

**CONTRIBUIÇÕES PEDAGÓGICAS E EPISTEMOLÓGICAS EM TEXTOS DE
EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA**
(Pedagogical and Epistemological Contributions in Texts of Experimentation in the
Chemistry Teaching)

Fábio Peres Gonçalves [fabioigon@hotmail.com]

Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina.

Carlos Alberto Marques [bebeto@ced.ufsc.br]

Departamento de Metodologia de Ensino, Centro de Ciências da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina.

Resumo

Investigamos as características dos discursos sobre propostas de experimentos divulgados na seção “Experimentação no Ensino de Química”, da revista *Química Nova na Escola*. A partir de uma abordagem pedagógica e epistemológica, a análise dos dados teve como meta problematizar a experimentação na formação docente e repensar as características metodológicas das atividades experimentais no ensino de Química. Destacam-se os seguintes aspectos: a relação entre atividade experimental e motivação; a necessidade de refletir acerca da natureza epistemológica da experimentação no ensino; a importância de um contexto dialógico para a aprendizagem; as condições materiais para o desenvolvimento de atividades experimentais; as características dos conteúdos ensinados por meio dos experimentos.

Palavras-chave: atividades experimentais, formação docente, periódico educacional, ensino de Química.

Abstract

We have investigated the characteristics of the discourses about purposes of the experiments published in the section “*Experimentação no Ensino de Química*” of *Química Nova na Escola* magazine. From a pedagogical and epistemological approach, the goal of the data analysis was to rethink the methodological aspects of experimentation in fundamental and high school Chemistry classes, and to raise questions relevant to teacher formation. Some aspects are pointed out, such as: relation between experimental activity and motivation; the need for a reflection on epistemological nature of the experimentation in teaching; the importance of a dialogical context for learning; material conditions for the development of experimental activities; and characteristics of the contents taught through experiments.

Keywords: experimental activities, teacher formation, education periodical, chemistry teaching.

Introdução

Os professores de Química e de Ciências Naturais, de modo geral, mostram-se amiúde pouco satisfeitos com as condições infra-estruturais de suas escolas, principalmente aqueles que atuam em instituições públicas. Com frequência, justificam o não desenvolvimento das atividades experimentais devido à falta destas condições infra-estruturais. Não obstante, pouco problematizam o modo de realizar os experimentos, o que pode ser explicado, em

parte, por suas crenças na promoção incondicional da aprendizagem por meio da experimentação (SILVA; ZANON, 2000).

Há décadas existem tentativas, quase sempre fracassadas, de inclusão das atividades experimentais no currículo escolar, a exemplo dos “kits” experimentais que historicamente vêm se tornando entulho nas escolas públicas, pelos mais variados motivos (GIOPPO; SCHEFFER; NEVES, 1999). Geralmente os “kits” experimentais se apresentam com características próximas aos chamados laboratórios de bancada, utilizando, assim, os mesmos equipamentos e reagentes. Além do mais, na maioria das vezes, os “kits” são usados apenas para demonstrações e para valorizar um empirismo colorido e divertido, que supostamente motivaria os alunos.

Embora as atividades experimentais sejam raramente realizadas, é comum os professores atribuírem às mesmas objetivos. Entre os objetivos repetidamente mencionados por estes profissionais pode se destacar, por exemplo, o ensino do método científico (BORGES, 2004; HODSON, 1994). No entanto, a utilização do método científico para orientar a construção do conhecimento parece insustentável na Ciência e na educação científica. A idéia da observação como independente da teoria, como propõem os defensores do método científico, favorecendo a obtenção de dados puros e verdadeiros, é problematizada pelas discussões de cunho epistemológico que salientam justamente o contrário: a relação entre observação e interpretação não é neutra. Ou seja, observação e interpretação são inseparáveis e cada sujeito observa a partir do seu conhecimento (HANSON, 1975). Baseando-se nessa compreensão, é correto afirmar que distintos indivíduos podem perceber de maneira diversa um mesmo fenômeno. Todavia, até a década de 20 do século passado, a visão de ciência empirista-indutivista¹ que orienta as etapas do “método científico”, ou a visão de ciência alicerçada no positivismo lógico², encontravam poucos críticos. Já na década de 30, filósofos como Popper (1975) e Bachelard (1996) se destacam ao problematizarem o entendimento empirista-indutivista de produção do conhecimento científico. Desde então, outros filósofos têm contribuído com discussões acerca da natureza da ciência. Não obstante, tais discussões muitas vezes parecem distantes dos professores de Ciências Naturais. E, uma das implicações dessa situação pode ser a falta de reconhecimento pelo professor da relação não neutra entre o sujeito da aprendizagem e o objeto do conhecimento. Quando isso acontece, em geral o aluno é caracterizado como uma “tábula rasa” e não tem seus conhecimentos prévios valorizados pela escola.

Ao invés de se limitar a críticas às atividades experimentais, como as que apresentamos até então, este trabalho se situa ao lado daqueles que se preocupam em apontar possibilidades para o desenvolvimento de atividades experimentais (GIORDAN, 1999; BORGES, 2004; PINHO ALVES, 2000; DE JONG, 1998; GOUGH, 1998; REIGOSA; JIMÉNEZ, 2000). Desse modo, discute os resultados de uma pesquisa com o objetivo de problematizar a experimentação na formação de professores de Química e de repensar as características metodológicas das atividades experimentais. A partir de uma abordagem pedagógica e epistemológica, buscamos compreender as características dos discursos sobre as

¹ A visão de ciência empirista-indutivista defendida pelo filósofo Francis Bacon foi predominante desde o século XVII até o século XX. Bacon acreditava que o conhecimento tem origem nas observações - desprovidas de teorias e pré-conceitos, numerosas, repetíveis, não conflitantes entre si. Em síntese, os dados coletados por meio da observação seriam organizados em tabelas, buscando-se regularidades, e através da indução se elaboraria leis e teorias científicas; ou seja, do particular ao geral (BORGES, 1996).

² O empirismo lógico é uma forma extremada de empirismo (BORGES, 1996).

atividades experimentais divulgadas na seção “Experimentação no Ensino de Química” da revista Química Nova na Escola (QNEsc). Este periódico é reconhecidamente comprometido com a formação docente (SCHNETZLER, 2002; BEJARANO; CARVALHO, 2000), colaborando para a aproximação dos professores de Ciências do ensino fundamental e médio dos resultados das investigações da área de educação em Ciências, bem como para o acesso a uma variedade de artigos que se inserem, de modo geral, na área de ensino de Química e que contribuem para o aprimoramento da ação docente na educação básica e no ensino superior. Os artigos são distribuídos em diferentes seções e uma delas é exatamente a seção “Experimentação no Ensino de Química” que divulga experimentos nos quais entendemos podem estar implícitas características importantes para serem incluídas no planejamento e desenvolvimento de atividades experimentais. Acreditamos ainda que este trabalho é uma contribuição para o campo das investigações sobre periódicos educacionais (CATANI; BASTOS, 1997), muito timidamente exploradas no ensino de Ciências Naturais; portanto, uma lacuna a ser superada pelas pesquisas futuras nesta área. Ao mesmo tempo, esta investigação, ao analisar artigos de um periódico, pode colaborar na identificação, indireta, de “tendências” atuais para a experimentação no ensino de Química.

Caminhos Metodológicos

Para compreender as características dos discursos sobre as atividades experimentais foram selecionados 38 artigos da seção “Experimentação no Ensino de Química”, referentes aos números 1 a 18 (1995-2003) da QNEsc. Esta seção tem como objetivo, definido pelo conselho editorial da revista, descrever “experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos químicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes utilizados são facilmente encontráveis permitindo a realização de experimentos em qualquer escola”. É a seção da revista com o maior número de publicações até o momento. Tal fato nos parece um indício do interesse de autores e leitores sobre o tema.

A seção “Experimentação no Ensino de Química”, juntamente com a seção “Relatos de Sala de Aula”, apresenta o maior número de autores por artigo e ainda a maior diversidade em relação à atuação profissional dos autores (MORTIMER, 2004), com uma significativa presença de professores do ensino superior, segundo informações fornecidas pelo próprio periódico. Com exceção de quatro artigos, os demais, 34 publicações, possuem a participação de professores do ensino superior como autores principais ou co-autores, muitos com longa experiência em formação de professores. Entre essas produções merecem destaque aquelas realizadas com a contribuição de professores da educação básica/licenciados e graduandos³. Apesar de muitas publicações envolverem docentes universitários, existe uma colaboração significativa entre estes e aqueles que se caracterizam como os principais destinatários dos textos, ou seja, professores em formação inicial e continuada. Independente destas parcerias, entendemos que a voz⁴ dos destinatários (licenciados e licenciandos) influencia na estruturação dos artigos, já que, uma produção textual⁵ se dá em função do Outro (BAKHTIN, 2003). Essa compreensão da elaboração textual permite não somente mapear as características dos discursos que orientam os textos com sugestões de atividades

³ A maioria dos graduandos que participa da elaboração de artigos são licenciandos em Química.

⁴ Na perspectiva bakhtiniana a noção de voz está relacionada à visão de mundo do sujeito, ao seu lugar social.

⁵ Embora a palavra texto seja convencionalmente interpretada sob ponto de vista da escrita, no sentido bakhtiniano, o texto também pode ser oral (BAKHTIN, 2003).

experimentais, mas também apontar justificativas para suas presenças nos textos considerando os atores sociais que constituem a sala de aula.

A compreensão das características dos discursos que orientam os textos de experimentação foi orientada pelos princípios da análise textual discursiva (MORAES, 2003, 2005) que se dá em três etapas: unitarização, categorização e comunicação. Na unitarização acontece a fragmentação dos textos em unidades de significado, que serão válidas quando afirmarem algo relacionado com a questão de pesquisa (MORAES, 2005). Essas unidades de significado são, posteriormente, organizadas segundo critérios semânticos originando assim categorias temáticas. As categorias não foram definidas *a priori*, mas emergiram a partir das informações do *corpus* de análise. Tais categorias são caracterizadas por Moraes (2003) como categorias emergentes, visto que estas, segundo o autor, não limitam o pesquisador a enxergar somente significados que se enquadram em categorias pré-determinadas. Após essa categorização são produzidos textos descritivos e interpretativos configurando a etapa de comunicação. A fase de descrição se estabelece com um processo de apresentação do conjunto de significados – em uma perspectiva próxima à realidade imediata do texto – em cada uma das categorias. As citações ao longo do "metatexto" favorecem ao leitor uma visão a respeito do discurso sobre a experimentação no qual se descreveu. No entanto, devido à natureza dessa investigação, e aos pressupostos da análise textual discursiva, a descrição é insuficiente para entender profundamente o discurso acerca das atividades experimentais; é a interpretação que favorece a superação do imediato, possibilitando a elaboração de significados a respeito do fenômeno estudado. As perspectivas teóricas que orientaram a interpretação foram o educar pela pesquisa (DEMO, 1996), a abordagem sociocultural (WERTSCH, DEL RIO, ALVAREZ, 1998) e a epistemologia da ciência contemporânea (BACHELARD, 1996; KUHN, 1975).

A seguir discutimos as diferentes categorias construídas, que foram: a crença na motivação; a dimensão epistemológica da experimentação no ensino; contexto dialógico; condições materiais: o alicerce no alternativo; conteúdos: para além do conceitual; conteúdos: mostrar a relevância do que se aprende.

A crença na motivação

Apesar da maioria dos professores acreditar nas atividades experimentais como um artefato motivador dos alunos, as pesquisas destacam que a experimentação não necessariamente desempenha esta função (HODSON, 1994). Contudo, uma das características presentes em parte dos artigos analisados foi a ênfase na observação durante o experimento como modo de despertar a curiosidade discente: “Os experimentos sugeridos acima, todos funcionando com a pilha de Mg/Cu e solução de HCl, oferecem uma variedade de efeitos de iluminação, movimento e som, que os tornam bastante atraentes para os alunos” (HIOKA *et al.*, 2000, p. 43). A afirmação dos autores pode suscitar nos leitores a interpretação de que os “efeitos de iluminação, movimento e som” é que tornam o experimento atraente, e não, propriamente, o fenômeno estudado. Tal compreensão poderia levar a uma valorização da “experiência primeira”, isto é, a observação colorida que geralmente desfavorece a interpretação dos fenômenos (BACHELARD, 1996). De outra parte, ao estimar pela motivação em sala de aula, o professor indica que o foco da sua atenção é o aluno (LABURU, 2005), justificando assim as características curiosas e atraentes nas atividades experimentais. Nessa direção, não nos contrapomos aos experimentos “coloridos”, todavia é preciso

transcender a intenção de fomentar a mera “curiosidade ingênua” em direção a uma “curiosidade crítica”.

Outros autores explicitaram uma compreensão semelhante acerca das atividades experimentais: “Com experimentos desse tipo é possível despertar o interesse e a motivação para a análise crítica dos resultados, compensando dificuldades freqüentemente citadas pelos alunos em relação ao aprendizado de química e reforçando conceitos importantes” (PALOSCHI; ZENI; RIVERO, 1998, p.36). Embora apontem para a atividade experimental como elemento de motivação, os autores não se restringem à idéia simplista de “show da ciência” para despertar a “curiosidade”, pois sinalizam para a análise crítica dos resultados e para a aprendizagem. Entretanto, o simples desenvolvimento de atividades experimentais não facilita obrigatoriamente a aprendizagem conceitual, aliás, às vezes, pode dificultá-la (HODSON, 1994) da mesma forma que outros tipos de atividades desenvolvidas pelo professor também podem contribuir pouco para a aprendizagem de conceitos.

Problematizar as atividades experimentais com o objetivo de motivar não significa negar tal possibilidade. Como destacam os autores de outro texto: “Essa metodologia foi empregada por professores do Ensino Médio, participantes do projeto Pró-Ciências Capes-Fapesp (2000), no ensino do tema polímeros, e gerou maior interesse e atenção por parte dos alunos...” (MARCONATO; FRANCHETTI, 2002, p.44). Nesse fragmento, e em outros citados, aparece tacitamente a voz do aluno de modo a fortalecer o argumento acerca da motivação. A capacidade de motivar os alunos se mostra como uma das características do experimento. Se o aluno aprova antecipadamente a sugestão de atividade experimental, isso se apresenta como qualidade intrínseca da proposta, desconsiderando-se, então, as possíveis implicações que podem emergir dos diferentes contextos em que se desenvolve o experimento. Analogamente outros autores discutem a rapidez do experimento e a sua relação com o interesse dos alunos:

As concentrações foram testadas de modo a permitir a observação dos fenômenos sem que os estudantes percam a atenção e o interesse com a sua demora. No caso do experimento com iodeto de potássio, por exemplo, poderia ser usada uma solução bem mais diluída, preparada de apenas um quarto (25 mL) do volume contido no frasco de xarope. Funciona muito bem, mas o tempo de reação aumenta também (TEÓFILO; BRAHTEN; RUBINGER, 2002, p.44).

De acordo com os autores, a rapidez é um critério importante porque, contrariamente, os alunos podem se desinteressar pela atividade experimental. Nesse caso, a voz dos estudantes, ainda que evocada de modo indireto pelos autores, aparece para reprovar os experimentos demorados, pois isso os desmotiva para a aprendizagem. Conseqüentemente, se justifica a relevância da rapidez dos experimentos. Por outro lado, as discussões atuais na literatura (TAPIA, 2003) sobre motivação e aprendizagem ressaltam a necessidade de repensar a intenção de “motivar para aprender”, pois talvez seja mais importante compreender que o sujeito precisa é “aprender para se sentir e manter-se motivado”. Nessas condições, aprendizagem e motivação são constituintes de um contexto mais amplo que o das atividades experimentais. A problematização inicial sobre o assunto estudado, o modo de trabalho (individual ou coletivo) em sala de aula, a autonomia e a avaliação, são exemplos de aspectos que não são exclusivos e nem obrigatoriamente inerentes às atividades experimentais, porém podem estar relacionados com a motivação dos estudantes. Cabe salientar ainda que mesmo nos casos em que os docentes têm como foco principal da sua atenção a aprendizagem dos alunos é possível a presença de aprendizes desmotivados, o que revela, em parte, a complexidade das relações entre motivação e o processo de ensino e aprendizagem.

Em síntese, parece que existe uma crença no potencial motivador das atividades experimentais, valorizando aspectos estéticos, como por exemplo, as cores e também a necessidade de rapidez no experimento. Ainda surgiu a possibilidade da motivação favorecer a análise dos resultados experimentais contribuindo para a aprendizagem conceitual, o que resulta em uma visão linear que precisa ser problematizada. Entendemos que, embora o desenvolvimento de atividades experimentais possa se relacionar com a motivação dos alunos, como destacam os autores, é necessário compreender a relação entre motivação e aprendizagem como constituinte de um contexto mais amplo que o das atividades experimentais. Prezar pela motivação dos alunos não é um demérito, no entanto, associar a motivação quase que exclusivamente à experimentação pode ser interpretado talvez como indício de que essa é raramente realizada na escola, pois muitas vezes os alunos não estão “motivados” porque aprendem por meio de experimentos, mas sim por estarem realizando algo que é muito diferente do que normalmente caracteriza a sala de aula de Química.

A dimensão epistemológica da experimentação no ensino

As orientações epistemológicas se apresentaram de forma tácita nas sugestões de experimentos e isto favoreceu a discussão de diferentes entendimentos sobre a natureza da ciência, contribuindo para compreender características importantes em uma atividade experimental no sentido de enriquecer as idéias dos estudantes, justamente acerca da natureza da ciência. Este é um aspecto relevante, pois a visão dos alunos a respeito da construção do conhecimento científico influencia na maneira como eles aprendem Ciências (LEACH, 1998).

Dessa forma, discutimos a idéia de demonstração experimental explicitada em parte dos artigos:

Utilizando soluções aquosas de ácido clorídrico e acético na concentração 0,1 mol/L e algumas gotas de extrato de repolho é possível demonstrar e discutir o conceito de força de ácido e bases. Como o ácido clorídrico é um ácido forte (aproximadamente 100% ionizado) e o ácido acético é um ácido fraco, a quantidade íons H^+ é maior na solução de ácido clorídrico. Assim, o meio que contém ácido clorídrico adquire uma cor vermelha mais intensa (MARCONATO; FRANCHETTI, 2001, p. 41).

Na reação de Landolt, uma solução de iodato de potássio é adicionada a uma solução acidificada de bissulfito de sódio contendo amido. Após certo tempo de reação, a mistura inicialmente incolor torna-se subitamente azul intensa.

[...]

Quando todo bissulfito é consumido, iodo acumula no sistema e a mistura muda subitamente de cor devido à formação de um complexo azul. Na presença de iodeto, a interação do amido leva a uma distribuição de complexos com espécies I_3^- e I_5^- [...]. Mas, isto não interfere no que os experimentos do tipo reação relógio pretendem demonstrar (TEÓFILO; BRAATHEN; RUBINGER, 2002, p.41).

As colocações dos autores, nas passagens citadas, podem suscitar nos leitores a interpretação de que demonstrar/comprovar/verificar conhecimentos teóricos/conceituais se constitui como um objetivo da atividade experimental. No entanto, a utilização de uma atividade experimental, a fim de “mostrar” que um conhecimento é verdadeiro, pode fomentar os participantes do experimento a se apropriarem de uma visão dogmática de Ciência (SILVA; ZANON, 2000), uma vez que valoriza a demonstração do conhecimento como maneira de justificar verdades e também aprecia os resultados obtidos no experimento como

previstos e óbvios (BORGES, 2004). Além disso, comprovar ou demonstrar uma teoria por meio da experimentação, mostra-se pouco coerente com a história da Ciência, de acordo, por exemplo, com uma epistemologia kuhniana (KUHN, 1975) para a qual a desarmonia dos dados empíricos com a teoria não implica conclusivamente no abandono desta, da mesma forma que a escolha entre teorias rivais não se dá apenas segundo critérios experimentais. Nesse sentido, o professor pode ensinar que as teorias não são plenamente determinadas pelos experimentos, mas podem se apoiar parcialmente em resultados experimentais (WELLINGTON, 1998).

Ainda a respeito de uma visão dogmática de Ciência é relevante salientar que a palavra demonstração se caracterizou, nos textos analisados, pela sua polissemia. A partir de uma perspectiva sociocultural, entendemos que existem tantas significações possíveis para uma palavra quanto contextos possíveis (BAKHTIN, 2004). Nessas condições, as atividades demonstrativas também foram interpretadas como aquelas em que o professor é o único responsável pela manipulação dos equipamentos e reagentes:

Fazer uma demonstração do experimento e na seqüência, deixar que os alunos realizem, em grupo, o seu próprio experimento, coleta de dados e cálculos. Antes de realizarem o experimento devem ser introduzidos: cálculos com gases, aspectos das leis de pressões parciais, frações em mol, solubilidade dos gases em água, como gerar gases e etc (SIMONI; TUBINO, 2002, p.47).

Portanto, fazer uma demonstração experimental não significa necessariamente “mostrar” uma teoria verdadeira, porque essa “demonstração” pode se caracterizar, por exemplo, pela problematização dos conhecimentos discentes explicitados nas atividades experimentais. Esse aspecto já contribui para que os alunos rompam com uma visão dogmática de Ciência em que se sobressai a comprovação de conhecimentos verdadeiros em detrimento da sua problematização.

Outra característica, apontada em parte pelos artigos, foi a relação explícita entre teoria, observação e experimentação, indicando um rompimento com o discurso empirista de Ciência, como se vê:

A geometria molecular, a polaridade da ligação covalente e das moléculas e as forças intermoleculares podem ser apresentadas aos alunos de maneira mais significativa, para justificar os fenômenos macroscópicos observados (DAZZANI *et al.*, 2003, p.44).

Esse entendimento reforça o argumento a respeito da necessidade dos alunos dialogarem com os conhecimentos da Ciência para poderem observar e interpretar os fenômenos em um experimento, isto é, a observação não é neutra. Como ressalta Wellington (1998), os estudantes precisam aprender que os processos da Ciência – como a observação, classificação, previsão, etc – não se desvencilham de seu conteúdo teórico. Portanto, é preciso aprender a observar, e os experimentos em sala de aula podem ser planejados de modo a favorecer a explicitação dos conhecimentos de quem observa (GONÇALVES; GALIAZZI, 2004). Apreciar esta compreensão das atividades experimentais significa sinalizar para a superação da dicotomia entre teoria e prática/experimentação.

O trabalho do cientista também foi tomado como uma característica possível de ser vinculada à atividade experimental:

Opção 1: O professor que deseja evidenciar como se trabalha em ciências.

O professor deve levar para a aula a água na garrafa 1 já com fenolftaleína e amônia gasosa na garrafa 2. Iniciar com uma introdução de como o cientista elabora e controla os seus experimentos, como observa e anota os dados experimentais. A seguir realizar a demonstração, alertando os alunos para anotarem tudo que julgarem interessante. Após a demonstração os alunos podem ser agrupados para discutir os dados formulando hipóteses e sugerindo procedimentos que possam ser testados por eles mesmos (SIMONI; TUBINO, 2002, p.46-47).

Tomar como referência exclusiva o trabalho dos cientistas para a organização das atividades experimentais escolares tem sido uma das críticas na literatura (IZQUIERDO; SANMARTÍ; ESPINET, 1999). Além do mais, utilizar os experimentos para evidenciar como o pesquisador trabalha, pode fomentar a apropriação de uma visão reducionista da atividade científica, pois a experimentação pode ser apenas uma das tarefas desses profissionais, embora, muitas vezes, os cientistas se caracterizem realmente como teóricos e/ou experimentais. Entretanto, mesmo para os pesquisadores experimentais, parece pouco coerente dizer que o seu trabalho se resume ao laboratório. Apesar disso, entendemos que as atividades experimentais podem favorecer a aprendizagem sobre a natureza da ciência, como incentiva a sugestão desses autores ao ressaltarem que “os alunos podem ser agrupados para discutir”. Nesse sentido, a proposta contribui para explicitar que os cientistas são membros de comunidades, isto é, valoriza o caráter social da Ciência. Assim, os alunos aprendem a compreender a Ciência como uma atividade humana e social (KUHN, 1975).

A partir do exposto nesta categoria, parece-nos que as atividades experimentais precisam contribuir para problematizar entendimentos sobre a natureza da ciência, tais como a experimentação com a finalidade de mostrar uma teoria verdadeira e o modo de trabalhar em Ciências, reduzido à experimentação. Por outro lado, experimentos caracterizados pela relação intrínseca entre observação e teoria, e que incentivam a apropriação de uma visão de Ciência que valoriza o caráter social da produção do conhecimento científico, como apareceu nas propostas de atividades experimentais nos artigos analisados, explicitam transformações positivas no discurso acerca da experimentação na área de ensino de Química. Acreditamos que essas características ao serem agregadas às atividades experimentais podem enriquecer, sem com isso negar as diferentes leituras que os textos suscitam, o conhecimento dos participantes em sala de aula a respeito da natureza da ciência.

Contexto dialógico

Entender as atividades experimentais em uma perspectiva dialógica representa discutí-la como constituinte de um movimento que valoriza o questionamento reconstrutivo, a construção de argumentos e comunicação destes argumentos, sendo esse processo permeado pelo diálogo oral e escrito (GALIAZZI, 2003). Assim, o questionamento, por exemplo, se apresentou de várias maneiras nos textos analisados, e uma delas foi como orientador do experimento:

Ao se cozinhar um alimento há perda de vitamina C? Existe diferença na quantidade de vitamina C quando uma fruta está verde ou madura?
Estas e outras perguntas do tipo poderão ser facilmente respondidas realizando-se a experiência descrita abaixo (SILVA; FERREIRA; SILVA, 1995, p.31).

Como o conhecimento construído na Ciência tem origem em um questionamento (BACHELARD, 1996), entendemos que a educação em Ciências também pode incluir essa característica no planejamento de atividades experimentais desde que ela, preferencialmente,

transcenda a intenção de demonstrar um conhecimento “verdadeiro” através da experimentação. Por outro lado, problematizar no sentido de um questionamento reconstrutivo, isto é, aquele que parte dos conhecimentos que o sujeito possui, é um modo de colaborar para a superação do entendimento de que a experimentação em sala de aula tem um fim em si mesma. Desse modo, problematizar o conhecimento explicitado pelo aluno contribui para a sua aprendizagem, pois sabemos que se aprende a partir daquilo que se sabe. E apesar de acreditarmos que o processo de construção do conhecimento é favorecido por uma indagação, salientamos que esse não se reduz à dimensão experimental.

As previsões constituíram outra maneira de caracterizar o questionamento, sendo inclusive propostas como um dos possíveis objetivos das atividades experimentais:

O professor que deseja evidenciar a previsão de resultados experimentais a partir de informações conhecidas.

Inicialmente, o professor pode dar informações sobre solubilidade de gases em líquidos, pode falar do conceito de ácido-base, do equilíbrio químico e da ação dos indicadores crômicos. Antes da execução do experimento, o professor deve fazer questões para que os alunos façam previsões (SIMONI; TUBINO, 2002, p.47).

É importante que a previsão dos resultados seja de um fenômeno conhecido pelos alunos (WELLS, 1998), pois evita a necessidade de “dar informações”, conforme destacaram os autores. Além disso, a previsão parece importante no processo de explicitação do conhecimento do grupo, favorecendo que o professor reconheça os conhecimentos iniciais dos alunos acerca do tema estudado (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004). Desde que a experimentação não se limite a confirmar as verdades da Ciência por meio das previsões, esse é um procedimento que pode romper com uma visão dogmática do processo de construção do conhecimento científico. As hipóteses ainda se constituem em um artefato cultural para articular as teorias, observações e experimento, condicionando os dados a serem obtidos e influenciando nas explicações dos resultados (PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002), o que reforça a superação da neutralidade como uma característica do fazer científico.

O questionamento também se caracterizou como modo de propiciar a explicação ou justificativas dos fenômenos. São aquelas questões sugeridas ao final do experimento, como mostra a descrição a seguir: “2) Depois de separado o extrato das folhas observa-se a presença de duas fases. Qual é o solvente da fase inferior? Por que esta fase apresenta coloração verde mais intensa que a fase superior?” (OLIVEIRA; SIMONELLI; MARQUES, 1998, p.38). Quando esse se configura como o único lugar ocupado por uma pergunta no experimento, desconsidera-se que a problematização é orientadora da atividade experimental. Questionar apenas para explicar o fenômeno ocorrido, reduz as possibilidades de indagação do conhecimento. Admitindo que o conhecimento avança com a problematização, parece importante a presença do questionamento nos diferentes momentos de uma atividade experimental, além de ser um modo de contribuir para a explicitação do conhecimento dos alunos nos distintos instantes da aula e não exclusivamente no seu início. Cumpre notar que questões apresentadas ao final do experimento podem auxiliar a perceber as aprendizagens dos estudantes acerca do assunto, como sugere um artigo sobre a determinação do álcool na gasolina:

3) Hoje em dia, é muito comum ouvirmos falar sobre a gasolina adulterada. Essa adulteração é geralmente feita por solventes orgânicos. Analise se o processo por extração com água, usado no experimento, também é adequado para se verificar a presença desses solventes na gasolina e quantificá-los (DAZZANI *et al.*, 2003, p.45).

Parece ser de consentimento geral que é essencial o aluno enriquecer o seu conhecimento depois da participação em uma atividade experimental, e isso não significa apostar em uma substituição de suas idéias iniciais a respeito do fenômeno estudado pelos conhecimentos aceitos cientificamente. A própria literatura aponta que nem sempre o aluno muda o seu entendimento sobre um fenômeno, ou que esse processo de apropriação de um discurso novo não ocorre imediatamente (MORTIMER, 1996). A partir disso, entendemos a aprendizagem em Ciências no sentido de “enculturação”, isto é, o ingresso em uma nova cultura, diferente daquela de senso comum (DRIVER *et al.*, 1999).

A dimensão investigativa também foi destacada como decorrente da atividade experimental, isto é, como um “problema novo” acerca do tema estudado na atividade: “Pesquise as propriedades dos carbonatos de cálcio e proponha um método para a eliminação dessas crostas” (MÓL; BARBOSA; SILVA, 1995, p.33). Nesse caso, os autores parecem estender a possibilidade de diálogo para a interlocução teórica como modo de favorecer a construção de argumentos fundamentados. A leitura é um dos artefatos culturais importantes por trazer para a discussão interlocutores teóricos, dilatando, portanto, o entendimento de diálogo que comumente se restringe a uma discussão oral, muitas vezes centrada na voz do professor que assim se configura como detentor exclusivo de um conhecimento definitivo. Além do mais, essa característica parece transcender o entendimento da experimentação como a extremidade final do estudo de um conteúdo, em que essa possui a função única de verificação das teorias.

Dentro desse contexto dialógico, outros autores apontam para o trabalho em grupo:

Em sala de aula, também pode ser realizado um debate sobre o tema “O que fazer com os produtos de PVC usados?” Nesse debate os alunos podem ser divididos em grupos que discutam as vantagens e desvantagens dos diferentes destinos para o plástico: incineração, aterro, lixão, lavagem e reutilização, moagem, fusão e moldagem (MARCONATO; FRANCHETTI, 2001, p. 41).

Entendemos a importância do trabalho em grupo, à medida que contribui para refletir o caráter social da Ciência e para a socialização dos alunos (REIGOSA, JIMÉNEZ, 2000). A função socializadora do trabalho em equipe pode auxiliar na melhoria das habilidades sociais, como por exemplo, a concordância sobre um assunto entre diferentes sujeitos sustentada no diálogo e na comunicação. Dessa forma, os alunos aprendem a conciliar suas intenções e necessidades com as dos demais integrantes e com aquelas do próprio grupo. Outra possível função do trabalho em grupo é favorecer a interação entre os pares em sala de aula, o que para a abordagem sociocultural significa apostar na aprendizagem dos alunos, pois esta, embora não se reduza à dimensão social, está intrinsecamente alicerçada na interação entre os sujeitos. Por esses motivos, apostamos no trabalho em equipe como conteúdo de aprendizagem, da mesma forma que nos demais componentes tácitos nesse tipo de atividade, como: o diálogo, a autonomia coletiva, a co-responsabilidade e o respeito à opinião do Outro.

A comunicação dos resultados experimentais foi mais uma característica ressaltada: “Este estudo poderá ser também objeto de pesquisa a ser realizada pelos alunos, sendo seus resultados apresentados e discutidos em sala de aula e/ou exposições de ciências” (SILVA; FERREIRA; SILVA, 1995, p.31). Vemos a comunicação como um momento para compartilhar novos conhecimentos, pois essa ocasião envolve o par “locutor-ouvinte”. No entendimento bakhtiniano, é a comunicação verbal que possibilita à palavra sua significação, pois essa existe enquanto ponte entre interlocutores (BAKHTIN, 2004). Em outros termos, a

significação da palavra é um processo de compreensão ativa e responsiva; não pertence nem somente ao locutor, nem somente ao ouvinte. Nesse movimento está implícito o diálogo, a crítica, a contra-argumentação. Hodson (1998) destaca que esse momento pode refletir a autêntica prática científica, além de possibilitar que os estudantes pratiquem a linguagem da Ciência e se estabeleçam como uma “comunidade de aprendizagem”.

Parece-nos importante inserir as atividades experimentais em um movimento caracterizado pelo questionamento reconstrutivo, construção de argumentos e comunicação destes argumentos. Para isso, o questionamento, ponto de partida de um experimento, pode ser apresentado como um problema, ou ainda como modo de favorecer uma previsão, explicação, justificativa e perceber a aprendizagem dos alunos. Entendemos que ao investir nessas diferentes dimensões do questionamento se está propiciando a explicitação do conhecimento dos alunos e o diálogo. Entretanto, esse diálogo não precisa ser restrito aos participantes da aula, o que significa a possibilidade de interagir com interlocutores teóricos em um processo de construção de argumentos fundamentados. À luz da abordagem sociocultural, a construção de argumentos pode ser favorecida ainda pelo trabalho em grupo. Nessa mesma perspectiva torna-se ainda mais relevante a comunicação dos resultados experimentais e dos argumentos construídos na atividade.

Condições materiais: o alicerce no alternativo.

Durante a pesquisa percebemos que uma discussão pedagógica das atividades experimentais não se contrapõe à problematização dos aspectos infra-estruturais e outros a eles vinculados. Uma das características das sugestões de experimentos analisados, devido aos objetivos da seção “Experimentação no Ensino de Química”, é a utilização de materiais e reagentes de baixo custo e facilmente encontráveis. Assim, as atividades com materiais alternativos são apontadas como possibilidade de superar as dificuldades infra-estruturais presentes na maioria das escolas:

Há alguns anos publicamos um artigo que descrevia um experimento para a determinação dos parâmetros de uma cela unitária [...], aplicável aos cursos de química de nível superior. Percebemos que muitos professores do ensino médio barravam em duas dificuldades: a balança de precisão e a compra e uso de tolueno. Assim, procuramos fazer algumas modificações tornando o experimento de menor custo e exequível em condições simples (SIMONI; TUBINO, 1999, p.41).

Esse argumento dos autores parece se apoiar na voz dos professores que frequentemente justificam o não desenvolvimento de atividades experimentais devido à falta de equipamentos e reagentes. Isso pode reforçar a idéia que o autor ao produzir o texto, o faz tendo em vista o seu principal destinatário (BAKHTIN, 2003). Compartilhamos da compreensão de que este tipo de experimento favorece a superação das dificuldades materiais, mas há outras justificativas para a inclusão destas características na organização de um experimento, como por exemplo, a possibilidade de romper com um estereótipo de laboratório para o ensino de Ciências e de contribuir para desenvolver a criatividade. Uma finalidade que apareceu para os experimentos com materiais alternativos, para além da superação das dificuldades materiais, foi a possibilidade deles se aproximarem do cotidiano dos alunos:

Por fim, mesmo quando dispõe-se de um laboratório bem equipado com todos os reagentes necessários para a realização da reação relógio de Landolt ou suas variações tradicionais, os experimentos com materiais alternativos têm o seu valor. A utilização de tabletes de vitamina

C, xarope expectorante, amido de milho, enfim materiais que estão presentes no cotidiano dos alunos, pode tornar a aula mais interessante. Além disto, os alunos aprendem que a Química extrapola as paredes do laboratório e está presente em suas casas e outros setores da sociedade (TEÓFILO; BRAATHEN; RUBINGER, 2002, p.44).

Nesse entendimento, os materiais alternativos se apresentam como supostamente comuns no dia-a-dia dos estudantes mostrando que a Química faz parte do cotidiano. Na descrição acima, os materiais alternativos parecem ser utilizados ainda com a intenção de motivar, pois, como salientam os autores, isso pode tornar a aula mais interessante. De outra parte, os autores parecem se apoiar na voz dos alunos para reforçarem o argumento da importância de usar materiais do dia-a-dia nos experimentos.

Na perspectiva das atividades experimentais com materiais alternativos, parte dos textos salienta os devidos cuidados na manipulação de reagentes:

O hidróxido de sódio, que é corrosivo, pode causar queimaduras. Em caso de algum contato com a pele, olhos, etc., lave com água corrente e em grande quantidade, durante 10 minutos. No caso de contato com a pele, após lavar com água abundante, passe um pouco de vinagre, ou mesmo suco de limão. Recomendamos o uso de luvas de borracha e óculos de segurança ao gerar o gás amônia. Se o lugar não possuir sistema de exaustão, como uma capela, por exemplo, realize o experimento em local aberto e ventilado. Para descartar o resíduo da garrafa 3, adicionar algumas gotas de solução de fenolftaleína e neutralize-o pela lenta adição de vinagre, dilua-o com água e descarte-o (SIMONI; TUBINO, 2002, p.46).

Esses aspectos realçam o entendimento de que a utilização de materiais e reagentes facilmente encontráveis não atende, necessariamente, o critério de segurança nas atividades experimentais. Assim, destacamos a importância dessa preocupação dos autores que reconhecem as limitações do desenvolvimento do experimento para além das condições materiais. A segurança é um critério essencial para o desenvolvimento de atividades experimentais, pois estas não podem colocar em risco a integridade física dos alunos; argumento que se sustenta no Estatuto da Criança e do Adolescente e nas orientações curriculares oficiais. As simulações computacionais, certamente, podem exercer a função de inviolabilidade da integridade física dos alunos. Não obstante, respeito disso há um silêncio nos textos analisados, o que pode ser justificado, parcialmente, pelos propósitos da seção “Experimentação no Ensino de Química” que divulga experimentos passíveis de realização em qualquer escola. Infelizmente a informática é um recurso ausente em muitas instituições de ensino fundamental e médio, o que enaltece o propósito da referida seção e o esforço dos autores.

A descrição anterior aponta, ao mesmo tempo, para outra dimensão relevante: o descarte de resíduos. Antes de desenvolver um experimento o professor precisa ter em vista o destino dos resíduos ou evitar a sua geração. A questão dos resíduos tem sido tratada de forma crítica, ainda que não especificamente na educação, por um enfoque mais conhecido como Química Verde e que mostra a preocupação de parte da comunidade química com a situação atual. Desenvolver atividades em sala de aula que explicitem e que estejam vinculadas a atitudes responsáveis relativas à geração e tratamento de resíduos pode contribuir para superar a visão das atividades poluentes como intrinsecamente associadas à Química que, por sua vez, fazem parte de um contexto mais amplo, incluindo principalmente aspectos sociais, econômicos e políticos. Novamente as simulações computacionais podem ser uma alternativa, quando não se consegue evitar ou tratar os resíduos.

Portanto, as atividades experimentais organizadas com materiais de baixo custo e de fácil aquisição podem contribuir para a sua inserção no ambiente escolar. Entretanto, como ficou evidenciado na análise dos textos, há uma tendência de se atribuir outras finalidades para experimentos realizados com estes materiais como, por exemplo, mostrar que a Química faz parte do cotidiano dos estudantes. Também foi explicitada a atenção ao respeito à integridade física dos alunos independentemente das condições materiais. Tal característica, juntamente com a atenção aos possíveis resíduos gerados, quando não evitados, se constituem em qualidades que precedem qualquer planejamento. De outra parte, compreendemos que o locutor-autor quer provocar uma transformação no entendimento que o seu interlocutor-leitor tem relativamente à experimentação. Ou seja, o autor argumenta acerca da possibilidade de desenvolver atividades experimentais, sem a presença de um laboratório estereotipado. Além disso, os autores partem do conhecimento inicial dos professores sobre experimentação – a falta de materiais e reagentes como motivo para o não desenvolvimento de atividades experimentais – para transformar o discurso vigente.

Conteúdos: para além do conceitual.

De acordo com as orientações da seção “Experimentação no Ensino de Química”, uma das características das propostas analisadas é a possibilidade destas favorecerem a aprendizagem de conteúdos conceituais. Contudo, foi possível apontar para a presença de outros tipos de conteúdos/conhecimentos nos textos, como por exemplo, o factual, o procedimental e o atitudinal, ainda que de forma tácita.

Um exemplo de conteúdo factual que apareceu entre os textos, fez referência aos códigos e aos símbolos da Química, como destaca uma proposta de atividade experimental com o objetivo de: “Familiarizar os alunos com os diferentes materiais plásticos e códigos de reciclagem” (FRANCHETTI; MARCONATO, 2003, p.44). Um fato pode ser entendido como uma informação que declara algo acerca do mundo (POZO, 2003). Aprender conhecimentos factuais significa reproduzir quase que fielmente estes conhecimentos; compreensão mais flexível nos casos em que os conhecimentos se referem a acontecimentos. Esta característica reprodutiva da aprendizagem factual valoriza a repetição como processo mais importante, o que é insuficiente para aprender conceitos. Aliás, como dissemos, as propostas experimentais analisadas se caracterizaram pela abordagem conceitual:

A identificação do etanol na gasolina (Parte 1) e o estudo da interação entre as moléculas de água, etanol, e os hidrocarbonetos presentes na gasolina permitem abordar conceitos de solubilidade e densidade explorando as características das moléculas envolvidas para explicar os fenômenos observados (DAZZANI *et al.*, 2003, p.44).

O processo de compreensão necessário para aprender conceitos é mais complexo do que a repetição utilizada na aprendizagem de fatos. Reproduzir um conceito não significa aprendê-lo, pois a aprendizagem conceitual parece ser caracterizada por diferentes níveis de apropriação de um significado. Portanto, o foco não está na quantidade do que o aluno compreende ou não, mas como compreende (POZO, 2003). Nessas condições, a aprendizagem de conceitos não tem sido um objetivo facilmente atingido por meio das atividades experimentais (HODSON, 1994). Entretanto, continua-se acreditando na relevância da dimensão empírica para a apropriação de conceitos (LOPES, 2002), o que corrobora com a idéia de problematizar o modo de desenvolver os experimentos para favorecer efetivamente a aprendizagem de conceitos.

Em outro artigo, propôs-se a montagem experimental como um dos possíveis objetivos do experimento:

O professor deseja evidenciar a montagem experimental
Começar mostrando uma aparelhagem experimental com materiais de um laboratório convencional de Química. Em seguida, apresentar os vários materiais disponíveis aos alunos: as garrafas, as canetas, a cola, etc. Como se trata de uma estratégia a ser desenvolvida pelos estudantes, é preciso deixar que eles façam as suas montagens, mesmo que errem, desde que isso não envolva riscos (SIMONI; TUBINO, 2002, p.47).

Montar experimentos pode ser considerado um conhecimento procedimental, pois, de modo geral, é uma ação ou conjunto de ações ordenadas com um objetivo, como por exemplo: calcular, observar, classificar, inferir, ler, etc., apesar de a aprendizagem de cada um desses conteúdos possuir características específicas (ZABALA, 1998). Considerar a montagem experimental como um dos objetivos das atividades experimentais pode suscitar críticas quando a intenção for ensinar técnicas de laboratório com a meta de formar jovens cientistas. Porém, parece-nos que esta não é a finalidade da proposta acima; ao invés disso, fomenta a criatividade dos estudantes com a utilização de materiais alternativos. Geralmente, os aprendizes não reconhecem que utilizam com frequência os conteúdos procedimentais (SÉRE, 2002), por isso defendemos a sua explicitação pelos professores durante a realização dos experimentos, assim como se faz amiúde com os conteúdos conceituais. Além disso, é preciso entender que os conteúdos procedimentais não são necessariamente manipulativos e nem precisam ser aprendidos restritamente através de atividades experimentais. Entre os conteúdos procedimentais não manipulativos pode se destacar o planejamento das atividades experimentais, a organização e análise dos dados (INSAUSTI; MERINO, 2000).

A aprendizagem de atitudes, aparentemente menos expressiva nos artigos, foi destacada como marca de uma atividade: “[...] os alunos passam a prestar mais atenção ao uso dos plásticos, em geral, ao seu descarte e à preservação do meio ambiente” (FRANCHETTI; MARCONATO, 2003, p.44). Entendemos que uma determinada abordagem do professor em uma atividade experimental pode contribuir para a problematização do uso dos plásticos, mas a aprendizagem de atitudes também é um processo lento (POZO, 2003). Nessas condições, faz pouco sentido organizar uma atividade específica para ensinar uma determinada atitude, o que não é o caso da proposta no texto discutido, pois a atitude precisa ser ensinada de forma contínua no currículo escolar, superando a dimensão disciplinar. De outra parte, o próprio tema ambiental discutido no experimento é abrangente demais para se reduzir a um tratamento disciplinar. Aparentemente, é importante um consenso entre os professores das diferentes áreas do currículo para ensinar atitudes, porque é este consenso que determina quais atitudes deverão permear as atividades em sala de aula, bem como aquelas que os professores precisam assumir em sua prática social.

Em síntese, as atividades experimentais podem favorecer a abordagem dos diferentes tipos de conteúdo sem se constituírem, obrigatoriamente, no melhor modo de ensiná-los e aprendê-los. Dessa maneira, os conhecimentos factuais podem permear os experimentos juntamente com outros tipos de conteúdo, como por exemplo, os conceituais, que foram aqueles apresentados de forma mais explícita nos artigos. Entendemos que esta característica das propostas de experimentos pode estar associada com o discurso da maioria dos professores que freqüentemente apreciam os conceitos em detrimento de outros conteúdos. Além disso, realçamos que as atividades experimentais não precisam ser compreendidas como atividades facilitadoras da aprendizagem conceitual, mas sim como um dos elementos desse processo. Outro aspecto que consideramos importante é o desenvolvimento de conteúdos procedimentais, transcendendo as dimensões manipulativas em direção a procedimentos de caráter mais cognitivo e investigativo. Os experimentos ainda podem contribuir para ensinar

conteúdos atitudinais, porém o professor precisa compreender que esses conteúdos se diferenciam dos demais pela sua generalidade.

Conteúdos: mostrar a relevância do que se aprende.

Uma das características dos textos analisados consistiu na associação do conteúdo disciplinar com algum assunto socialmente relevante. Esta qualidade das propostas de atividades experimentais contribui para problematizar a perspectiva conteudista, orientadora, mais do que desejável nos dias de hoje, de muitas aulas de Química. Assim, destaca-se, por exemplo, uma sugestão de experimento para identificar íons cálcio e ferro no leite:

A idéia central desse artigo é propor uma aula experimental baseada em leite enriquecido que permita o professor abordar, em um primeiro momento, a relação deste alimento, presente no cotidiano dos alunos com o combate à desnutrição e à deficiência de íons ferro. Em seguida, utilizar as reações derivadas da verificação qualitativa dos íons ferro e cálcio no leite como um meio para introduzir conceitos químicos como, por exemplo, reações químicas, solubilidade, acidez, basicidade e equilíbrio químico (GONÇALVES; ANTUNES; ANTUNES, 2001, p.43).

Os autores, no resumo do artigo, parecem apontar para uma relação entre o conteúdo disciplinar e um problema social, como a desnutrição e a deficiência de íon ferro no organismo. Dessa forma, a experimentação pode favorecer a compreensão de um problema do entorno social. Entendemos que partir do contexto dos alunos, ou mediante uma “abordagem de temas”, é importante para propiciar um processo dialógico em sala de aula, pois, ao contrário dos conceitos e teorias científicas que são, a princípio, dominados apenas pelo professor, os temas que supostamente se aproximam do contexto dos estudantes são “conhecimentos” compartilhados, de certo modo, por ambos, professor e alunos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). Outros autores parecem avançar na relação entre conhecimento científico e o dia-a-dia dos alunos:

Os sabões e detergentes fazem parte do cotidiano das pessoas. A compreensão, ainda que sucinta, de seu mecanismo de ação é relevante para o entendimento de fatores do dia-a-dia, como o porquê de não se usar água do mar junto com detergentes comuns para a lavagem de louças e roupas. Questões referentes ao meio ambiente também podem ser abordadas, como a poluição causada por detergentes não-biodegradáveis (BITTENCOURT FILHA; COSTA; BIZZO, 1999, p.44).

Nesse caso, o estudo dos conhecimentos científicos se justifica pela sua relevância para a compreensão de algum aspecto do “dia-a-dia”, isto é, eles não têm um fim em si mesmos. Assim, o contexto pode ser o ponto de partida para a seleção dos conteúdos. Apostar nisso, difere do denominado ensino do cotidiano que se reduz a uma aplicação dos conteúdos para esconder a abstração de um ensino de conceitos, desconsiderando os aspectos sociais (SANTOS; MORTIMER, 2000).

Ainda nessa direção, encontramos outra sugestão de experimento sobre a identificação do teor de álcool na gasolina:

A falta ou excesso de etanol em relação aos limites estabelecidos pela ANP compromete a qualidade do produto que chega aos consumidores brasileiros. Assim, avaliar a composição da gasolina, verificando se o teor de álcool está adequado, é uma atitude muito importante (DAZZANI *et al.*, 2003, p.42).

Na voz dos autores, a contextualização parece ser um meio de desenvolver atitudes e valores. A proposta sugere apreciar o poder de influência que os alunos podem ter e de que modo podem participar na sociedade, discutindo questões referentes à Ciência e Tecnologia. Investir nessas atitudes e valores, combinadas com um compromisso social, significa problematizar os valores de ordem puramente econômica que, em geral, buscam se sobrepor aos demais. Em outro momento do texto, fomenta-se a prática de uma atividade interdisciplinar: “A obtenção da curva analítica de calibração pode ser transformada em uma atividade interdisciplinar, a ser explorada juntamente com o professor de Matemática” (DAZZANI *et al.*, 2003, p.43). A vinculação entre contextualização e interdisciplinaridade é um dos princípios caracterizadores das novas orientações curriculares propostas nos documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais. Entendemos que essa junção pode favorecer a compreensão de um fenômeno ou problema por meio do conhecimento de disciplinas distintas, ou seja, o contexto tratado em cada disciplina.

Portanto, compreendemos que os conteúdos nas atividades experimentais não têm um fim em si mesmos. Desse modo, os conhecimentos científicos podem colaborar, por exemplo, para a compreensão de um problema social ou, ainda, o desenvolvimento de atitudes e valores, podendo esses processos ser mediados por práticas interdisciplinares. Ao incentivar a inserção destas características nas atividades experimentais, os autores estão problematizando a perspectiva conteudista, cuja presença na prática pedagógica dos professores de Química, principais destinatários dos artigos divulgados na revista, não é novidade.

À guisa de síntese

Entendemos que é necessário problematizar os discursos que reduzem a presença da motivação em sala de aula ao desenvolvimento de atividades experimentais. Ao prezar pela motivação dos alunos, o professor tem que compreendê-la como parte de um contexto mais amplo, ainda que a experimentação possa estar a ela relacionada. Analogamente é preciso refletir acerca dos entendimentos sobre a natureza epistemológica da experimentação de tal modo que a realização de atividades experimentais contribua para enriquecer o conhecimento discente a respeito do papel da experimentação na produção do conhecimento científico.

A partir da análise dos dados, destacamos também a importância de inserir as atividades experimentais em um contexto dialógico que inclui, por exemplo, a presença do questionamento reconstrutivo, da construção de argumentos e comunicação destes argumentos. Valorizar estas características significa apostar na explicitação do conhecimento discente e no diálogo oral e escrito. É igualmente importante refletir sobre as condições materiais para a realização de experimentos, e, em especial, acerca da utilização de materiais e reagentes de baixo custo e de fácil aquisição. Porém, a atenção ao respeito à integridade física dos alunos, bem como aos possíveis resíduos gerados, parecem ser condições essenciais para o desenvolvimento de atividades experimentais. Quanto aos conteúdos, compreendemos primeiramente que estes não têm um fim em si mesmos, por isso nos parece que é de suma relevância no processo de ensino e aprendizagem mostrar aos estudantes a relevância do que está sendo aprendido. De outra parte, os conteúdos ensinados não precisam se limitar à dimensão conceitual, mas podem incluir, por exemplo, procedimentos e atitudes. Além do mais, é relevante destacar que sinalizar para essas características não representa uma tentativa de demarcar uma metodologia de ensino única para as atividades experimentais, tampouco representa a intenção de elaborar uma “mera” prescrição de como realizar experimentos. Entretanto, reiteramos que a pesquisa apresentada teve como objetivo problematizar a

experimentação na formação de professores de Química, bem como repensar as características metodológicas das atividades experimentais, sinalizando possibilidades para o desenvolvimento de experimentos.

Acreditamos que as características dos discursos que orientam os artigos da seção “Experimentação no Ensino de Química” explicitam uma diversidade de idéias acerca da experimentação e parecem não ser consensuais entre os teóricos que escrevem sobre o tema. Entendemos que, a partir das contribuições desta pesquisa, os professores possam ler os textos de experimentação de forma a perceberem que neles estão implícitas características para as atividades experimentais, mesmo que isso possa não ter sido um dos objetivos dos autores no momento de sua elaboração.

Portanto, a interlocução dos professores da educação básica ou dos próprios professores formadores com os textos de periódicos em educação em Ciências é um aspecto importante, principalmente se forem artigos como aqueles divulgados na Química Nova na Escola, ou mesmo de outros periódicos reconhecidamente importantes que discutem inclusive o ensino das ciências vizinhas à Química. Defendemos que o uso de periódicos, como a Química Nova na Escola, pelos professores da educação básica e nas Licenciaturas em Ciências Naturais, é um modo de reduzir a hegemonia dos livros didáticos na educação em Ciência e do livro texto na formação de professores. No caso dos cursos de formação inicial de professores de Química, isso poderia favorecer uma prática de ensino dos professores das disciplinas de conteúdo específico da Licenciatura, de acordo com as discussões contemporâneas em educação em Ciências. Por outro lado, o contato com o conhecimento divulgado na literatura acerca da experimentação é uma oportunidade para os licenciandos se apropriarem de um discurso fundamentado sobre a natureza pedagógica das atividades experimentais.

Referências

- BACHELARD, G *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BAKHTIN, M *Estética da Criação Verbal*. Trad. Paulo Bezerra. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- _____. *Marxismo e Filosofia da Linguagem: problemas fundamentais do método sociológico da ciência da linguagem*. 11 ed. Trad. Michel Laud e Yara Frateschi Vieira. São Paulo: Hucitec, 2004.
- BEJARANO, N. R B.; CARVALHO, A. M. P. A educação química no Brasil: uma visão através das pesquisas e publicações da área. *Educación Química*, v.11, n.1, 2000. p.160-167.
- BITTENCOURT FILHA, A. M. B.; COSTA, V. G.; BIZZO, H. R. Avaliação da qualidade de detergentes a partir do volume de espuma formado. *Química Nova na Escola*, n.9, 1999. p.43-45.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.21, edição especial, 2004.p.9-30.
- BORGES, R. M. R. *Em debate: cientificidade e educação em ciências*. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.
- CATANI, D. B.; BASTOS, M. H. C (Org.). *Educação em Revista: imprensa periódica e história da educação*. São Paulo: Escritura, 1997.

- DAZZANI, M., *et al.* Explorando a Química na determinação do teor de álcool na gasolina. *Química Nova na Escola*, n.17, 2003. p.42-44.
- DE JONG, O. Los experimentos que plantean problemas en las aulas de Química: dilemas y soluciones. *Enseñanza de las Ciencias*, v.16, n.2, 1998. p.305-314.
- DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.
- DEMO, P. *Pesquisa e construção do conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1996.
- DRIVER, *et al.* Construindo conhecimento científico em sala de aula. *Química Nova na Escola*, n.9, 1999. p.31-39.
- FRANCHETTI, S. M. M.; MARCONATO, J. C. A importância da propriedade física dos polímeros na reciclagem. *Química Nova na Escola*, n.18, 2003. p.42-45.
- GALIAZZI, M. C. *Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de Ciências*. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.
- GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura em Química. *Química Nova*, v.27, n.2, 2004. p.326-331.
- GIOPPO, C.; SCHEFFER, E.W.O; NEVES, M.C.D. O ensino experimental na escola fundamental: uma reflexão de caso no Paraná. *Educar*, n.14, 1998. p.39-57.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. *Química Nova da Escola*, n.10, 1999. p.43-49.
- GONÇALVES, F. P.; GALIAZZI, M. C. A natureza das atividades experimentais no ensino de Ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de Licenciatura. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. *Educação em Ciências: produção de currículo e formação de professores*. Ijuí: UNIJUÍ, 2004. p.237-252.
- GONÇALVES, J. M.; ANTUNES, K. C. L; ANTUNES, A. Determinação qualitativa de íons cálcio e ferro em leite enriquecido. *Química Nova na Escola*, n.14, 2001. p.43-45.
- GOUGH, N. 'If this were played upon a stage...': school laboratory work as a theatre of representation. In: WELLINGTON, J. *Practical Work in school science: which way now?* London: Routledge, 1998. p.69-89.
- HANSON, N. R. Observação e interpretação. In: NAGEL, Ernest; MORGENBESSER, Sidney (Org.). *Filosofia da Ciência*. São Paulo: Cultrix, 1975. p.127-138.
- HIOKA, N. *et al.* Pilhas de Cu/Mg construídas com materiais de fácil obtenção. *Química Nova na Escola*, n.11, 2000. p.40-44.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, v.12, n.3, 1994. p.299-313.
- _____. Is this really what scientists do? Seeking a more authentic science in and beyond the school laboratory. In: WELLINGTON, J. *Practical Work in school science: which way now?* London: Routledge, 1998. p.93-108.
- INSAUSTI, M. J.; MERINO, M. Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de Física y Química. *Investigação em Ensino de Ciências*, v.5, n.2, 2000. (www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm)
- IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, v.17, n.1, 1999. p.45-59.
- KUHN, T. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1975.
- LABURU, C. E. Seleção de experimentos de Física no ensino médio: uma investigação a partir da fala dos professores. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.10, n.2 2005(www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm).
- LEACH, J. Teaching about the world of science in the laboratory. In: WELLINGTON, J. *Practical Work in school science: which way now?* London: Routledge, 1998. p.52-68.

- LOPES, J. B. Desarrollar conceptos de física a través del trabajo experimental: evaluación de auxiliares didácticos. *Enseñanza de las Ciencias*, v.20, n.1, 2002. p.115-132.
- MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S. M. M. Decomposição térmica do PVC e detecção do HCl utilizando um indicador ácido-base natural. *Química Nova na Escola*, n.14, 2001. p.40-42.
- _____. Polímeros superabsorventes e as fraldas descartáveis: um material alternativo para o ensino de polímeros. *Química Nova na Escola*, n.15, 2002. p.42-44.
- MÓL, G. S.; BARBOSA, A. B.; SILVA, R. R. Água dura em sabão mole... *Química Nova na Escola*, n.2, 1995. p.32-33.
- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, v.9 n.2, 2003. p.191-211.
- _____. Mergulhos discursivos: análise textual qualitativa entendida como processo integrado de aprender, comunicar e interferir em discursos. In: GALIAZZI, Maria do Carmo; FREITAS, José Vicente (Org.) *Metodologias emergentes de pesquisa em educação ambiental*. Ijuí: Editora Unijuí, 2005. p.86-114..
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, v.1, n.1, 1996. (www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm).
- _____. Dez anos de Química Nova na Escola: A consolidação de um Projeto da Divisão de Ensino da SBQ. *Química Nova na Escola*, n.20, 2004. p.3-10.
- OLIVEIRA, A. R. M.; SIMONELLI, F.; MARQUES, F. A. Cromatografando com giz e espinafre: um experimento de fácil reprodução nas escolas de ensino médio. *Química Nova na Escola*, n.7, 1998. p.37-38.
- PALOSCHI, R; ZENI, M.; RIVEROS, R. Cromatografia em giz no ensino de química: didática e economia. *Química Nova na Escola*, n.7, 1998. p.35-36.
- PINHO ALVES, J. *Atividades experimentais: do método à prática construtivista*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Educação. Centro de Ciências da Educação. 2000.
- POPPER, K. R. *A Lógica da Pesquisa Científica*. São Paulo: Cultrix/EDUSP, 1975..
- POZO, J. I. Aprendizagem de conteúdos e desenvolvimento de capacidades no ensino médio. In: COLL, C et al. *Psicologia da aprendizagem no ensino médio*. Trad. Cristina M. Oliveira. Porto Alegre: Artmed, 2003. p.43-66.
- PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciências: contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciência & Educação*, v.8, n.2, 2002. p.253-262.
- REIGOSA, C. E.; JIMÉNEZ, M. P. La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, v.18, n.2, 2000. p.275-284.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*, v.2, n.2, 2000. p.133-162.
- SCHNETZLER, R. P. Pesquisa em Ensino de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas. *Química Nova*, v.25, suplemento 1, 2002. p.14-24.
- SÉRE, M. La enseñanza en el laboratorio. Que podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, v.20, n.3, 2002. p.357-368.
- SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R. M. R. *Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens*. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000. p.120-153.
- SILVA, S. L. A.; FERREIRA, G. A. L.; SILVA, R. R. À procura da vitamina C. *Química Nova na Escola*, n.2, 1995. p.31-32.

- SIMONI, J. A.; TUBINO, M. Chafariz de Amônia com materiais do dia-a-dia: uma causa inicial...quantos efeitos? *Química Nova na Escola*, n.16, 2002. p.45-49.
- _____. Determinação do raio atômico de alguns metais. *Química Nova na Escola*, n.9, 1999. p.41-43.
- TAPIA, A. Motivação e aprendizagem no ensino médio. In: COLL, C *et al.* *Psicologia da aprendizagem no ensino médio*. Trad. Cristina M. Oliveira. Porto Alegre: Artmed, 2003. p.103-139.
- TEÓFILO, R. F.; BRAATHEN, P. C.; RUBINGER, M. M. M. Reação relógio iodeto/iodo com material alternativo e de baixo custo. *Química Nova na Escola*, n.16, 2002. p.41-44.
- ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Trad. Ernani F.da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- WELLINGTON, J. Practical Work in science: time for reappraisal. In: _____. *Practical Work in school science: which way now?* London: Routledge, 1998. p.3-15.
- WELLS, G. Da adivinhação à previsão: discurso progressivo no ensino e na aprendizagem em ciências. In: COLL, C.; EDWARDS, D. *Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula: aproximações ao estudo do discurso educacional*. Trad. Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artmed, 1998. p.107-142.
- WERTSCH, J.; DEL RIO, P; ALVAREZ, A. Estudos socioculturais: história, ação e mediação. In: _____. *Estudos socioculturais da mente*. Porto Alegre: Artmed, 1998. p.11-38.