

OPINIÃO DOS ESTUDANTES SOBRE A EXPERIMENTAÇÃO EM QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

(Students' opinion about chemistry experimentation in high school classes)

Stela Mari Baratieri [sbaratie@terra.com.br]

Nara Regina de Souza Basso [nrbass@pucri.br]

Regina Maria Rabello Borges [rborges@pucri.br]

João Bernardes da Rocha Filho [jbrfilho@pucri.br]

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática

Av. Ipiranga, 6681, prédio 10, sala 209

Porto Alegre, RS, CEP 90.619-900

Fone: (51)33203535 ramal 7776

Resumo

Este artigo apresenta uma pesquisa qualitativa sobre percepções de 25 alunos do Ensino Médio a respeito de atividades experimentais de Química, em uma escola de Porto Alegre. A partir da Análise Textual Discursiva de textos elaborados pelos alunos foram identificadas unidades de significado, seguindo-se uma categorização por meio da qual as unidades foram organizadas em três categorias, discutidas e interpretadas: experimentação como estratégia educativa; experimentação como integração entre teoria e prática; experimentação com ênfase em interatividade e superação. A pesquisa evidencia que de aulas típicas não emerge a compreensão do objetivo da realização do experimento, o que tende a provocar desinteresse. Os resultados permitem argumentar em favor de atividades experimentais que incentivem os alunos a questionar, pesquisar, refletir, argumentar e agir.

Palavras-chave: Atividades experimentais; Ensino Médio; Educação Química; Educar pela pesquisa.

Abstract

This paper presents a qualitative inquiry on perceptions of 25 pupils of secondary education about chemistry experimental activities, in a school of Porto Alegre, Brazil. Units of meaning were identified from the discursive text-based analysis of texts prepared by the pupils, and the categorization was organized in three significant categories discussed and interpreted: experimentation as educative strategy; experimentation as factor inducing theory and practice integration; experimentation with emphasis on interactivity and overcoming difficulties. The inquiry shows that typical classrooms do not bring understanding about the educational objectives of the experimentation, which has a tendency to provoke lack of interest. The results allow to argue that experimental activities should stimulate the pupils to question, to investigate, to think, to argue, and to act.

Keywords: Experimental activities; Secondary education; Chemistry education; Inquiry education.

Introdução

Partindo de reflexões envolvendo o papel da experimentação na construção do conhecimento científico, segundo a ótica de diferentes autores, realizamos uma investigação acerca da opinião de estudantes a respeito de aulas experimentais de química. Procuramos descobrir quais idéias os estudantes do ensino médio possuem sobre o papel das atividades de laboratório na compreensão de conceitos, e como eles relacionam os conteúdos teóricos com as práticas que realizam no contexto escolar.

Vivências com a experimentação didática e estudos teóricos sobre o tema sugerem questionamentos envolvendo a pertinência da promoção de atividades experimentais na química do ensino médio. Divergências de posicionamento frente ao tema podem ser relacionadas às diferentes concepções sobre a natureza das ciências assumidas pelos professores, conforme já foi constatado em diversas pesquisas citadas por Borges (1991 e 2007a).

Resultados de pesquisas mencionadas por Allie et al. (1998) mostram que tanto estudantes de escolas secundárias como os que estão ingressando em cursos universitários da área científica, na Inglaterra, têm melhor aproveitamento em termos de atitudes, habilidades e construção conceitual quando, ao invés de seguirem uma lista de instruções, como usualmente é proposto, compreendem os procedimentos da experimentação. A partir disso, esses autores apresentam uma pesquisa própria, por meio da qual argumentam que essa compreensão depende do contexto e da forma como os experimentos são realizados pelos alunos. Berg et al. (2003), investigando atitudes de duas centenas de estudantes universitários frente a diferentes tipos de experimentos de química, converge a essa linha de pensamento ao constatar resultados melhores relativamente à aprendizagem na modalidade de experimentação aberta, que incentiva a reflexão e o questionamento e permite uma compreensão mais apurada dos conceitos envolvidos.

No contexto da pesquisa descrita neste artigo, então, alunos do ensino médio de uma escola de Porto Alegre foram solicitados a responder, por escrito, a questionamentos acerca da pertinência das atividades experimentais de química. Suas respostas foram submetidas a uma Análise Textual Discursiva (Moraes, 2003), que permitiu identificar as principais percepções dos participantes dessa atividade didática. A análise das respostas, entretanto, exigiu um aprofundamento relativamente à natureza das ciências e o papel da experimentação, que apresentamos a seguir.

Reflexões sobre a natureza das ciências e o papel da experimentação

No meio educacional, as ciências da natureza são também conhecidas como ciências experimentais. Assim, somos remetidos a questionamentos sobre qual o papel epistemológico da experimentação no desenvolvimento do conhecimento científico e em sua aprendizagem. Em uma perspectiva mais tradicional de ciência, a experimentação precede a teorização, caracterizando uma lógica empirista e indutivista. No Brasil, essa vertente do pensamento tem sido predominante na educação das ciências nos diversos níveis de ensino, e permeia a noção de ciência de uma parcela considerável dos professores em formação (Borges, 2007a; Medeiros e Borges, 2007) e em exercício profissional (Harres, 1999). No entanto, parece não haver consenso por parte dos professores sobre a utilidade da realização de aulas experimentais, e o cerne desta divergência envolve considerações epistemológicas (Galliazi, 2004).

O ensino de ciências por meio da experimentação recebeu impulso nos anos 60 do século XX por projetos instrucionais norte-americanos e ingleses, entre os quais se destacam o Biological Sciences Curriculum Study (BSCS – Versão Azul e Versão Verde), o Chemical Educational Material Study (CHEMS) e o Phisycal Science Study Committee (PSSC). Esses projetos foram importados por diversos países, entre os quais o Brasil, que criou seis centros de treinamento de professores de ciências, em regiões que abrangiam todo o território nacional, com a finalidade de traduzi-los e de *treinar* professores para aplicá-los nas escolas (Borges, 1997, 2005). Mas a tendência pedagógica predominante no país permaneceu sendo essencialmente livresca e memorística (Krasilchick, 1987, 2004), condição que continua prevalecendo nas escolas contemporâneas. Em suma, a experimentação didática, quando realizada, permanece privilegiando concepções que caracterizam o empirismo e o indutivismo.

Uma solução poderia advir de uma discussão mais ampla sobre as relações entre a filosofia e a história da ciência, e a educação em ciências (Borges, 2007a, 2007b). Seria essencial, para maior criticidade, comparar diferentes modos de interpretar o desenvolvimento do conhecimento científico, tendo acesso a argumentos que contestam a indução (Popper, 1985) ou apontam a força e o dogmatismo de consensos estabelecidos entre cientistas (Kuhn, 1978), bem como metodologias de programas de pesquisa para preservar o “núcleo duro” de suas teorias preferenciais (Lakatos, 1979) e críticas mais contundentes a qualquer metodologia rígida nas ciências (Feyerabend, 1985).

O debate entre esses filósofos da ciência anglo-saxônicos não se expandiu de imediato a outras regiões. Bachelard (1986, 1987), professor francês de química e física, contemporâneo de Popper, defendia o “racionalismo aplicado”, valorizando tanto a razão como a experiência na construção conceitual. No mesmo período, Fleck (1986), médico polonês que estudou a história da medicina, teorizou sobre a *construção* de um fato científico.

Essas visões clássicas e outras, mais recentes, continuam em discussão e o debate entre as diversas vertentes da filosofia da ciência permanece atual. Resta-nos saber como isto se reflete, ou não, na educação em ciências, especialmente em relação a atividades experimentais de caráter didático.

Objetivos da experimentação na educação em química

A experimentação aplicada ao ensino de química, segundo uma linha epistemológica empirista e indutivista, geralmente é orientada por meio de roteiros nos quais as atividades são seqüenciadas linearmente. Ao criticar experimentos do tipo roteiro, De Jong (1998) destaca que os alunos procedem cegamente ao fazer anotações e manipular instrumentos, sem saber o objetivo e, como consequência, aprendem pouco e não fazem ligações entre a teoria e a prática.

Nessa linha de trabalho, a observação e os dados sensoriais obtidos têm caráter primordial. Constrói-se a noção de que a experimentação funciona como uma situação de descoberta da realidade, ou de confrontação entre a teoria e prática. A aprendizagem assim orientada pode desvalorizar a criatividade do trabalho científico e fazer crer que o trabalho experimental produz verdades absolutas. Portanto, convém evitar atividades que induzam a visão de uma ciência pretensamente neutra, ainda tão presente na mente de alguns professores (Silva e Zanon, 2000). Se o professor perceber o trabalho científico com caráter de verdade inquestionável provavelmente seus alunos reproduzirão tal concepção, e é importante que isto seja superado no contexto das inovações curriculares (Driel et al., 2005).

Atividades experimentais podem assumir um caráter construtivista desde que os professores incentivem os alunos à percepção de conflitos cognitivos, que são motores da aprendizagem porque conduzem os alunos a buscar e confrontar informações, reconstruindo, assim, idéias e maneiras de explicar os problemas. Nessa perspectiva, o professor provavelmente faz uma prospecção a respeito dos conhecimentos prévios de seus alunos, pois, segundo Ausubel et al. (1980), são eles que irão orientar e reestruturar as novas aprendizagens. O levantamento dos conhecimentos prévios permite ao professor estabelecer relações com o conteúdo sobre o qual se concentrará o processo de ensino, o que valoriza a aprendizagem e fundamenta a construção dos novos significados. Uma aprendizagem é tanto mais significativa para o aluno quanto mais relações ele desenvolve entre seus conhecimentos prévios e as novas informações (Moreira e Masini, 1982).

Professores que compartilham atitudes construtivistas perante a experimentação entendem que as atividades experimentais devem permitir ao aluno a investigação de temas científicos, o desenvolvimento de competências na resolução de problemas práticos e uma confiança adequada na

sua capacidade para operar de forma cooperativa. Ainda assim, há controvérsias em relação à eficácia do uso do trabalho experimental, com críticas que remontam ao final do século XIX. Barberá e Valdés (1996) mencionam um artigo de 1892 no qual já se percebe essa polêmica. Hodson (1994) também destaca que há poucas investigações convincentes em relação aos ganhos obtidos pelo uso de atividades experimentais para justificar seu uso de forma rotineira, pois envolvem tempo e recursos financeiros. Mas apresenta uma pesquisa com alunos de idades compreendidas entre 13 e 16 anos, pertencentes a escolas de Auckland (Nova Zelândia), na qual 57% dos alunos mostram uma boa disposição para o trabalho prático e 40% expressam seu entusiasmo com comentários do tipo: “gosto quando sei o que estou fazendo”, “gosto quando fazemos nossos próprios experimentos” e “não gosto quando saem ruins”.

Considerando esse enfoque, quatro objetivos parecem fundamentais para a estruturação das atividades experimentais em química:

- promover a compreensão dos conceitos científicos e facilitar aos alunos a confrontação de suas concepções atuais com novas informações vindas da experimentação;
- desenvolver habilidades de organização e de raciocínio;
- familiarizar o aluno com o material tecnológico;
- oportunizar crescimento intelectual individual e coletivo.

As atividades experimentais realizadas no ensino médio podem abranger os objetivos acima expostos, mas é fundamental que promovam também o prazer e a alegria da interação, integrando o ensino experimental com a possibilidade de que o aluno faça uma leitura de mundo mais responsável e consciente (Rocha Filho; Basso; Borges, 2007).

Metodologia

A pesquisa foi orientada por uma análise qualitativa das percepções de alunos do nível médio a respeito de atividades experimentais aplicadas na disciplina de química, buscando nas manifestações escritas dos alunos o material a ser analisado. Os sujeitos da pesquisa foram 25 alunos das três séries do ensino médio, adolescentes de ambos os sexos com idades entre 14 e 16 anos, de uma escola particular de Porto Alegre. Essa amostra foi intencionalmente selecionada entre os alunos das turmas, tendo como critério a clareza e objetividade dos textos elaborados em resposta à questão: “Qual a sua opinião a respeito das aulas experimentais que estão sendo realizadas no laboratório de química?”

O exame inicial do material de estudo permitiu descartar os textos escritos sem relação com a pesquisa, ou demasiadamente superficiais. Os depoimentos selecionados foram então submetidos a sucessivas leituras que permitiram uma maior interação com as idéias explicitadas, retomando sempre as informações, buscando, a cada leitura, um nível maior de entendimento. A análise dos depoimentos foi efetuada utilizando-se a Análise Textual Discursiva (Moraes, 2003), metodologia semelhante à Análise de Conteúdo (Bardin, 1977; Moraes, 1994). Ambas buscam atingir a compreensão de significados que não podem ser obtidos em uma leitura menos aprofundada, exigindo sucessivas leituras e um contato estreito com o material de pesquisa. Essas formas de análise direcionam-se a obter, além dos significados explícitos, outros que estão latentes nos documentos escritos. Mas, enquanto a Análise de Conteúdo pretende ser objetiva e neutra, a Análise Textual Discursiva, mais flexível e voltada exclusivamente a pesquisas com abordagem qualitativa e descritiva, aproxima-se da Análise de Discurso, no sentido de reconhecer a possibilidade de múltiplas interpretações subjetivamente construídas.

Seguindo os pressupostos deste tipo de análise, a partir dos textos elaborados pelos alunos foram investigadas suas idéias, conceitos e argumentos. Para que as interpretações fossem feitas com coerência foi necessário compor uma caminhada em movimentos cíclicos que permitissem, sempre que necessário, uma correção e reorientação no direcionamento do trabalho. Logo, os procedimentos empregados para análise ocorreram em momentos distintos: inicialmente, a organização do material ou do “corpus de análise” (Ramos, 1998), que foi alvo de estudo e exame; a seguir, a identificação e a reunião das unidades textuais compuseram as categorias, e, por último, a interpretação, ou seja, uma visão compreensiva da realidade estudada.

Em síntese, o processo de análise consistiu em discriminar as unidades textuais contidas nos depoimentos (unitarização) e sua organização em categorias (categorização), considerando semelhanças e diferenças. Foram, então, construídas três categorias:

- *experimentação como estratégia educativa;*
- *experimentação como integração entre teoria e prática; e*
- *experimentação; interatividade e superação.*

Essas categorias são descritas e interpretadas a seguir.

Experimentação como estratégia educativa

Nesta categoria foram organizados depoimentos nos quais a experimentação é percebida como um auxílio à compreensão dos conhecimentos escolares, pois proporciona situações de questionamento, organização do pensamento, construção e socialização de argumentos. Os alunos manifestaram a idéia de que a atividade experimental é uma estratégia educativa para auxiliar a compreensão dos conhecimentos teóricos. Isto é coerente com a recomendação de Hodson, considerando que “[...] os alunos deveriam ser estimulados a explorar suas opiniões pondo à prova a sua capacidade para a explicação” (1994, p.306). Dessa forma, o professor propiciaria ao aluno o encanto por querer aprender, o desenvolvimento da autonomia e até o respeito ao outro, pois é necessário parar e escutar o argumento do colega, aprendendo a criticar o outro com bases lógicas ou aceitar críticas. Como diz um aluno, “Este tipo de aprendizado é um modo diferente de entender a matéria, pois há uma facilidade com as experiências e a matéria acaba ficando bem mais fácil com a parte prática.” Trata-se de um exercício de cidadania, relacionado ao aprender a aprender.

Alguns depoimentos referem-se às aulas experimentais como uma forma diferenciada para que o aluno obtenha melhor entendimento dos conteúdos escolares. Para que a aula experimental assuma essa condição de desencadeadora de aprendizagens, a atividade experimental deve estar inserida em um contexto que desafie as noções prévias que o aluno apresenta, e avance no sentido de tornar esses conhecimentos mais complexos (Ausubel et al., 1980; Moreira e Masini, 1982).

A manifestação do conhecimento inicial é fundamental para que o professor perceba a forma de pensar dos seus alunos, e assim se instale, durante a realização da atividade experimental, a problematização e a dúvida. Para Demo (2001, p. 51), “o bom professor não é aquele que soluciona os problemas, mas justamente o que ensina os alunos a problematizarem.”

Outro depoimento relaciona as aulas experimentais com situações de reforço, facilitadoras da aprendizagem: “E realizamos experiências simples e fáceis de entender reforçando o conteúdo dado.” Neste caso, as aulas práticas seriam atividades complementares, com as quais o estudante poderia contar quando tivesse dificuldades com a teoria.

Os alunos encontram reforço no processo à medida que avançam e verificam que o domínio de alguns conceitos lhes permitirá ir aprofundando e compreendendo a matéria objeto de estudo.

Assim, a construção de novas aprendizagens é possível graças às atividades experimentais associadas. Se elas forem “experiências simples e fáceis”, podem selecionar informações relevantes, organizá-las coerentemente e integrá-las a outros conhecimentos que possuam e que lhes sejam familiares. Portanto, as aprendizagens se concretizam quando o aluno se dá conta dos problemas e dos conflitos, passando a buscar possíveis soluções alternativas que respondam a essas situações.

Em alguns depoimentos, os alunos relacionam a aula experimental como um caminho facilitador para que a teoria seja memorizada. Por exemplo: “Também acho importante porque toda a matéria que temos, na teoria, na sala de aula, nós colocamos em prática no laboratório. Assim, fixamos melhor o conteúdo.” E também: “Ajudam a fixar praticamente o que eu aprendo teoricamente na sala de aula.”

As manifestações acima apontam à aula experimental como uma forma de “fixar” conteúdos e, com isso, possibilitar a aprendizagem. Os depoimentos reforçam a “fixação” como fator importante para a aprendizagem. Nos depoimentos acima interpretamos que a “fixação” pode ser entendida como memorização de informações repassadas pelo professor, o que caracteriza o empirismo. Becker (2001) aponta que a concepção empirista, ao considerar o conhecimento como acumulação de informações vindas de fora, parece perceber o conhecimento como um arquivo, onde as informações são anexadas. Têm-se, dessa forma, soma de elementos, acumulações de dados, ao invés de sínteses cada vez mais abstratas e mais abrangentes.

Os depoimentos refletem a idéia de uma educação bancária. Segundo Freire (1987), o aluno é visto como um recipiente que recebe e armazena informações, retendo-as na memória e depois prestando contas ao devolvê-las através de provas, testes e uma infundável série de exercícios repetitivos. O aluno parece reproduzir a visão presente na prática de muitos professores que vêm desenvolvendo atividades experimentais valorizadoras de aprendizagens mecânicas e passageiras em detrimento de outras duradouras, que privilegiam o aprender a relacionar, a argumentar, a refletir e a criticar.

Nos depoimentos a seguir destacam-se as relações do ver e fazer com o aprender: “Já nas aulas de laboratório não funciona assim, aprendemos, vemos, conhecemos sobre o assunto que está sendo discutido.” – “E vendo e fazendo experimentos se aprende muito mais fácil.” Essa relação pode ser pensada como uma situação proveniente de uma atividade experimental, em que os alunos, diante de evidências observacionais, manipulativas e procedimentais, chegariam a aprendizagens. Os alunos receberiam informações externas que então seriam internalizadas, chegando à mente através dos sentidos. Nestes casos manifesta-se também a concepção empirista.

O professor, ao priorizar o desenvolvimento de habilidades no ensino experimental, nas escolas de ensino médio, estará ressaltando a concepção pela qual o uso de observações criteriosas e a manipulação de reagentes e instrumentos são condições necessárias para a resolução de problemas de forma correta e única. E, nesse sentido, com apoio em Barberá e Valdéz (1996), é possível dizer que o conhecimento de procedimentos é, ainda, considerado como aspecto fundamental das atividades experimentais, em muitos estabelecimentos escolares, em detrimento da reflexão e do conhecimento de conceitos que a experimentação pode favorecer. Os alunos aprendem, muitas vezes, a manipular equipamentos, fazer medidas e observações, mas restam lacunas sobre conceitos importantes que deveriam ser elaborados.

Ao assumirem as atividades experimentais como recursos que exploram apenas procedimentos e habilidades, os professores podem cometer alguns equívocos no ensino experimental de química, como, por exemplo, considerar que:

- o desenvolvimento de novas aprendizagens em química requer uma seqüência padronizada de procedimentos e etapas sucessivas: observar, coletar dados, problematizar, elaborar hipóteses, realizar diversas constatações experimentais e chegar a conclusões por meio de um processo indutivo.
- a experimentação envolve atividades experimentais que exigem a manipulação de aparelhagens sofisticadas e o uso de reagentes exóticos e de alto custo.

Diante desses equívocos, analisando depoimentos de alguns alunos verifica-se um avanço no sentido de concepção interacionista, por expressarem a ação do aluno ao participar de uma atividade experimental. Essa relação fica evidente no seguinte depoimento: “Aprendemos a usar o raciocínio, pensar o porquê daquilo que estamos vendo.” Sob este enfoque, a experiência é concebida não como uma submissão do sujeito a um conjunto de estímulos, mas como ação sobre o objeto do conhecimento. A experiência que produz conhecimento não se restringe somente ao saber fazer, à prática, mas pondera, faz reflexões sobre o saber fazer (Moraes, Lima, 2004).

A experimentação pode propiciar situações nas quais os alunos se envolvam completamente no que estão realizando, participativamente. Dessa forma, eles organizam o pensamento, percebem outras possibilidades e, assim, constroem seus próprios argumentos.

Experimentação como integração entre teoria e prática

Nesta segunda categoria, há expressão de ações em que o aluno busca, seleciona e organiza o conhecimento teórico, associando-o aos fenômenos investigados. Entretanto, uma das questões epistemológicas mais contundentes em relação à experimentação é que a maioria das atividades experimentais realizadas nas escolas de ensino médio se fundamenta em princípios de verificação de teorias, ou sua possível descoberta a partir dos experimentos. Barberá e Valdés (1996) alertam que um dos grandes equívocos da educação científica é conceber a experimentação como atividade que comprova e recapitula a teoria, separando em etapas sucessivas e estanques a atividade teórica da atividade experimental, e atribui, ao mesmo tempo, à atividade experimental, a condição definitiva para comprovação da teoria.

Quando o professor deixa de oportunizar atividades que demonstrem/comproven conhecimentos ditos *verdadeiros*, e passa a questionar e problematizar o conhecimento que é tornado público, ele favorece a aprendizagem. Dessa forma, o professor não cultua a existência de uma única explicação certa ou falsa para qualquer problema. Entretanto, a separação entre a teoria e prática parece estar implícita nos depoimentos dos alunos quando eles reforçam a crença no poder das atividades experimentais para perceber/demonstrar a teoria, a partir de situações visuais: “É uma chance para vermos o que acontece, usando a teoria em algo prático ou que demonstre aquilo que estamos aprendendo, ficando muito mais fácil a sua compreensão.”

Entretanto, é possível outra interpretação, que se relaciona à necessidade de integrar a prática e a teoria no processo de aprendizagem. “Eu gosto muito de ter aulas assim, pois saímos da teoria e vimos na prática o que aprendemos na sala de aula.” Nesse depoimento, a questão do “usar a teoria em algo prático” atribui à prática os benefícios da facilidade em compreender os conteúdos teóricos. Aqui, manifesta-se a idéia de que o aprender se faz pela experiência e pelas observações empíricas, mas as observações são dependentes de nossos conhecimentos anteriores e de toda a bagagem que carregamos.

As teorias são produções humanas, portanto históricas, e fazem parte de um processo em construção. Não são, simplesmente, encontradas ou descobertas a partir da realidade empírica. Conforme expressa Chalmers (1993, p.62), “não se pode manter uma distinção acentuada entre a

observação e a teoria porque a observação, ou, antes, as afirmações resultantes da observação são permeadas pela teoria”. Isto se relaciona à teorização de Hanson (1985), pela qual observação e interpretação são inseparáveis e interdependentes: interpretamos no próprio ato de observar, sendo imprecisa a idéia de observações neutras, isentas de teorias prévias.

Outras manifestações salientam a relação entre o livro didático e a atividade experimental. Por exemplo, um aluno diz: “Porque nós saímos dos livros e vamos para a prática, assim usando tudo o que nós aprendemos em aula.” Ainda que no depoimento encontremos um indicativo da concepção empirista, por considerar necessária a atividade experimental para compreender os conteúdos presentes no livro, há também uma perspectiva interacionista, reforçadora do pressuposto que o enriquecimento das próprias idéias se dá pela comparação e contraste com outras formas de pensamento, aqui evidenciados pelo uso do livro didático, conforme assumem Porlán e Moraes (2002). Dessa forma, não são apenas valorizadas as questões externas ao sujeito, como a atividade experimental e a intermediação do professor, mas o esforço próprio do aluno em querer aprender quando em contato com situações que promovam essa potencialidade humana.

O depoimento acima evidencia o nascimento de um processo novo, pois por meio da experimentação os alunos são convidados a buscar, selecionar e organizar o material teórico e associá-lo aos fenômenos que estão sendo trabalhados. Ação e reflexão em um mesmo procedimento.

Em outros depoimentos constata-se uma relação íntima da teoria com conteúdos vistos em aula. Por exemplo, um aluno afirma que “As atividades feitas estão sempre relacionadas com o conteúdo estudado em sala de aula.”, e outro manifesta que “[...] as experiências se encaixam perfeitamente no conteúdo.” Neste sentido, contextualizar os conteúdos de ensino por intermédio de atividades experimentais é uma dinâmica que pode propiciar uma negociação entre os saberes e intensificar aprendizagens significativas e relevantes. Mas seria inadequado contextualizar as atividades experimentais somente a partir dos conteúdos vistos em sala de aula.

É importante que haja uma preocupação, por parte do professor, em planejar atividades experimentais que oportunizem aprendizagens relacionadas com problemas que ampliem o caráter reflexivo e interpretativo de quem aprende. A contextualização, vista dessa forma, proporciona uma ligação intrínseca com a vida do aluno e, assim, oportuniza uma identificação com as informações que a escola desenvolve. Dessa forma é mantida a possibilidade de uma relação mais próxima com os problemas do cotidiano, contribuindo para que o aluno pratique o exercício da cidadania consciente e questionadora.

Experimentação com ênfase em interatividade e superação

Nos depoimentos organizados na terceira categoria, a experimentação é destacada como uma oportunidade de sair da rotina, realizar trabalhos em grupo, negociar idéias, exercer a cidadania e fortalecer a autonomia, permitindo a superação de limitações. Muitos professores envolvidos com o uso da experimentação compreendem que as atividades experimentais são importantes para a transformação do ensino de química, pois contribuem para melhorar a aprendizagem em sala de aula. Quando atividades experimentais são realizadas no laboratório, o aluno sai da sala de aula e passa a atuar em novo ambiente, que pode facilitar a interação com os colegas e o professor, permitindo a vivência de atividades anteriormente só imaginadas a partir da leitura de livros ou da fala do mestre.

Assim se manifestam os alunos a respeito das aulas experimentais realizadas fora da sala de aula: “Este tipo de aula, além de ser interessante, também nos tira um pouco da rotina da sala de

aula.” – “Adoro as aulas, pois com elas saímos do cotidiano da sala de aula.” Os relatos evidenciam a questão do “sair da rotina do cotidiano” como uma situação diferente daquela estabelecida em sala de aula. Para o aluno pode ser mais prazeroso simplesmente porque, muitas vezes, ele tem a expectativa de realizar atividades mágicas e exóticas dentro do laboratório. É evidente que as atividades de laboratório não devem ficar restritas a processos informativos, que poderiam gerar nos alunos uma expectativa distorcida dos seus objetivos, mas devem vir acompanhadas de momentos que valorizem a problematização, a inter-relação entre os conceitos em estudo e os pontos de vista dos alunos. Sem esse cuidado, o aspecto formativo das atividades experimentais fica reduzido ao caráter superficial e ilustrativo de demonstrações burlescas.

O mundo está repleto de informações que exigem, a todo o momento, novas interpretações e análises, não apenas do ponto de vista químico, mas suas relações com questões sociais, políticas, éticas e morais. Dessa forma, há necessidade de que o professor desenvolva atividades que valorizem não a atividade experimental em si, mas a experimentação como atividade reflexiva dos alunos, e que por intermédio dela haja diálogos e discussões constantes sobre os assuntos tratados. Para Moraes (1992, p.12), um bom experimento alia ação das mãos e dos sentidos com a reflexão, e isto, em geral, é conseguido através da insistência no diálogo e na verbalização de interpretações pelos alunos.

Um dos depoimentos associa a aula experimental com a condição de ficar mais próximo do fenômeno, do manusear e do experimentar, além de desfrutar situações diferentes da vivência diária:

[...] as aulas de laboratório são muito úteis, com elas aprendemos muito, podemos entrar em contato com produtos químicos e materiais que ainda não conhecemos, acabamos conhecendo, mexendo com eles e nos informamos sobre o que realmente tal produto traz de novo.

Nesse depoimento, a aula experimental é considerada como uma ponte para que novas aprendizagens aconteçam, assim estabelecendo um vínculo com situações do seu dia-a-dia, trazendo-lhe esclarecimentos que poderão ser úteis. Ainda que fosse valorizada mais a questão utilitarista e lúdica da aprendizagem do que a possibilidade de uma experimentação envolvendo integração com discussões, análise e interpretação de resultados, o produto já seria claramente positivo.

De outra forma, podemos identificar, no depoimento acima, que o aluno referencia questões de “entrar em contato” e “acabar conhecendo” como situações que justificam a realização da atividade experimental. São atividades que provocam mudanças de atitudes nos alunos e, de certa forma, impulsionam à busca de novos significados para os problemas, envolvendo-os na experimentação.

Alguns alunos fazem referência a uma aula não formal que pode possibilitar aprendizagens. Por exemplo: “Acho esta aula interessante para nós podermos aprender de uma maneira não formal.” Essa situação poderá estar presente tanto na sala de aula como nos trabalhos experimentais que são realizados em ambientes especializados, isto é, o laboratório de química. Esses ambientes permitem uma interação maior entre os alunos e entre alunos e professores, porque geralmente as turmas são menores e, de certa forma, existe uma pluralidade de níveis de aprendizagem, ritmos e interesses que facilitam a socialização dos argumentos e das discussões oriundas dos temas que estão sendo estudados.

As dificuldades e obstáculos podem ser arbitrados pela diversidade presente em uma sala de aula, onde os alunos que têm maior facilidade ajudam os demais, enriquecendo suas idéias e sua capacidade de interagir. Isto é importante, sobretudo, para aqueles que têm maiores dificuldades. A

ajuda de um companheiro permite uma aproximação maior com as suas necessidades, talvez mais do que lhe poderia propiciar o professor.

O trabalho cooperativo em grupos heterogêneos é importante em todo o processo de explicitação das próprias idéias e da introdução de novos pontos de vista, como um dos alunos expressa: “E ajuda a nos integrarmos melhor com nossos colegas já que os trabalhos são realizados em grupos.” Isto pontua a importância da realização de atividades favoráveis aos trabalhos em grupos, pois facilitam a negociação de idéias, ressaltam o exercício da cidadania coletiva e organizada e, com isso, fortalecem a autonomia dos grupos.

Todavia, o trabalho coletivo também pode apresentar riscos. O mais comum é o trabalho tornar-se improdutivo quando o mesmo é marcado pela dificuldade de organizar a atividade e de conseguir colaboração máxima de todos. Entretanto, o problema não é só de organização, mas, sobretudo, da contribuição concreta de cada membro do grupo. Se não houver uma determinada organização, guiada pelo professor, as aulas experimentais não passam de “ativismos”, que depois de um tempo tornar-se-ão tão monótonas quanto uma aula em ambiente convencional.

A aula experimental pode deixar de ser interessante e passar a ser uma aula *normal* quando as técnicas de laboratório e os procedimentos passam a ser rotineiros, como se constata no depoimento a seguir:

[...] devo dizer também que muitas vezes por serem simples estas atividades se tornam um tanto monótonas de se realizar. Isso não quer dizer que as mesmas não sejam interessantes de se estudar, mas se tornam repetitivas, já que sempre envolvem a colocação de alguma substância em um tubo de ensaio, mais a adição de outra substância e a espera de que esta mistura mude de cor, e então anotar os resultados.

Uma atividade experimental do tipo *receita*, depois de certo tempo, pode provocar desinteresse e confusão, pois os alunos teriam apenas idéias vagas do que estariam fazendo, sem compreender o objetivo do experimento ou as razões pelas quais o professor fez a escolha por essa, e não outra aula experimental. Isto coincide com as discussões e conclusões de Berg et al. (2003) em sua pesquisa.

As unidades de significado que compõem esta categoria indicam que a atividade experimental relaciona-se a alguns aspectos externos, como habilidades de manuseio, interação e visualização com materiais e reagentes químicos, e as informações advindas do contato com essas situações. Mas, de certa forma, a aula experimental pode ter um novo horizonte se for compreendida como algo que impulsiona a procura de respostas para os fenômenos estudados, pois podem vir acompanhadas de ferramentas que auxiliam a compreensão dos tópicos, tais como o diálogo, a pesquisa bibliográfica e a apresentação de resultados.

Outros posicionamentos levam em consideração a questão do sair da rotina da sala de aula e frequentar outros ambientes. Nos relatos dos alunos, percebe-se que esta situação também provoca sentimentos de satisfação.

Ainda nessa categoria há manifestações em relação a aulas “não formais”. As atividades realizadas em ambientes que exijam um contato mais direto com os participantes favorecem a socialização dos resultados. As discussões fazem aflorar uma diversidade muito expressiva de informações. Um dos aspectos salientados é a importância da realização das atividades experimentais em grupos, fortalecendo a integração.

Outra idéia sustentada pelos alunos refere-se a aulas monótonas e repetitivas. Entendemos que essa compreensão está relacionada ao tipo de experimento que é realizado. Muitas vezes ele se

parece com uma receita, provocando, assim, confusão e desentendimentos sobre quais seriam os reais objetivos e razões daquela proposta experimental.

O trabalho experimental satisfatório é aquele em que as atividades experimentais favorecem uma ação mais independente por parte dos alunos, correspondendo a um desafio cognitivo, mesmo que as atividades experimentais sejam relativamente simples.

Um novo olhar às concepções dos alunos

A Análise Textual Discursiva dos depoimentos indica a necessidade de discutir aspectos recorrentes relacionados a equívocos epistemológicos, didáticos e históricos, que revelam visões simplistas de experimentação, como um conjunto de conhecimentos isolados, acabados e inquestionáveis. Alguns aspectos, como a comprovação da teoria, fazer para teorizar, a experimentação como processo de memorização, a visualização como prática obrigatória e a busca de situações que fujam da rotina de sala de aula, se fazem presentes nos depoimentos. Esses aspectos norteiam o empirismo como uma concepção epistemológica arraigada na bagagem cultural de muitos professores; conseqüência da carência de cursos de aprimoramento, atualização dos currículos escolares e, ainda, induzidos pelos meios de comunicação e pelo livro didático.

Esse modelo é inculcado no aluno via professor. O professor se apropria dessa visão e, assim, exige que o produto final seja incorporado e reproduzido pelo aluno da mesma forma.

Mas os resultados da pesquisa transcendem os aspectos empiristas ainda predominantes na experimentação em sala de aula e apresentam características a serem incorporadas ao planejamento das atividades experimentais. Alguns resultados deixam perceptível a questão da descomplexificação das teorias, quando elas são inseridas em contextos que propiciem uma interação mais efetiva entre o modelo teórico e o fenomenológico em estudo. Outra referência favorece as aulas de laboratório, no sentido de que podem contribuir à construção de novas aprendizagens. Dessa forma, o aluno vai aprofundando e dominando os conteúdos de estudo, que podem propiciar uma negociação mais efetiva entre os saberes quando vão além da realidade do aluno e passam a ocupar um universo mais amplo. Portanto, contextualizar os conteúdos nas atividades experimentais requer a superação da concepção pela qual a atividade experimental é condição fundamental para que teorias e leis sejam comprovadas e demonstradas.

Dentro de uma concepção construtivista, é função essencial do professor a promoção de atividades que levem o aluno a questionar, refletir e agir. O depoimento do aluno também se refere a esse ponto, pois considera as atividades experimentais como oportunidades para pensar, para refletir e dar significado ao que se está aprendendo. Essas relações podem ser concretizadas quando a experimentação é realizada em ambientes que favoreçam os trabalhos de grupo e em ambientes distintos da sala de aula.

Outra reflexão relacionada aos resultados da pesquisa remete ao papel da experimentação no ensino médio, pois a aula experimental pode constituir excelente caminho para que conceitos químicos sejam discutidos e problematizados, com a intervenção pedagógica do professor e com auxílio do livro didático.

Os resultados desta investigação permitem argumentar em favor das atividades experimentais que facultam a construção de uma visão de mundo menos estagnada e fragmentada, mais articulada aos processos que envolvem o indivíduo como participante de uma sociedade em constante modificação. Por fim, convém destacar a importância das ações reflexivas sustentadas pelas concepções dos alunos sobre as atividades experimentais. Elas influenciam para que a

prática pedagógica não seja um discurso solitário, mas um processo construtivo e reflexivo entre os docentes e eles, os agentes desta pesquisa, os alunos.

Referências

- Ausubel, D. et al. (1980). *Psicologia Educacional*. 2 ed. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Bachelard, G. (1986). *O Novo Espírito Científico*. Lisboa: Edições 70.
- _____. (1987). *O Racionalismo Aplicado*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Barberá, O.; Valdés, P. (1996). Investigación y Experiencias Didácticas: El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*. v. 14, n. 3, p. 365-379.
- Bardin, L. (1977). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Becker, F. (2001). *Epistemologia do Professor: O cotidiano da escola*. 9. ed. Petrópolis: Vozes.
- Berg, C. A. R. et al. (2003). Benefiting from an open-ended experiment? A comparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version of the same experiment. *International Journal of Science Education*, vol. 25, n. 3, p 351-372.
- Borges, R. M. R. (1997). *Transição entre Paradigmas: Concepções e Vivências no CECIRS (Centro de Ciências do Rio Grande do Sul)*. Porto Alegre: PUCRS. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- _____. (2005). Primórdios dos Centros de Ciências no Brasil: concepções de ciências em projetos curriculares. In: *Anais 10º Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.
- _____. (2007a) *Em Debate: Cientificidade e Educação em Ciências*. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- _____. (2007b). *Filosofia e História da Ciência no contexto da Educação em Ciências: vivências e teorias*. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Chalmers A. F. (1993). *O que é Ciência, afinal?* São Paulo: Brasiliense.
- De Jong, O. (1998). Investigación Didáctica: Los experimentos que plantean problemas en las aulas de Química: Dilemas y Soluciones. *Enseñanza de las Ciencias*. v. 16, n. 2, p. 305-314.
- Demo, P. (2001). É errando que a gente aprende. *Escola: A revista do professor*, São Paulo, n. 144, p. 49-51.
- Driel, J. H. (2005). The conceptions of chemistry teachers about teaching and learning in the contexto f a curriculum innovation. *International Journal of Science Education*, v. 27, n. 3, 303-322.
- Feyerabend, P. (1985). *Contra o Método*. Rio de Janeiro: Francisco Alves.
- Fleck, L. (1986). *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*. Madrid: Alianza.
- Freire, P. (1987). *Pedagogia do Oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Galiazzi, M. do C. (1996). *Concepções epistemológicas subjacentes à prática de professores de ciências*. Dissertação (Mestrado em Educação) -Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- _____. (2000). Seria tempo de repensar as atividades experimentais no ensino de Ciências? *Educação*, v. 23, n. 40, p. 87-111.

- _____. (2004). A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura em Química. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000200027&lng=pt&nrm=iso, Florianópolis: Scielo.
- Harres, J. B. (1999). *Concepções de Professores sobre a Natureza da Ciência*. Porto Alegre: PUCRS. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- Hanson, N. R. (1985). *Patrones de Descubrimiento. Observation e Explication*. Madrid: Alianza.
- Hodson, D. (1994). Investigación y Experiencias Didácticas: Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*. v. 12, n. 3, p. 299-313.
- Krasilchik, M. (1987). *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Krasilchik, M. (2004). *Prática de Ensino de Biologia*. 4. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Kuhn, T. S. (1978). *A Estrutura das Revoluções Científicas*. 2 ed. São Paulo: Perspectiva.
- Lakatos, I. (1979). O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa. In: Lakatos, I. (org.) *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*. São Paulo: Cultrix.
- Medeiros, A. G.; Borges, R. M. R. (2007). Entrevista com Alexandre Medeiros: refletindo sobre epistemologia, experimentação e realidade. In: *Filosofia e História da Ciência no contexto da Educação em Ciências: vivências e teorias*. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Moraes, R. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, 9, 2, 191-211.
- Moraes, R. (1994). Análise de Conteúdo: Possibilidades e Limites. IN: ENGERS, M. E A. *Paradigmas e Metodologias de Pesquisa em Educação: notas para reflexão*. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- _____. (1992). *Ciências para as séries iniciais e alfabetização*. Porto Alegre: Sagra.
- _____; Lima, V. M. R. (2004). Pesquisa na sala de aula: tendências para a Educação em novos tempos. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Moreira, M.A; Masini, E.A.F.S. (1982). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes.
- Popper, K. R. (1985). *Lógica da Pesquisa Científica*. São Paulo: EDUSP.
- Porlán, R. A.; Moraes, R. (2002). Projeto Investigação e renovação Escolar (IRES): opções de uma hipótese de progressão educativa. *Educação*, Porto Alegre, n. 47, p. 23-44.
- Ramos, M. G. (1998). *Avaliação do desempenho docente numa perspectiva qualitativa: contribuições para o desenvolvimento profissional de professores no ensino superior*. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Rocha Filho, J. B.; Basso, N. R. S.; Borges, R. M. R. (2007) *Transdisciplinaridade: A natureza íntima da Educação Científica*. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Silva, L. H. de A.; Zanon, L. B. (2000). A experimentação no ensino de Ciências. IN: Schneltzer, R. P; Aragão, M. R. *Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens*. Campinas: UNIMEP/CAPES.