

A NATUREZA PEDAGÓGICA DA EXPERIMENTAÇÃO: UMA PESQUISA NA LICENCIATURA EM QUÍMICA

Maria do Carmo Galiuzzi*

Departamento de Química, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, CP 474, 96201-900 Rio Grande - RS

Fábio Peres Gonçalves

Centro de Ciências Físicas e Matemática, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, CP 476, 88040-900 Florianópolis - SC

Recebido em 13/12/02; aceito em 20/8/03

THE PEDAGOGICAL NATURE OF EXPERIMENTAL ACTIVITIES: RESEARCH IN A TEACHING CREDENTIALS COURSE IN CHEMISTRY. In this paper we discuss the characteristics of experimental activities described by teachers and students in a teaching credentials course in Chemistry. The research pointed out a set of characteristics that seem to favor the learning process: the bringing up of the student's knowledge; the mediation by peers; the dialogue to set out the student's knowledge; the debate; the validation of arguments; the discussion about the context. The authors argue that, because of the empirical view of Science present in Chemistry courses, the discussion about the nature of Science is important.

Keywords: implicit theories; pedagogical nature of practical work; experimental activities.

INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta os resultados de pesquisa sobre experimentação com cunho pedagógico, realizada em um grupo disciplinar em que professores e alunos de um curso de Licenciatura em Química constituem um grupo de pesquisa¹. Temos como fundamento que a pesquisa em sala de aula favorece a construção do conhecimento profissional do futuro professor de Química e do formador²⁻⁴. Entendemos também que os formadores das Licenciaturas, em geral, têm uma formação pedagógica adquirida por reprodução das ações de seus professores que, por ser pouco refletida e fracamente fundamentada, é uma formação tácita, fragmentada e resistente à mudança. Por isso, apostamos em desenvolver pesquisas em nossas aulas que favoreçam, pelo diálogo - alicerçado na teoria e na realidade empírica - a explicitação e, a partir dela, o enriquecimento de teorias curriculares pessoais, geralmente implícitas.

O desenvolvimento da pesquisa em sala de aula em grupo com alunos, que sempre envolve questionamento, argumentação e validação, tem mostrado ser um espaço profícuo de enriquecimento das teorias sobre os processos, sempre complexos, de ensino e aprendizagem presentes em sala de aula. Dessa forma, contribui para a consolidação de um conhecimento profissional mais enriquecido e fundamentado em cada um dos participantes.

Neste artigo apresentamos o resultado de uma pesquisa em que se manifestam as teorias dos participantes sobre a natureza pedagógica da experimentação. Temos como argumentos construídos a partir da pesquisa que as atividades experimentais em aula sejam organizadas de forma a contemplar os aspectos positivos salientados na pesquisa, tendo como perspectiva uma abordagem sócio-cultural, com o objetivo de enriquecer as teorias pedagógicas de alunos e professores do curso. Defendemos também a necessidade de discutir a experimentação como artefato pedagógico em cursos de Química, pois alunos e professores têm teorias epistemológicas arraigadas que necessitam ser problematizadas, pois, de maneira geral, são simplistas,

cunhadas em uma visão de Ciência neutra, objetiva, progressista, empirista.

A PESQUISA

As características das atividades experimentais marcantes foram obtidas a partir de relatos escritos ou entrevistas orais transcritas de alunos e professores sobre atividades experimentais marcantes, relatos esses realizados nas primeiras aulas de uma disciplina do curso de Licenciatura em Química, que pretende desenvolver pesquisas com alunos e professores constituídos em um grupo de pesquisa. Foram obtidos relatos ou realizadas entrevistas com 9 alunos e 5 professores de Química do curso, na sua maioria participantes de uma disciplina optativa de pesquisa em Educação Química. O processo de análise dos dados iniciou-se na disciplina e foi continuado pelos autores do trabalho.

Selecionaram-se para a análise relatos ou transcrições de situações vividas, pois houve, por parte de alguns investigados, dificuldade em descrever uma aula real. Entendemos que essa dificuldade pode estar associada à "naturalidade" com que são assumidas as atividades experimentais, o que aponta, possivelmente, para a falta de fundamentação teórica sobre experimentação de formadores e alunos nos cursos de formação de professores. Como essa discussão é pedagógica, a mesma dificuldade sinaliza para entendimentos sobre currículos pouco fortalecidos teoricamente, em que prevalece a supremacia dos conteúdos específicos de Química em detrimento dos conteúdos pedagógicos. E naqueles o que importa é a demonstração de uma teoria, a verificação. Como a experimentação não é conteúdo disciplinar das disciplinas de conteúdo pedagógico, porque os professores dessas disciplinas raramente têm formação nas Ciências, a visão que sobressai nos relatos é a da experimentação empirista do fazer para extrair a teoria, com uma abordagem tradicional do demonstrar para crer, contribuindo para a manter a hegemonia de uma visão de Ciência objetiva, neutra, apoiada nas teorias surgidas da observação.

Esta investigação insere-se na perspectiva da pesquisa qualitativa, centrada na interpretação dos diferentes significados presentes nos resultados. As informações obtidas foram analisadas segundo os

*e-mail: carmo@mikrus.com.br

procedimentos da análise interpretativa de textos⁵, que consiste inicialmente na identificação de unidades de significado. Posteriormente essas unidades são organizadas em categorias, reunindo as unidades com temáticas semelhantes. A partir da categorização, a interpretação se intensifica pela elaboração de textos descritivos e, a partir deles, textos interpretativos. As perspectivas teóricas que sustentam a interpretação realizada pelos autores foram essencialmente o educar pela pesquisa²⁻⁴ e a abordagem sociocultural.

Apresentamos a seguir as categorias construídas na interpretação dos dados, que foram: a marca da aprendizagem; as teorias implícitas sobre a natureza pedagógica da experimentação; o diálogo: explicitação do conhecimento; o diálogo: construção de argumentos; a marca do surpreendente; o alicerce no contexto.

A marca da aprendizagem

De um modo geral, os entrevistados relataram atividades experimentais em que houve aprendizagem, como podemos observar nos relatos que seguem: “Penso que as características que estavam presentes para esta aprendizagem eram: uma professora preocupada com a aprendizagem dos alunos e não com a transmissão do conteúdo...” Ou: “Nessa aula eu realmente aprendi e nunca mais esqueci”...A melhor aula experimental que tive foi aquela em que realmente me dei conta de ter aprendido alguma coisa que ficou de forma mais permanente na minha memória”.

Segundo os pesquisados, as aprendizagens foram favorecidas pela mediação do professor: “A professora era a mediadora dessas buscas, auxiliando sempre que se fazia necessário”; ou ainda pela intenção de aprender de uma aluna: “Penso que uma característica que estava presente nessa aula era alguém desafiado a pensar sobre o que havia sido proposto”. Em relação ao primeiro relato, podemos destacar a importância da mediação do professor, entendendo que esse é um processo dinâmico em que o uso de artefatos culturais, como o diálogo, a leitura, a escrita, são essenciais na condução da ação, embora esses sozinhos não abranjam toda a complexidade envolvida na ação mediada. Em relação ao segundo relato, destacamos a relevância de o sujeito assumir desafios não como ponto de chegada, mas de partida⁶, pois cada novo desafio gera outro em um processo continuado de aprendizagem. Enfrentar os desafios é estar disposto a aprender.

Essa preocupação com a aprendizagem foi salientada pelo respeito do professor com os tempos diferenciados de aprendizagem e pela autonomia dos alunos para aprender: “Cada um a seu tempo ia vencendo as dificuldades e sempre buscando respostas às dúvidas que iam surgindo no caminho”. Destaca-se aqui a compreensão da autonomia como um processo coletivo, sem desconsiderar a individualidade. Portanto, desenvolver autonomia em aprender se reflete na preocupação com a aprendizagem do outro no reconhecimento e aceitação da diversidade em sala de aula.

Outra forma salientada de construir aprendizagens foi o estudo a partir do erro em um processo contínuo de acercamento do objeto de estudo:

... talvez até por isso que para mim essa tenha sido uma atividade marcante. Acho que dentro disso tem um ensinamento muito grande que é chamado de experiência falida. Quer dizer, acho que tem, porque quando a gente vai pensar um experimento, mesmo que seja uma repetição do experimento, a gente vai ver que comete várias falhas quando vai cercar aquele objeto com as nossas possibilidades de pensamento.

É interessante perceber que o entrevistado aponta para o erro, destacando as lacunas no próprio conhecimento de quem realiza o

experimento. Com relação à “falha” em um experimento, concordamos com Giordan⁷ ao argumentar que, além de favorecer a contestação da veracidade do modelo representativo da realidade, também proporciona o diálogo em sala de aula.

Dessas descrições podemos afirmar que um professor, ao pretender desenvolver uma atividade experimental com êxito, precisa ter como objetivo a aprendizagem dos alunos mais do que a transmissão de algum conhecimento pela prática. Para isso precisa estar atento ao aluno, percebendo seu conhecimento e suas dificuldades, que podem ser identificados a partir da observação atenta do professor nas ações dos alunos em aula.

As teorias sobre a natureza da experimentação

Não é novidade afirmar que, em geral, professores e alunos de cursos de Química têm uma visão simplista sobre a experimentação. Muitas dessas visões pessoais estão cunhadas pelo empirismo do observar para teorizar e por isso não causou surpresa que muitos dos relatos de aulas com atividades experimentais estivessem alicerçados sobre essas compreensões. Parece-nos que isso aponta para uma questão importante a considerar no planejamento de atividades experimentais, que é a possibilidade de enriquecer o conhecimento sobre a natureza da ciência, pois esse conhecimento influencia a aprendizagem dos estudantes na atividade experimental⁸.

Um dos entendimentos que necessita ser problematizado é o de que, a partir da observação, chega-se à teoria que explica o fenômeno, como mostrou o relato a seguir:

... a professora queria nos mostrar como a superfície de contato influenciava na velocidade de uma reação química. O experimento foi da seguinte forma: em um copo com água se colocava um comprimido efervescente inteiro e em outro copo com a mesma quantidade de água o mesmo comprimido, só que triturado. Foi observado que o comprimido que estava triturado se dissolveu com uma velocidade maior do que o outro que se encontrava inteiro.

Nesse relato o entendimento do aluno é de que a demonstração de um fenômeno é suficiente para a aprendizagem. Pelo descrito, a professora tinha intenção de “mostrar” uma prática que comprovasse uma teoria (embora possa não ter sido essa a intenção da professora). Quando o professor assume essa visão dogmática de ciência, fomenta a apropriação dessa visão pelo aluno⁹. A mesma dificuldade repete-se quando o aluno apresenta uma visão dogmática de ciência, como pareceu evidenciar o relato.

A crença no poder da atividade experimental para extrair a teoria a partir da observação surgiu em outro relato: “A melhor atividade experimental foi a da chuva ácida, pois fizemos a prática para entender a teoria”. A dicotomia entre teoria e prática é criticada por Wellington¹⁰, porque os experimentos são sempre dependentes de alguma teoria. Não são realizados no “vácuo teórico”, isto é, as predições, observações e inferências são sempre originadas a partir de uma teoria. Portanto, em todas as observações são as teorias que possibilitam uma interpretação e não o contrário. É preciso aprender a observar, porque toda observação é feita a partir das teorias do observador, mesmo que implícitas.

Em sentido contrário ao entendimento expresso no relato anterior, afirmamos que é preciso superar a visão de que a atividade experimental tem a função única e exclusiva de comprovação da teoria. Considerando o pouco tempo dedicado para o desenvolvimento da atividade experimental e a condição de aprendiz de quem executa a atividade, parece mesmo impossível que se consiga comprovar alguma teoria em sala de aula⁹. Isso também pode favorecer uma visão da prática científica historicamente pouco coerente, já que os cientistas

não abandonam suas teorias de forma imediata pelo fato da teoria não estar de acordo com alguns dados empíricos⁹.

Outro aspecto muito presente nos relatos e que, no nosso entender, precisa ser problematizado é o papel motivador das atividades experimentais. Isso nos leva a ponderar sobre a importância de discutir com professores em exercício o papel da experimentação:

A aula que mais me chamou a atenção foi a de abertura de um rato (era um animal), na área de Biologia, então eles dissecaram o rato até o final da tarde, então acompanhavam os órgãos e no final da tarde separaram todos os órgãos do bicho e enlouqueceram, como se diz teoricamente... Mas, na verdade, o impacto deles verem um coração ainda batendo, separarem no final da aula todos os órgãos, foi muito forte.

Alguns estudos sobre experimentação afirmam que os professores a consideram importante porque motiva intrinsecamente os alunos. Os mesmos estudos revelam, no entanto, que isso pouco ocorre durante as aulas experimentais. Essa idéia presente no pensamento dos professores está associada a um conjunto de entendimentos empiristas de Ciência em que a motivação é resultado inerente da observação do aluno sobre o objeto de estudo. Isto é, os alunos se motivam justamente por “verem” algo que é diferente da sua vivência diária, ou seja, pelo “show” da ciência.

A influência das atividades experimentais na determinação da escolha profissional e mais especificamente em formar cientistas foi outro aspecto salientado na continuidade do mesmo relato:

E realmente eu acho que muitas profissões se decidem assim, a partir de uma aula prática, de como um professor apresenta um assunto. O aluno fica enlouquecido: não, vou fazer Medicina; não, vou fazer Química; não, vou fazer Alimentos... e alguns definem a parte profissional, eu quero é isso. Eu vou desmaiar. Não consigo ver e não vou tirar Medicina.

Concordamos que, geralmente, a maneira como um professor apresenta um assunto influencia o aluno em gostar e aceitar ou não o que está sendo apresentado. Isso está sustentado em Leach⁸ ao destacar que os alunos e professores têm valores e atitudes que conseqüentemente podem influenciar suas ações nas atividades experimentais. Entendemos que a teoria pessoal sobre experimentação nesse relato parece bastante simples e estagnada. Na década de 60, a importância da atividade experimental na escola foi difundida por países como EUA e Inglaterra que tinham como um de seus objetivos formar cientistas no contexto da “guerra-fria”. Nessa época foram propostas atividades de dissecação de um pequeno animal em aula de Ciências, fato a que se refere o relato. Atualmente essas atividades são criticadas por diversas razões em que a mais importante, no nosso entender, é a ética da vida. Embora essa atividade tenha ocorrido em uma época em que essa discussão não era muito freqüente, expressar essa atividade experimental ainda hoje como marcante (pelo relato percebemos que a marca foi positiva) explicita uma teoria curricular pessoal que necessitaria ser problematizada.

Em síntese, entendemos que uma atividade experimental precisa procurar enriquecer teorias pessoais sobre a natureza da ciência, tendo em vista superar visões simplistas de que: pela observação se chega às teorias aceitas pela comunidade científica; pela experimentação em sala de aula se valida e comprova uma teoria; as atividades experimentais são intrinsecamente motivadoras; as atividades experimentais contribuem para captar jovens cientistas. Questões relativas à bioética, que envolvem a preservação da vida, também precisam ser analisadas.

Diálogo: explicitação do conhecimento

Uma das características positivas presentes nos relatos foi a explicitação do conhecimento dos alunos, e o questionamento foi indicado como fator que favorece a aprendizagem:

A partir do produto obtido, tínhamos que pensar em uma titulação da substância obtida para determinar sua acidez, e a pergunta era: Pode-se adicionar água no erlenmeyer durante a titulação sem alterar os resultados? A professora não respondia e eu não sabia o que fazer (minha idéia inicial era que eu não podia lavar o frasco, pois isso iria alterar o resultado).

No discurso atual sobre aprendizagem, é consenso que o aluno aprende a partir daquilo que sabe. A explicitação desse conhecimento é importante para que o professor perceba a forma de pensar do aluno e a ação do professor pode ser conduzida por meio de um questionamento oral sustentado no diálogo ou outros instrumentos que sistematizem o pensamento do aluno. Quando o professor organiza a sala de aula de modo a favorecer a explicitação do conhecimento do grupo por meio do questionamento, está contribuindo para que os alunos rompam com a visão dogmática de ciência. A partir do momento em que o professor deixa de demonstrar conhecimentos “verdadeiros”, e passa a questionar e a problematizar o conhecimento que é explicitado, favorece a aprendizagem. Sabendo que a ciência avança com a indagação, que o conhecimento é favorecido pelos questionamentos^{9,11}, argumenta-se que o ensino de Ciências precisa ser entendido de maneira semelhante, como foi relatado por uma das professoras participante da pesquisa:

Inicialmente solicito aos participantes justificarem o fato de a vela apagar ao se colocar um copo emborcado sobre a vela... Em síntese penso que um aspecto importante de uma atividade experimental está na previsão do que vai acontecer ou em uma justificativa para o fenômeno, porque isso revela a teoria que os alunos têm sobre o tema. É o conhecimento inicial dos alunos que fica evidente, bem como o do professor.

Do relato, ressaltamos a explicitação do conhecimento do aluno, quer por uma previsão ou uma justificativa para o ocorrido, pois isso fornece indícios ao professor das teorias pessoais sobre o fenômeno. Essas previsões podem promover uma expectativa em relação ao resultado e, dependendo do problema proposto, os alunos podem ficar insatisfeitos e surpresos com os resultados, o que os leva a questionar e perceber lacunas nos seus entendimentos sobre o fenômeno¹².

No mesmo relato a professora assinalou explicações diferentes dadas pelos alunos, o que mostra a riqueza da discussão das teorias do grupo a partir dessas idéias: “... apareceu novamente a questão do término do oxigênio como hipótese de trabalho. Um outro aspecto que apareceu em uma das discussões com professores em serviço foi que o oxigênio que a vela queima sai de dentro da molécula da água.”

Nessa perspectiva, o conhecimento expresso pelos alunos na discussão de uma atividade experimental pode sempre proporcionar o início de um novo ciclo de aprendizagem, auxiliando o professor a mapear os conhecimentos do grupo sobre o tema estudado¹². Isso exige do professor uma atenção constante ao que está sendo expresso em aula e não apenas no início de uma atividade experimental, como freqüentemente é pensado por professores ao afirmarem que é importante considerar o conhecimento do aluno.

O questionamento também foi indicado como possibilidade de perceber as aprendizagens dos alunos por novas previsões sobre o mesmo fenômeno estudado: “Na última vez que desenvolvi esta ati-

vidade em sala de aula, solicitei então que os alunos tirassem conclusões sobre a queima de três velas no mesmo recipiente para ver se haviam modificado alguma de suas idéias iniciais.”

Concordamos com Wells¹³ quando afirma que é relevante considerarmos que as previsões são tão importantes quanto os processos de raciocínio utilizados para desenvolvê-las. Conforme esse autor, na elaboração de uma previsão buscamos uma teorização, pois relacionamos nosso entendimento sobre o fenômeno com outro conhecimento que já temos e que tem relevância nos resultados da atividade experimental. No relato isso fica bastante evidente por estar sendo solicitada a previsão de um fenômeno bastante conhecido pelos alunos.

Esse tipo de procedimento utilizado pela professora também mostra que nem sempre os alunos mudam os significados atribuídos, inicialmente, ao fenômeno como ficou destacado no relato: “Os resultados feitos nesta única turma mostraram que alguns alunos tornaram mais complexas suas idéias iniciais, enquanto em outros alunos percebeu-se a permanência de seus entendimentos sobre o consumo total de oxigênio em experimentos desta natureza”.

A situação acima reforça a idéia de que apropriar-se de um determinado significado é um processo complexo e que isso, geralmente, não ocorre imediatamente. Acreditamos que o importante em qualquer situação pedagógica é que os alunos enriqueçam seus conhecimentos após o desenvolvimento de uma atividade. Isso conseqüentemente inclui a apropriação do discurso da ciência.

A partir do que foi descrito, parece-nos que uma característica importante em uma atividade experimental é o exercício de explicitação do conhecimento de cada um dos participantes, seja pela previsão, justificativa, explanação ou observação do professor sobre como os alunos desenvolvem determinada ação, de forma a possibilitar que as diferentes teorias pessoais possam ser objeto de análise e discussão crítica em aula.

Diálogo: construção de argumentos

Estabelecer uma relação de diálogo em sala de aula é importante para a negociação de significados, pois, como argumenta Hodson¹⁴, a imposição de significados não ajuda os alunos, sendo necessária a criação de um contexto dialógico em que esses sejam co-construídos. Nessa condição segue o relato da professora:

A discussão inicial das justificativas é que faz com que eu escolha esta atividade como uma das melhores, porque na discussão ficam explicitadas diferentes hipóteses de trabalho e são essas hipóteses que procuro satisfazer pelo diálogo no grupo... Outra característica que penso fundamental é a discussão dessas hipóteses de trabalho no grupo, procurando fortalecer uma ou outra. (Talvez um jeito de fazer diferente seja perguntar aos alunos como se poderia verificar se existe ou não oxigênio dentro do copo).

O relato de outro dos professores participante da pesquisa fortalece a importância de solicitar aos alunos justificativas para o fenômeno, pois, como ele assinala em relação à atividade experimental relatada: “As explicações sobre o porquê dos resultados são sempre muito ricas”. Esse relato também reforça um ponto que destacamos anteriormente, que é o fato de a explicitação do conhecimento do aluno se dar constantemente. Nesse sentido, a construção de argumentos em sala de aula não é um processo isolado em que o professor comenta o que os alunos explicitam. Em outro sentido, está inserido em um contexto dialógico de construção de conhecimento. O diálogo com a realidade durante o desenvolvimento das atividades também foi salientado em outro momento da mesma atividade relatada:

Feita a queima do papel, geralmente o observado corresponde à previsão da maioria. Nesse momento, embora eu não comente o resultado, geralmente se estabelece um clima de discussão entre os alunos, em função das previsões, confirmadas ou não... Neste momento, há sempre um grupo de indecisos que muda de opinião a partir das ponderações dos colegas.

Essa discussão no grupo sobre os resultados do fenômeno, em que a partir do observado os alunos utilizam suas teorias para argumentar, favorece a estruturação dos resultados de maneira mais coerente com o discurso científico, em um sentido de enculturação nesse discurso. Nesse contexto de construção de argumentos, também interpretamos o relato de uma aluna que enfatiza o trabalho em grupo e a iniciativa pessoal em procurar outros interlocutores fora do espaço de sala de aula:

Esta foi a melhor aula que já tive, pois desde o projeto até o final foi idéia minha e do meu grupo. A minha melhor aula prática não aconteceu exatamente em aula; o professor nos deu a tarefa de fazer um termômetro, utilizando materiais de fácil acesso... Isto nos fez procurar outros professores que não os nossos, pesquisar em livros, etc.

Esse relato pontua a importância da expansão do ambiente de aprendizagem para além da sala de aula. Além disso, permite-nos argumentar em favor do trabalho em pequenos grupos, pois favorece a socialização dos alunos, que aprendem a respeitar a opinião dos colegas, a negociar e renunciar às suas próprias idéias, ou ainda, a colocar os objetivos pessoais em segundo plano¹⁵. Nessa perspectiva de socialização, apontamos para a resolução de problemas em pequenos grupos não apenas como um contexto de socialização, mas como maneira de explicitar o caráter social da ciência¹⁵. Wellington¹⁰ também fortalece esse posicionamento ao afirmar que as atividades experimentais precisam possibilitar a compreensão da ciência como uma atividade social envolvendo pessoas com atitudes, pontos de vistas, opiniões e preconceitos.

Nesse processo, a construção de argumentos precisa estar alicerçada não apenas na palavra do professor, mas em outros interlocutores teóricos e práticos:

Um outro aspecto que considero importante é a procura de referencial que valide o que está sendo discutido em sala de aula, não ficando sempre a última resposta na voz do professor. Para isto várias fontes podem ser usadas. O professor é apenas uma delas; material bibliográfico diverso e mesmo entrevistas com pessoas que tenham um conhecimento mais complexo.

Em relação aos aspectos apontados, pensamos que as atividades experimentais precisam proporcionar a discussão das teorias do grupo como modo de favorecer a construção de argumentos mais enriquecidos. Outro aspecto a salientar é a relevância do trabalho em grupo como modo de construir a autonomia do coletivo e de incentivar a socialização dos alunos. Entendemos também a importância de envolver nesse diálogo outros interlocutores, teóricos e práticos, trazidos à sala de aula para validar os argumentos construídos no diálogo com o grupo. O diálogo permanente em sala de aula favorece entendimentos sobre o caráter social da ciência.

A partir do que foi apontado na categoria diálogo, sinalizamos a importância de incluir nas atividades experimentais a explicitação do conhecimento do grupo, favorecendo a discussão das teorias pessoais e, conseqüentemente, a construção de novos argumentos mediados pelo diálogo oral e escrito. Portanto, advoga-se em favor do diálogo com outros interlocutores que possam contribuir para o fortalecimento dos argumentos construídos na sala de aula.

A marca do surpreendente

A surpresa foi outra característica destacada como importante em uma atividade experimental, como podemos perceber pela descrição a seguir:

Em seguida ela propôs uma experiência, em que adicionaríamos 20 mL de água a 20 mL de álcool etílico. A professora questionou quantos mililitros teríamos após a mistura. A maioria dos alunos respondeu 40 mL, mas ao verificar a proveta todos se surpreenderam que o volume final foi de 39 mL.

Ressaltamos a importância da solicitação da previsão feita pela professora. No entanto, ao concordarmos com a importância da previsão nas atividades experimentais, também afirmamos que, apesar da relevância do movimento das mudanças conceituais (MMC) na didática das Ciências, estamos em consonância com os que problematizam uma visão simplista calcada na mudança imediata dos entendimentos. Principalmente quando o proposto fica sendo, a partir da percepção de uma lacuna conceitual, o desenvolvimento de uma atividade que vem de encontro ao conhecimento do aluno com a pretensão de substituição do conhecimento anterior. Acreditamos na aprendizagem como um fenômeno complexo, aspecto esse confirmado pelos próprios resultados de propostas pedagógicas do movimento de mudança conceitual quando se mostrou que essa transformação do conhecimento do aluno não é tão freqüente.

Salientamos, entretanto, que a riqueza da previsão fornece ao grupo subsídios para a discussão que possa vir a enriquecer as compreensões dos alunos e do professor sobre o fenômeno.

Os sujeitos investigados também sinalizaram para a atividade experimental como mágica. Nessa visão, um professor relatou:

A atividade experimental mais marcante em termos de experimento que eu recorde assim, rapidamente, foi numa palestra em que foi mostrada uma série de experimentos com o objetivo de comprovar alguns conceitos de Química no ensino médio... Eram umas 10 ou 12 atividades, muito interessantes, muito marcantes. São atividades que têm um show, porque são bonitas, tem um visual bonito...

Sinalizando para a superação de uma abordagem da prática como motivação visual, o mesmo relato acrescenta: "...e ao mesmo tempo ela traz junto com ela, carrega junto com ela, conceitos fundamentais daquilo que está se trabalhando na Química. Então eu achei bastante interessante essa atividade".

Em referência a esse entendimento expresso em que a mágica e o show são sempre salientados, entendemos que a componente estética pode ser incorporada às atividades experimentais não por sua beleza e mágica somente, mas por configurar-se um conhecimento tácito que precisa ser problematizado. Considerando os aportes teóricos de perspectivas construtivistas em que reiteradamente se afirma a necessidade em uma proposta pedagógica de partir do conhecimento do aluno, justificamos nosso entendimento sobre a agregação dessa característica às atividades experimentais. Primeiramente, porque pode mostrar, especialmente ao professor que está atento ao discurso em sala de aula, o conhecimento dos alunos e, a partir dele, problematizá-lo. O outro aspecto se relaciona ao conhecimento dos alunos ainda bastante arraigado à mágica, à beleza e ao show. Concordamos com o entrevistado ao afirmar que a atividade experimental não pode ficar só nisso e, a partir desse fator de surpresa, entendemos que precisam ser agregados aspectos que possam vir a enriquecer o conhecimento de todos em sala de aula.

Dessa categoria podemos ressaltar a relevância de estruturar uma atividade experimental que considere resultados surpreendentes, em

que se inclui a estética da atividade experimental, mas que os transcenda e alcance a construção de um conhecimento mais enriquecido sobre o tema.

O alicerce no contexto

A importância da contextualização do conteúdo foi destacada em diferentes aspectos nos relatos. O primeiro deles foi a possibilidade de discutir a futura atividade profissional dos alunos em um curso de Licenciatura em Química, que é a docência. Nessa perspectiva, uma aluna relatou uma atividade experimental sobre combustão (e que aparece também no relato de um dos professores entrevistados), em que ressalta as relações da atividade experimental com a sala de aula, espaço profissional futuro dos licenciandos:

Além do mais, o professor nos preparava para ensinar, dando dicas de postura perante o aluno e as possibilidades de se trabalhar sobre esse conteúdo com uma série de relatos ocorridos com ele dentro da sala de aula e com alunos que realmente tinham ouvido falar de oxidação, redução, nox...

O fato relatado não é algo freqüente em cursos de Licenciatura, já que os professores geralmente priorizam os conteúdos específicos, pois esses, na sua maioria, não estão envolvidos em uma discussão sobre a atividade docente. Principalmente, porque muitos são químicos de formação inicial, e por isso, provavelmente, nunca discutiram as atividades experimentais a partir de perspectivas pedagógicas. Nesse sentido, é importante ressaltar a relevância da ação pedagógica desse professor que mostrou um comprometimento com a formação profissional de seus alunos. Isso nos faz considerar a necessidade de o professor considerar e conhecer o contexto profissional e social dos seus alunos (nesse caso a Licenciatura) como modo de favorecer aprendizagens.

Um segundo aspecto em que o contexto apareceu como importante nos relatos foi a discussão sobre os efeitos ambientais provocados pelos compostos químicos, atualmente tão presentes no discurso sobre a problemática ambiental, na qual as atividades e produtos da Química geralmente são considerados poluidores: "A melhor atividade experimental foi a da chuva ácida, porque foi bom ver os efeitos que certos elementos químicos fazem ao meio ambiente... porque foi bom ver que o uso sem controle pode causar sérios danos para a natureza".

Apesar de o relato apontar para um aspecto importante, que é a problemática ambiental associada à atividade química, é preciso destacar a necessidade de ampliar essa discussão, não enfatizando a Química simplesmente como algo bom ou ruim, mas como atividade humana em construção sempre associada a aspectos sociais, políticos e econômicos.

Outro aspecto salientado como importante para contextualizar o conteúdo das atividades experimentais é a necessidade de relacionar os produtos químicos com seus usos e propriedades, associando com a realidade mais concreta dos alunos: "Acredito que seria muito interessante a execução de uma atividade como esta no ensino médio, dando uma possível abordagem quanto às aplicações e propriedades de compostos químicos presentes no cotidiano de cada aluno".

Sem dúvida precisamos discutir em sala de aula os problemas presentes na realidade do aluno. Um dos aspectos a considerar, no entanto, é a visão ingênua da relação simples com o cotidiano. Como afirma Lutfi¹⁶, o termo cotidiano tem diferentes significados. O mais usual ao falar em cotidiano nas aulas de Ciências é falar em motivação e em curiosidades. Outro significado atribuído ao termo é de caráter ilustrativo, como sugere o relato do aluno. Uma terceira possibilidade de trabalhar o cotidiano em aula é aquela que problematiza

alguns tópicos, mas permanece presa à seqüência formal de conteúdos. Ainda pode-se pensar em cotidiano na perspectiva das questões ambientais discutidas em propostas desenvolvidas na década de 70. Esses projetos foram críticos em relação ao conteúdo, mas isentam o sistema econômico, político e social de possíveis conseqüências. Lutfi¹⁶ aponta um novo sentido para cotidiano, relacionando os mecanismos de acomodação e alienação sociais na tessitura das relações sociais. Como o autor enfatiza, é preciso conhecer a “estrutura da vida cotidiana e a vivência desse cotidiano”¹⁷.

Em relação às características apontadas nessa categoria, argumentamos em favor da contextualização do conteúdo ensinado, de maneira a favorecer a aprendizagem dos alunos. Esse contexto pode estar relacionado com a profissão do aluno; questões ambientais envolvidas na atividade experimental; a superação da presença do cotidiano em sala de aula como simples ilustração ou ainda como um mero recurso para a motivação dos alunos. Ao planejar atividades experimentais que incluam a contextualização do conteúdo, é preciso apontar para relações culturais, sociais, econômicas e políticas.

CONCLUSÕES

A partir da análise dos dados, apresentamos um conjunto de características salientadas nos relatos e que precisam ser consideradas no planejamento de atividades experimentais. Nesse sentido, argumentamos que as características emergentes da pesquisa apontam para a necessidade de discutir e enriquecer as teorias pessoais dos professores sobre a experimentação, com o objetivo de superar visões simplistas que ainda pontuam essa atividade, como validação e comprovação da teoria; como elemento de motivação; como meio de captar e formar jovens cientistas. Ainda podemos salientar a necessidade de discutir aspectos relativos a questões éticas no ensino de Ciências.

Os resultados da pesquisa apontam também características positivas a serem incorporadas no desenvolvimento das atividades experimentais, como a inserção do diálogo em sala de aula como modo de favorecer a explicitação do conhecimento e construção de argumentos validados no grupo na interlocução teórica e prática. A explicitação do conhecimento de cada um dos participantes do grupo proporciona a emergência das teorias pessoais. A construção de argumentos é favorecida pela discussão das teorias pessoais do grupo e, nessa perspectiva, o trabalho em grupo pode ter um papel essencial, colaborando para a autonomia do coletivo e para a socialização dos alunos. Os resultados surpreendentes da atividade experimental, o que inclui aspectos estéticos e intrigantes, que desestabilizem o conhecimento dos alunos também fazem parte de uma característica relevante e positiva a considerar em atividades experimentais a serem desenvolvidas em aula. A contextualização do conteúdo como modo de favorecer a aprendizagem do grupo foi pouco salientada e mostrou uma visão simplista de cotidiano, o que leva a considerar a importância em transcender o caráter motivador e ilustrador e apontar para relações sociais, culturais, econômicas e políticas.

Os resultados desta investigação permitem-nos argumentar em favor de atividades experimentais como um dos instrumentos do discurso das Ciências, e como tal, a ser incluído no ambiente de sala de aula, a fim de permitir a enculturação de alunos e professores nesse discurso. As atividades experimentais precisam, no entanto, fazer

parte de um discurso tal que professores e alunos possam aprender não só as teorias das Ciências, entre elas a Química, mas também como se constrói o conhecimento científico em um processo de questionamento, discussão de argumentos e validação desses argumentos por meio do diálogo oral e escrito, com uma comunidade argumentativa que começa na sala de aula, mas a transcende.

A partir do exposto, propomos que o planejamento de atividades experimentais inclua as características positivas salientadas, ao mesmo tempo que abarque situações que possibilitem problematizar teorias empiristas sobre o trabalho experimental em sala de aula.

Paralelamente a isso, lembrando que os investigados foram alunos e professores de um curso de Licenciatura, os resultados desta pesquisa também permitem que argumentemos sobre a importância de pesquisar as teorias sobre experimentação em cursos de formação de professores de Ciências, de tal forma que o grupo enriqueça suas próprias teorias e, conseqüentemente, possa superar entendimentos simples de que a experimentação por si só possibilita chegar às teorias estabelecidas nas Ciências e comprová-las.

Por outro lado, questionar os entendimentos sobre experimentação favorece superar conhecimentos tácitos de que é um recurso que garante a motivação intrínseca dos alunos. Entendemos que este tipo de pesquisa precise ser levado a cabo nos cursos de Química, pois favorece perceber a experimentação como um instrumento de explicitação de teorias; de encultramento no discurso científico, que inclui aprender as teorias estabelecidas pela ciência e aprender como se constrói o conhecimento científico e, por último, de enriquecimento das teorias pessoais que integram outros conhecimentos além do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS

- Galiuzzi, M. C.; Rocha, J. M. B.; Schmitz, L. C.; Souza, M. L.; Giesta, S.; Gonçalves, F. P.; *Ciência & Educação* **2001**, *7*, 249.
- Galiuzzi, M. C.; *Tese de doutorado*, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil, 2000.
- Moraes, R.; Galiuzzi, M. C.; Ramos, M. G.; *Anais do III Simpósio Latino Americano e Caribenho de Educação em Ciências*, Curitiba, Brasil, 1999.
- Demo, P.; *Pesquisa e construção de conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas*, Tempo Brasileiro: Rio de Janeiro, 1997.
- Ramos, M. G.; *Tese de doutorado*, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil, 1999.
- Demo, P.; *Conhecer e aprender: sabedoria dos limites e desafios*, ArtMed: Porto Alegre, 2000.
- Giordan, M.; *Quim. Nova na Escola* **1999**, *10*, 43.
- Leach, J. Em *Practical work in school science: Which way now?*; Wellington, J., ed.; Routledge: London, 1998, cap. 4.
- Silva, L. H. A.; Zanon, L. B. Em *Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens*; Schnetzler, R. P.; Aragão, R. M. R., org.; CAPES/UNIMEP: Piracicaba, 2000.
- Wellington, J. Em ref. 8, cap. 1.
- Wells, G.; *Dialogic inquiry: towards a sociocultural practice and theory of education*, Cambridge University Press: New York, 1999.
- Shiland, T. W.; *J. Chem. Educ.* **1999**, *76*, 108.
- Wells, G. Em *Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula: aproximações ao estudo do discurso educacional*; Coll, C.; Edwards, D., eds.; Trad. B. Neves; ArtMed: Porto Alegre, 1998, cap. 5.
- Hodson, D. Em ref. 8, cap. 6.
- Reigosa Castro, C. E.; Jiménez Aleixandre, M. P.; *Enseñanza de las Ciencias* **2000**, *18*, 275.
- Lutfi, M.; *Os ferrados e os cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico*, Editora Unijuf: Ijuí, 1992.
- Ref. 16, p. 15.