda, desde que seu uso seja como ferramenta de ensino e não como a «eficácia do ensino». Exemplos de modelos «prontos» muito comumente levados para a sala de aula são os que auxiliam a visualização da estrutura molecular. Segundo Giordan (1999), «a manipulação de modelos desenvolve no aluno uma habilidade cognitiva muito importante para a compreensão dos fenômenos químicos na dimensão microscópica, que é a espacialidade das representações moleculares».

No artigo de Mattson (1994), o autor expõe a dificuldade dos professores em montar modelos de tetraedros adequados ao ensino e apresenta um modelo construído por ele para com o uso de palitos e bolas de isopor representar tetraedros com o máximo de perfeição possível, inclusive em relação a seus ângulos e a partir desse modelo outras geometrias também propostas. Estes modelos devem ser apresentados com muito cuidado para que o aluno não caia na tentação de memorizá-los, inibindo o seu próprio processo de modelização mental. É necessário que após a apresentação do modelo haja uma discussão, seguida de uma reflexão por parte dos alunos, com participação ativa do professor. O desenho animado é outra ótima técnica para representação de fenômenos incentivando a construção de modelos mentais.

RESULTADOS

O resultado esperado com a aplicação desta metodologia seria dar ao futuro professor uma condição para, ele próprio, selecionar com a máxima assertiva os modelos mais representativos de diferentes tipos de ideias e promover a discussão em grupos na tentativa de que, eles próprios possam escolher o modelo mais conveniente para cada fenômeno. Pois é na discussão com a classe, que aparecem as características mais importantes das concepções dos modelos concebidos, bem como suas dificuldades em

aceitar certos conceitos científicos. Com esse trabalho, o professor obtém uma importante ferramenta para auxiliá-lo no processo de ensino-aprendizagem: a identificação da lógica estabelecida pelos alunos para a explicação de seus modelos.

Através de estratégias específicas para cada tipo de dificuldade encontrada, o professor pode conduzir seu trabalho com a certeza de que estará contribuindo para que seus alunos construam e reconstruam seus conhecimentos em conformidade com os modelos aceitos pela comunidade científica. Porém, o professor deve estar consciente de que esta tarefa não é tão simples assim. Os alunos já trazem consigo um modelo próprio que concorda com as evidências empíricas a eles apresentadas. A dificuldade em negar seus modelos individuais e aceitarem um modelo científico torna-se muito maior. O professor deve possuir a competência de poder precisar se o aluno realmente aceitou como verdade os modelos com eles construídos ou se apenas concordou temporariamente, por conveniência, para depois abandoná-los. Neste sentido a experimentação no ensino de ciências adquire um papel fundamental para a elaboração de modelos mentais pelos alunos.

CONCLUSÃO

Como conclusão, é importante afirmar que são inúmeras as estratégias para o ensino através de modelos utilizadas pelos professores dentro e fora do espaço da sala de aula. Destaca-se neste trabalho apenas algumas dentre tantas que podem ser desenvolvidas. Mesmo os modelos que se considera como «prontos», estes são marcados por uma característica de interatividade benéfica para que o aluno «passeie» pelo modelo até construir o seu modelo mental em consonância com o modelo científico. Mas é importante que o professor esteja preparado para ajudar os alunos a atingir tal desenvolvimento.

Independente das alternativas, o mais importante para o professor e para o aluno é que a aprendizagem seja significativa, que o trabalho seja recompensado, que os bloqueios sejam transpostos, que as mentes não memorizem e sim construam; e que as aulas ganhem «vida» e que a Ciência, a partir de um melhor entendimento, passe a ser reconhecida como uma matéria aprazível e que faça com que o aluno entenda melhor as coisas do mundo em que vive em benefício do desenvolvimento de novas tecnologias em benefício da sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baddeley, A. D. (1983). *Working memory*. Oxford: University Press.
- Beltran, N.O.(1997). Idéias em Movimento. *Química Nova na Escola*, nº 5, p.14-17.
- Bliss, J. (1994), *From Mental Models to Modelling*. in Mellar, H. et al. *Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum*. The Falmer Press, London.
- De Corte, E. (1990), «Toward powerful learning environments for the acquisition of problem skill-»in: *European Journal of Psychology of Education*, vol. V,nº1,p. 5-19.
- Gilbert, J. K. & Boulter, C. J.(1995). Stretching models too far. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*, San Francisco.
- Giordan, M. O (1999). Papel da Experimentação e Ensino de Ciências. *Química Nova na Escola* nº 10, p. 43-49.
- Mattson, B. A (1994). Device for Making Classroom Molecular Models. *Journal of Chemical Education*, v. 71, nº 11.
- Meleiro, A. (1998). Hipermissão e as Representações Imagéticas dos Modelos Teóricos para Estrutura da Matéria: Contribuições das Novas Tecnologias da Comunicação para a Divulgação de Noções sobre a Matéria. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP. 171 p.

-
- Meleiro, A.; Giordan, M. (1999). Hiperímia no Ensino de Modelos Atômicos. *Química Nova na Escola*, nº10, p. 17-20.
- Nagem, R. L., Carvalhes, D. O. & Yamauchi, J. (2001). A. Uma Proposta de Metodologia de Ensino com Analogias. *Revista Portuguesa de Educação*. V. 14.
- Piaget, J. (1954). Les relations entre l'intelligence et l'affectivité dans le développement de l'enfant. *Bulletin de Psychologie*, VII, 143-150, 346-361, 522-535, 699-701.
- Pozo, J. I. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed.
- Resnick, L. B.(1983). *Mathematics and science learning: a new conception*. Science, vol. 220, p. 477-478.