

O EXPERIMENTO DO AQUECIMENTO DA ÁGUA NUMA PERSPECTIVA INVESTIGATIVA – UMA ATIVIDADE REALIZADA COM DOCENTES

The water warming experiment in an investigative perspective - an activity carried out with teachers

Marcos Daniel Longhini¹

RESUMO: Este artigo relata uma experiência realizada com professores em serviço, os quais foram envolvidos em uma metodologia de trabalho com caráter investigativo. O problema central em torno do qual os professores se debruçaram foi: o que ocorrerá com a temperatura da água quando ela for aquecida? O texto apresenta informações sobre como a proposta foi desenvolvida e algumas considerações a respeito do papel da atividade experimental desprovida de roteiros previamente estipulados.

UNITERMOS: Formação de Professores em Serviço. Atividade experimental. Metodologia.

ABSTRACT: This article reports an experience carried out with teachers on duty, who were involved in a work methodology with an investigative character. The problem they worked on was: 'What will happen to water temperature when it is heated?' The text presents information on how the proposal was developed and some considerations on the role of the experimental activities lacking previously stipulated guidelines.

KEY-WORDS: Teachers on Duty. Experimental Activities. Methodology.

INTRODUÇÃO

É praticamente de domínio público a constatação de que o ensino de Ciências (e não só deste conteúdo curricular) é pautado, na maior parte das vezes, na transmissão de conteúdos, os quais são oferecidos prontos aos alunos, via de regra, por meio de livros didáticos e apostilas. Tal maneira de ensinar é aceita por muitos professores como processos naturais ao ensino, pois muitos destes próprios docentes carregam visões ingênuas a respeito das formas mais prováveis pelas quais os alunos aprendem, o que os faz crer e reforçar, em suas aulas, aspectos memorísticos, algorítmicos e repetitivos, conforme aponta Villani (1984), quando tece considerações acerca do ensino de Física. O mesmo autor afirma que, geralmente, a idéia predominante entre os docentes é a de que os alunos vêm para as aulas desprovidos de qualquer tipo de conhecimento sobre os temas a serem tratados, ou seja, a mente dos alunos é considerada uma tábula rasa.

¹ Professor Doutor da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Uberlândia. Membro do Grupo de Pesquisa "Docência e formação de professores de Ciências e Matemática".

Estudos desenvolvidos durante as décadas de 1970 e 80 foram reticentes em apontar que os alunos chegam à escola possuindo um repertório de idéias sobre os mais diversos assuntos, construídas previamente à escolarização. Para nomear essas idéias, vários termos foram usados - por exemplo, “pré-conceito”, “concepções intuitivas”, “teorias ingênuas ou naturais”, “conhecimento prévio”, “concepções erradas” e “concepções alternativas”. Essas idéias, por serem construídas espontaneamente, na maioria das vezes, estão em discordância com o conhecimento cientificamente aceito, logo, também diferenciado daquele ensinado pelos professores nas aulas de Ciências.

Diversas pesquisas foram e ainda são realizadas com objetivo de identificar as formas pelas quais os alunos e até mesmo professores interpretam os mais diversos assuntos científicos, como o de quantidade de movimento (CARVALHO, 1986), campo de força (NARDI, 1991), fotossíntese (SOUZA; ALMEIDA, 2002), calor e temperatura (KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2002), conceitos de Astronomia (KALKAN; KIROGLU, 2007), dentre outros.

Observando os resultados de tais estudos, é possível verificar que as concepções prévias, apesar de não estarem em total concordância com aquelas aceitas pela comunidade científica, apresentam certo grau de plausibilidade e são fortemente apoiadas em experiências pessoais. Por exemplo, para as crianças, segundo Driver *et al.* (1999), é totalmente implausível a idéia de que o ar tenha peso, já que ele “não cai”, uma vez que é perceptível que objetos que tenham massa caiam. Frases usadas quase que cotidianamente, por exemplo: “leve como o ar”, acabam às vezes reforçando certos tipos de idéias.

A constatação de que os alunos possuem suas próprias explicações sobre os mais diversos temas, e de que elas são divergentes das explicações científicas, levou pesquisadores da área a proporem idéias a respeito de como os estudantes caminham de suas concepções não-científicas às científicas.

Na década de 1980, Posner *et al.* (1982) propuseram um modelo explicativo acerca de como as concepções prévias do indivíduo poderiam evoluir para outras mais próximas às científicas. Inspirados na Filosofia da Ciência, os autores apresentaram o modelo de “Mudança Conceitual”. Tal modelo se apóia na idéia de que o aluno pode sofrer mudanças em suas idéias prévias para outras mais próximas às científicas, desde que o professor consiga provocar, entre outros elementos, insatisfação em suas idéias prévias por meio de um conflito cognitivo.

Tal conflito tem a função de fazer com que o aluno perceba as limitações de sua explicação individual, fazendo com que ele passe a adotar concepções que sejam mais plausíveis e frutíferas. Deste modo, o papel do professor deixa de ser o de um explanador de conteúdos para atuar como problematizador dos mesmos, possibilitando que os alunos, partindo de suas idéias prévias, possam construir idéias cientificamente aceitáveis.

Apesar de a proposta de Posner *et al.* (1982) ter sofrido críticas e novos elementos terem sido incorporados à idéia de “mudança conceitual”, tais discussões dão base ao que se tem proposto como um ensino construtivista em Ciências.

Também centrados na idéia de construção do conhecimento pelos alunos, semelhante à idéia do autor anteriormente citado, Carvalho e Gil Pérez (1993) propõem um ensino de Ciências como pesquisa. O papel do docente, segundo os autores, é o de um “diretor de pesquisas”, um orientador que participa do grupo-classe colocando novos problemas diante das descobertas que vão sendo construídas. Ele procura sistematizar as idéias dos alunos, conduzindo-os no processo de aprendizagem. Nesse contexto, os alunos participariam de um programa de investigação como “pesquisadores novatos”. Os autores apontam ainda que a estratégia de ensino que se aproxima de uma concepção mais coerente com a orientação construtivista é o tratamento de situações problemáticas abertas que os alunos possam considerar de interesse.

Existem autores que propõem outros modelos explicativos acerca da construção de novas idéias pelo indivíduo. Mortimer (1994), por exemplo, discute a idéia de “perfil conceitual”, em que os alunos, ao invés de abandonarem suas concepções alternativas em favor de outras cientificamente aceitas, convivem com ambas, cada qual sendo utilizada em contextos apropriados. Segundo Driver *et al.* (1999, p.34), “ao invés de construir uma única e poderosa idéia, os indivíduos podem apresentar maneiras diferentes de pensar”.

Bastos *et al.* (2004) apontam que a formação do “perfil conceitual” pode ser uma etapa intermediária de um processo que resultará em uma mudança mais profunda nas concepções dos indivíduos, ou seja, uma “mudança conceitual”.

Apesar de divergências, o conjunto de idéias apresentadas até o momento parte do pressuposto de que os alunos não vêm para a sala de aula para que suas mentes sejam preenchidas pelo saber do professor; deste modo, cria-se um outro enfoque ao ensino e um novo papel para o professor. Muda-se a maneira de encarar o processo de ensino, de modo que o aluno passa a assumir um papel ativo na construção de seu conhecimento. Segundo Carvalho *et al.* (1990, p.63), “optar por um ensino construtivista é, portanto, considerar relevantes as idéias dos alunos [...]”. Assim, cabe ao professor, segundo afirma Duarte e Faria (1997), ouvir os estudantes, a fim de compreender e valorizar as idéias prévias que eles levam para as aulas de Ciências. Esse seria um dos pontos principais de partida para a ação didática.

Em síntese, mesmo que existam divergências acerca do processo como o aluno evolui desde suas “concepções ingênuas” para outras cientificamente aceitáveis, é consensual a necessidade de valorização destas concepções e do ativo envolvimento do aluno no processo de aprendizagem.

A PROPOSTA DESENVOLVIDA

Embasado em tais pressupostos e tendo como referência o trabalho desenvolvido por Carvalho *et al.* (1999), foi proposta a uma turma de professores participantes do projeto “Criação e Implementação de Ambientes de Formação Docente em Biologia, Física e Química *in loco* e Virtual” a realização de uma atividade com caráter investigativo acerca de um tema frequentemente explorado em aulas de Física, Química ou Biologia: o aquecimento da água.

A idéia central que subsidiou a proposta é que o estudante tenha papel ativo na realização das atividades e não se limite apenas à manipulação de objetos. Segundo os autores anteriormente citados, o aluno não se limita a ser um conhecedor de conteúdos, e, sim, aprende a desenvolver habilidades como argumentar e interpretar dados.

É um processo que não necessariamente deve conduzir a respostas corretas, mas, antes, trata-se de uma possibilidade de investigar as diversas hipóteses envolvidas na situação. Conforme afirmam Carvalho *et al.* (1999), trata-se de uma forma de ver a Ciência de uma outra perspectiva, que não só a positivista, em que os dados obtidos conduzem sempre a conclusões irrefutáveis.

Nem sempre é fácil fazer com que o professor compartilhe de tais idéias. Raboni (2002), por exemplo, aponta a necessidade que os professores participantes de sua pesquisa possuíam de chegarem a uma ‘resposta correta’ para atividades propostas, o que é uma incoerência com o próprio fazer científico, o qual revela ‘verdades’ provisórias. Para Carvalho *et al.* (1999), atividades com caráter investigativo propiciam aos estudantes, justamente, a compreensão do caráter dinâmico e aberto dos conhecimentos científicos, os quais se dão por meio de um processo de construção e não de revelação de verdades prontas.

O processo se desenvolveu com a organização de equipes de professores, não tendo como premissa nenhum critério, a priori. Tratou-se de uma oportunidade de intercâmbio entre docentes de diferentes áreas do saber: Física, Química e Biologia. Como ponto de partida para o processo, foi proposta uma questão ou problema aberto, o que requereu dos participantes, no decorrer da atividade, mais do que simples conhecimentos científicos; foi necessário mobilizar habilidades de argumentação e ação. A questão proposta foi: *o que ocorrerá com a temperatura da água quando ela for aquecida?* (CARVALHO *et al.*, 1999).

Os participantes tiveram a oportunidade, durante um certo tempo, de elaborarem possíveis explicações para a questão apontada. Da mesma forma como Carvalho *et al.* (1999) procederam com alunos da Educação Básica, os professores também ressaltaram aspectos que, para eles, seriam importantes na condução de tal prática. Dentre alguns elementos destacados por eles, apontamos os seguintes: ‘a água utilizada na prática seria pura ou não’ e ‘tal aquecimento se daria ao nível do mar ou não’.

Uma outra variável ressaltada pelos professores foi a temperatura inicial da água que seria empregada no aquecimento. Da mesma forma, foi apontado que a quantidade de água seria um aspecto que iria influenciar o processo de aquecimento, o que gerou uma discussão se isto afetaria o resultado final ou não. As discussões entre os grupos conduziram à conclusão de que tanto a quantidade de água como a temperatura inicial seriam aspectos que influenciariam apenas o tempo que o líquido levaria para ser aquecido, não afetando o resultado final.

São situações que propiciam o levantamento das mais diversas hipóteses sobre quais aspectos podem influenciar tal fenômeno físico. As hipóteses dos docentes participantes, como era de se esperar, foram mais elaboradas que aquelas encontradas em alunos da Educação Básica, conforme resultados apontados por Carvalho *et al.* (1999).

Isso em nada influencia na possibilidade de vivenciar um experimento livre de uma ‘receita’ pronta acerca de quais variáveis devem ou não ser observadas no processo. Trata-se, desse modo, de uma experiência mais rica em idéias, uma vez que cada integrante pode contribuir com hipóteses ou possibilidades não apontadas pelos colegas.

Após essa etapa, foram discutidos quais materiais seriam necessários para a realização de tal prática. Foi consenso entre os participantes que os materiais básicos seriam: uma fonte de calor (empregamos uma lamparina com álcool), um recipiente para a água (utilizamos béckeres de 250ml), um termômetro (empregamos os com escala de -10°C a 110°C) e um marcador para o tempo do aquecimento da água (os integrantes utilizaram seus próprios relógios de pulso ou aparelhos celulares).

A fim de analisar o comportamento que a temperatura da água teria no decorrer do tempo de aquecimento, foi solicitado a cada grupo que registrasse informações em um gráfico de temperatura versus tempo, feito em papel milimetrado. Cada equipe recebeu uma folha.

De modo a verificar algumas das hipóteses apontadas no momento inicial de discussão, um grupo utilizou água gelada, obtida em um bebedouro, e os outros dois empregaram água à temperatura ambiente. Da mesma forma, cada grupo utilizou quantidades de água diferentes.

As equipes realizaram a prática e construíram os gráficos. A temperatura máxima obtida por cada grupo foi em torno de 96°C . Os resultados foram discutidos e os gráficos comparados.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A ATIVIDADE REALIZADA

A experiência propiciou aos docentes vivenciarem uma forma de realizar atividade prática que se diferencia dos roteiros pré-estabelecidos, os quais, via de regra, apontam os direcionamentos que os alunos devem assumir para se chegar aos resultados desejados. Tal processo, de natureza mais investigativa e menos reprodutivista, aponta possibilidades de um trabalho prático com caráter mais participativo dos sujeitos nas idéias que envolvem o assunto. É mais uma manipulação de idéias do que de materiais.

Logicamente, não se pode esperar que tais atividades isoladas tenham a capacidade de introjetar tal metodologia nas práticas dos professores, uma vez que muitos fatores devem ser considerados. Dentre eles, a própria questão da formação está envolvida. Torna-se difícil os docentes desenvolverem atividades, em especial, práticas, que colocam os alunos em evidência durante as aulas, como as que Bonando (1994) trabalhou com professores, que envolviam questionamentos, observação e levantamento de hipóteses, sem que o próprio professor conheça o conteúdo que trabalha, o que implicaria caminhar por terreno movediço.

As condições de que as escolas dispõem para comportar a realização de práticas também devem ser consideradas. Não se pode querer que os professores fabriquem os próprios materiais a serem empregados nas aulas, o que é obrigação do poder público oferecer às escolas; por outro lado,

muitas práticas investigativas são de simples realização, e, neste caso, basta haver preparo e intenção do professor para conduzir suas aulas com um teor mais investigativo, aproximando-se mais da atividade científica.

REFERÊNCIAS

BASTOS, F. *et al.* Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em Ciências. In: BASTOS, F.; NARDI, R.; DINIZ, R. E. S. (Org.). **Pesquisas em ensino de Ciências**: contribuições para a formação de professores. São Paulo: Escrituras, 2004. p.09-56 (Coleção Educação para a Ciência).

BONANDO, P. A. **Ensino de Ciências nas séries iniciais do 1º grau** – descrição e análise de um programa de ensino e assessoria ao professor. 1994. 147 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1994.

CARVALHO, A. M. P. **Formação do conceito da quantidade de movimento e sua conservação**. 1986. 148p. Tese (Livre Docência). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* O Construtivismo e o Ensino de Ciências. Ciências na Escola de 1º grau. **Textos de Apoio à Proposta Curricular**. Secretaria do Estado da Educação. São Paulo: Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas, p. 63-73,1990.

CARVALHO, A.M.P. *et al.* **Termodinâmica**: um ensino por investigação. São Paulo: FEUSP, 1999. 123p.

CARVALHO, A. M. P.; GIL PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1993. 120 p. (Coleção Questões da Nossa Época).

DRIVER, R. *et al.* Construindo conhecimento na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n.09, p.31-40, maio/1999.

DUARTE, M.; FARIA, M. A. I. T. **Didática das Ciências da Natureza**. Ciência do Professor e Conhecimento dos Alunos. Lisboa: Universidade Aberta, 1997.

KALKAN, H.; KIROGLU, K. Science and nonscience students' ideas about basic astronomy concepts in preservice training for Elementary School Teachers. **Astronomy Education Review**, v.6, n.1, p.15-24, 2007.

KÖHNLEIN, J.F.K.; PEDUZZI, S. S. Um estudo a respeito das concepções alternativas dos alunos sobre calor e temperatura. **Revista Brasileira de Investigações em Educação em Ciências**, v.2, n.3, p.84-96, 2002.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: para onde vamos? In: **3ª ESCOLA DE VERÃO, 1994**, São Paulo: FEUSP, 1994. Caderno de Textos, p.56-74.

NARDI, R. **Estudo psicogenético das idéias que evoluem para a noção de campo**: subsídios para a construção do ensino desse conceito. 1991. 292 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

POSNER, G. J. *et al.* A. Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change, **Science Education**, v. 66, p.211-27, 1982.

RABONI, P. C. A. **Atividades práticas de ciências naturais na formação de professores para as séries iniciais**. 2002. 131 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

SOUZA, S. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. A fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. **Ciência & Educação**, v. 8. n. 1, p. 97-111, 2002.

VILLANI, A. Reflexões sobre o ensino de física no Brasil: práticas, conteúdos e pressupostos. **Revista de Ensino de Física**, v. 6, n. 2, 1984.