

O laboratório didático no ensino de química: uma experiência no ensino público brasileiro

ANNA MARIA CANAVARRO BENITE
CLÁUDIO ROBERTO MACHADO BENITE

Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Brasil

Introdução

Ainda que periodicamente desacreditada – e em ocasiões qualificada como “uma perda de tempo” – a importância que o trabalho de laboratório tem dentro da educação em ciências tem permanecido incontestada... (HODSON, D., 1993, p. 85).

Um dos maiores desafios do ensino de Química, nas escolas de nível fundamental e médio, é construir uma ponte entre o conhecimento escolar e o mundo cotidiano dos alunos. Frequentemente, a ausência deste vínculo é responsável por apatia e distanciamento entre alunos e professores (Valadares, 2001). Ao se restringir o ensino a uma abordagem estritamente formal, acaba-se por não contemplar as várias possibilidades para tornar a Química mais “palpável” e perde-se a oportunidade de associá-la com avanços tecnológicos que afetam diretamente a sociedade (Chassot, 1993).

Não obstante as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino defendem a necessidade de se contextualizar os conteúdos de ensino na realidade vivenciada pelos alunos, a fim de atribuir-lhes sentido e, assim, contribuir para a aprendizagem (Brasil, 1999).

Sob esta ótica o laboratório didático¹ tem sido foco de muitos trabalhos de pesquisa em ensino (Hofstein e Lunetta, 2004; Blosser, 1983; Doran *et al.*, 1993; Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; Van den Berg, *et al.*, 1994). É de conhecimento dos professores de ciências o fato de a experimentação despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização. Em seus depoimentos, os alunos costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa de que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas de pauta (Giordan, 1999, p. 43).

A introdução do laboratório didático como parte integrante do ensino de ciências nas escolas de nível médio e fundamental tem suas raízes no século XIX. Este tem sido utilizado para envolver estudantes em experiências concretas com aparatos e conceitos científicos. Em 1892, Griffin escreveu: “*O laboratório*

¹ O termo laboratório didático refere-se neste escopo às aulas que utilizam o recurso da experimentação.

conquistou o seu lugar na escola; e sua introdução tem sido um sucesso. Este é o perfil de uma educação revolucionária. Os alunos podem agora ir a seus laboratórios aptos a ver e a fazer”.

Aulas que utilizam o recurso da experimentação, o laboratório didático em questão, são ferramentas poderosas para adquirir e testar conhecimentos, mas por si só não são suficientes para fornecer conhecimentos teóricos, não obstante não são sempre necessárias. Uma matriz teórica particular sempre conduz a um experimento. Desta forma, um dos maiores e mais danosos mitos da aprendizagem é a não interdependência experimento/teoria.

Desta forma a especulação teórica é o ponto de partida para a experimentação. Porém, isto não quer dizer, que sempre preceda a mesma. Quanto mais desenvolvido o campo conceitual mais provável que os experimentos sejam dirigidos pela teoria. Do contrário, é a dedicação teórica que estimula a conceituação. Assim evidenciamos o relacionamento interativo e interdependente onde os experimentos auxiliam a construção da teoria e a teoria determina os tipos de experimentos que podem ser conduzidos (Hodson, 1988). Desta forma, no desenvolvimento das ciências, o experimento é parte integral do processo de tomada de decisões.

No tocante ao ensino de ciências, é comum admitir que os estudantes fazem interferências e resolvem problemas da mesma forma que os cientistas, e pelos mesmos motivos. Esta notação merece reflexão já que os objetivos da experimentação no ensino de ciências são pedagógicos. Os alunos da escola lidam com ciência normal² e embora existam outras funções, primordialmente a utilização de experimentos em ensino de ciências objetiva: estimular confiança e auto-confiança dos aprendizes e ensinar-lhes sobre a natureza do conhecimento científico (Hofstein *et al.*, 2001).

Experimentação de baixo custo: uma alternativa

A reprodução de modelos para o entendimento dos fenômenos químicos na natureza pode ser feita sempre que se reúna uma série de condições favoráveis e, por isso mesmo, essa reprodução nem sempre é possível. Desta forma, por exemplo, podemos ver a dispersão da luz branca quando vemos um arco-íris no céu, mas isso não é muito freqüente nem muito fácil de ser programado de forma que coincida com uma aula sobre o espectro de linhas. É justamente em virtude das dificuldades de observarem muitos dos fenômenos *in loco* que as escolas dispõem ou, pelo menos, deveriam dispor de laboratórios para o ensino de Química.

Por sua vez, os laboratórios são construções caras, equipados com instrumentos sofisticados, exigem técnicos para mantê-los funcionando, os alunos precisam se deslocar até lá, as turmas não podem ser grandes, os materiais têm que ser freqüentemente substituídos e renovados, etc. Talvez, seja em face destes motivos, que os laboratórios e as aulas experimentais de Química têm se tornado cada vez mais escassos. Apesar da dificuldade de se construir e manter um laboratório de Química é do consenso geral de muitos representantes da comunidade científica (Hodson, 1998) que ele é uma ferramenta fundamental ao ensino.

² Cabe aqui ressaltar que na escola está presente o saber, que tem relação com a ciência normal, mas é uma versão didatizada desta, assumindo uma nova forma de textualização.

Uma forma intermediária entre ter e não ter um laboratório é a proposta da realização de experimentos com material de baixo custo ou sucata (por exemplo, para medir-se o tempo, basta um relógio digital de pulso de marca popular, que garante a precisão da medida). Sobre a questão da utilização de materiais de baixo custo ou sucata, vale lembrar que, ela tem sido sinônimo de lixo, na qual experimentos são improvisados com resultados muitas vezes pífios e que não revelam nada de substancial³ (Silva e Zanon, 2000).

A experimentação de baixo custo representa uma alternativa cuja importância reside no fato de diminuir o custo operacional dos laboratórios e gerar menor quantidade de lixo químico (além de permitir que mais experiências sejam realizadas durante o ano letivo) (Vieira *et al.*, 2007).

Nessa proposta cabe ao professor arrumar o material necessário para os experimentos, ou instruir a classe sobre como obtê-los. A maior desvantagem desta opção é que os experimentos são quase sempre qualitativos e mesmo assim nem sempre obtêm êxito, pois é difícil realizar um experimento que preconizem variáveis controladas com materiais que não proporcionam esse tipo de controle.

Sobre a opção metodológica

Alicercemo-nos sobre o enfoque epistemológico materialista histórico-dialético para a realização deste trabalho. O materialismo histórico-dialético como possibilidade teórica, isto é, como instrumento lógico de interpretação da realidade, contém, em sua essencialidade lógica, a dialética e neste sentido, aponta um caminho epistemológico para a referida interpretação. Concordamos com Kosik, que:

A dialética trata da “coisa em si”. Mas a “coisa em si” não se manifesta imediatamente ao homem. Para chegar a sua compreensão, é necessário fazer não só certo esforço, mas também um *détour*. Por este motivo o pensamento dialético distingue entre a representação e conceito da coisa, com isso não pretendemos distinguir apenas duas formas e dois graus de conhecimento da realidade, mas especialmente e, sobretudo, duas qualidades da práxis humana. (Kosik, 1969, p. 9).

Portanto, o método aqui proposto se define pelo movimento do pensamento através da materialidade histórica do pensamento. Neste contexto este estudo propõe uma análise do movimento contraditório da utilização de experimentação de baixo custo no Ensino de Química partindo do empírico, a realidade dada, por meio de análise da lógica formal.

Tendo em vista o pressuposto epistemológico aqui adotado e, em consonância com o mesmo, apoiamo-nos no referencial sóciointeracionista (Vygotski, 2000), onde são centrais as relações sociais estabelecidas ao redor da produção de significados.

Desde os primeiros dias do desenvolvimento da criança, suas atividades adquirem um significado próprio num sistema de comportamento social, e sendo dirigidas a objetivos definidos, são refratadas através do prisma do ambiente da criança. O caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa através de outra pessoa.

³ Finalmente, vale lembrar que o uso de materiais de baixo custo ou sucata no ensino de ciências é um tema muito controverso. Pois, enquanto a ciência é feita em laboratórios com custos da ordem de bilhões de dólares (veja-se os aceleradores), em nossas escolas se está usando sucata. Isso não invalida a atividade, ao contrário, mas há que se discutir qual imagem de ciência se pretende transmitir.

Essa estrutura humana complexa é o produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas ligações entre história individual e história social. (Vygotski, 2000).

Desta forma, propomos nesta abordagem, o desenvolvimento de uma rota alternativa para articular teoria e experimentação. Assim, desenvolvemos experimentos envolvendo materiais reaproveitados (que também podem ser reciclados) e de baixo custo que possibilitam uma metodologia do ensino de uma química simples, factível e com a participação efetiva dos alunos no processo de aprendizado de Química em Ensino Médio.

Não obstante, este trabalho se caracteriza como uma pesquisa-ação (Elliot, 1997; Pereira em Geraldi, 1998; Stenhouse, 2004), pois consiste em compreender o que está ocorrendo a partir da perspectiva dos implicados no processo: professor e aluno (Stenhouse, 2004).

A pesquisa-ação é o estudo de uma situação social para tratar de melhorar a qualidade da ação que nela intervém (Carr e Kemmis, 1998). Portanto, a abordagem aqui investigada, pretende, enquanto pesquisa-ação, promover a intervenção numa realidade social específica, composta de três segmentos constitutivos de práticas pedagógicas em diferentes níveis: professores do ensino básico, professor em formação (continuada) e professores formadores de professores.

Para os primeiros e segundos será uma atividade curricular de introdução à pesquisa em Educação em Ciências, para os terceiros será a própria fonte de construção dos dados da pesquisa. Para uns e outros o projeto poderá significar um espaço de ampliação de idéias sobre a prática docente, sobre a formação profissional, sobre a relação dialética entre teoria e experimentação.

As atividades experimentais foram desenvolvidas, com oito turmas de 3.º ano e 13 professores de Química (oito licenciados em Química e cinco em biologia) do Ensino Médio de sete escolas públicas da Baixada Fluminense no Rio de Janeiro, durante os anos de 2004 e 2005.

Os professores foram entrevistados utilizando-se entrevistas semi-estruturadas para a coleta e a análise de dados. A escolha desse instrumento de coleta de dados visou privilegiar as práticas sociais em seu ambiente, exigindo-se do pesquisador um contato direto com o contexto no qual ocorre o fenômeno educacional que se pretende estudar.

A entrevista semi-estruturada se apresenta como uma alternativa viável para a coleta e a análise de dados, pois possibilita aos entrevistados a condição de sujeitos da pesquisa e dá a eles a liberdade para expressarem suas opiniões e reflexões dentro de temas propostos pelo investigador (Richardson, 2007).

A seguir apresentamos o roteiro que norteou a realização da entrevista semi-estruturada. *Questões norteadoras:*

- 1) Dados gerais sobre a formação do entrevistado, tempo de atuação no magistério, motivação pela escolha da carreira e carga horária de trabalho.
- 2) Você utiliza o laboratório didático em suas aulas de Química? Justifique.
- 3) Na opinião do entrevistado, qual o principal papel da utilização do laboratório didático no ensino de Química?

Ainda, trezentos e vinte alunos responderam um questionário após o processo de utilização do laboratório didático. O questionário constava de cinco questões das quais, neste trabalho, por razões de espaço abordaremos uma. Esta questão procurou identificar a opinião dos estudantes a respeito do ambiente social do laboratório didático. Todos os pesquisados (professores e alunos) pertenciam a sete escolas públicas da cidade de Duque de Caxias, o segundo maior município da Baixada Fluminense no Estado do Rio de Janeiro.

Com esta proposta objetivamos promover, além da articulação ente teoria e prática, a integração social e cooperativa entre os diferentes níveis de ensino. A organização metodológica desta investigação se deu em etapas típicas:

- 1) INTEGRAÇÃO DA EQUIPE: O objetivo aqui é permitir que os professores possam trocar informações e experiências. Foram propostos encontros quinzenais entre a equipe de professores. Nessas reuniões, coordenadas pelo professor formador, foram apresentadas as idéias e os conteúdos científicos. Os professores de educação básica têm uma alta vivência com a prática pedagógica com alunos do Ensino Médio e isso permitiu um real dimensionamento das abordagens dos conteúdos no planejamento e elaboração das atividades experimentais a serem desenvolvidas nas escolas.
- 2) ELABORAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO: A avaliação do trabalho foi realizada através de: a) Entrevistas individuais e reuniões coletivas gravadas em áudio e vídeo para registrar o planejamento das atividades na escola, assim como as possíveis dificuldades manifestadas pelos professores; b) Registro da participação dos professores na reorganização curricular das atividades experimentais propostas; c) Apresentação do planejamento das atividades a serem desenvolvidas, envolvendo conteúdos de química; d) Avaliação da construção coletiva de conhecimento pedagógico e de conteúdos específicos por meio da análise de discurso na perspectiva bakhtiniana (Bakhtin, 2000).

Situamo-nos do lado daqueles que se preocupam em apontar possibilidades para o desenvolvimento de atividades experimentais. Procuramos contribuir para uma valorização crítica do laboratório didático de química, utilizando-o como estratégia de problematização dos conceitos químicos (Benite e Benite, 2005, 2007).

Resultados e discussão

No contexto pesquisado (sete escolas públicas da Baixada Fluminense), a utilização do laboratório didático, quando existe, na maior parte das vezes é precária e inadequada. Devido às exigências legais algumas escolas chegam a possuir laboratórios dotados de aparelhagem técnica – o que é privilégio só do Ensino Médio. Porém, ainda existe a preferência por atividades demonstrativas, velhas conhecidas dos livros didáticos, que as repetem num vicioso ciclo.

Os professores de Química, de modo geral, mostram-se pouco satisfeitos com as condições infra-estruturais de suas escolas. Com frequência, justificaram a não utilização do laboratório didático devido à falta destas condições. Não obstante, pouco problematizaram o modo de realizar experimentos, o que pode

ser explicado, em parte, por suas crenças na promoção incondicional da aprendizagem por meio de experimentação.

Quando os professores da educação básica são perguntados sobre qual é o principal papel da utilização do laboratório didático de Química: 48,3% dos entrevistados disseram que o utilizavam para ilustrar material ensinado nas aulas teóricas, 28,7% defende que para ensinar alguma teoria não incluída nas aulas, 15,8% justifica a utilização para treinar a interpretação de dados experimentais e 7,2% para incentivar os alunos a fazerem pesquisa. Estes resultados demonstram que é preciso superar as visões empiristas da experimentação, que é vista como simples possibilidade de teorização a partir da prática. Ainda que os entrevistados parecem aceitar o pressuposto: o papel dos experimentos na Ciência e no ensino de Ciências é idêntico.

Na espiral da pesquisa-ação as reflexões sobre estes resultados proporcionaram novas ações para a integração da equipe, ações estas que intencionaram não apenas domínio de certo conteúdo, mas, criar primordialmente oportunidades para que o coletivo de professores refletisse sobre: suas práticas pedagógicas, o processo de constituição de sua autonomia e ainda a aproximação de culturas diferentes, como ocorre na sala de aula, onde a polifonia é fator determinante para a elaboração de significados.

Tendo em vista o grande valor que a teoria sóciointeracionista dá ao processo de interação, em nosso caso específico, como educadores, às intervenções pedagógicas. Adotamos, nesta abordagem, a utilização da experimentação de baixo custo para gerar um ambiente favorável ao trabalho em equipe, criando integração e promovendo manifestação da criatividade através da realização das atividades em pequenos grupos.

Nesta perspectiva, o laboratório didático funcionou como uma ferramenta para promover o embate de idéias e a explicitação das pré-idéias ou pré-conceitos sobre o conceito científico em questão, também a promoção de mais e melhores diálogos em sala de aula. As falas transcritas a seguir exemplificam este resultado.

Episódio 1: "Sobre propriedades da matéria"

O professor convida os alunos a adicionarem grãos de feijão num copo transparente e incolor completamente cheio d'água.

- 1) *Prof.*: Muito bem pessoal. O que vocês podem dizer a respeito?
- 2) *Aluno 1*: A água está absorvendo os feijões.
- 3) *Prof.*: E você, aluno 2? O que você pensou?
- 4) *Aluno 2*: Absorvendo não, 'tá solubilizando.
- 5) *Aluno 1*: Nossa! Não pára de caber feijão.
- 6) *Prof.*: Olhem mais de perto, com mais atenção. Precisamos pensar à luz do conhecimento químico estudado até agora.

- 7) *Prof.*: Olha só, pessoal, o aluno 4 começou a conversar e perdeu um pouco da nossa aula . Quem quer ajudar o aluno 4?

Os alunos ficam alguns minutos em silêncio

- 8) *Aluno 3*: É, 'tá saindo umas bolinhas de ar.
- 9) *Aluno 4*: Não, 'tá desprendendo oxigênio.
- 10) *Prof.*: Agora parece que estamos caminhando. E o que isso quer dizer, quimicamente?
- 11) *Aluno 1*: O feijão 'tá ocupando o lugar do oxigênio.
- 12) *Prof.*: Muito bem! Vocês trouxeram uma questão 'pra gente pensar: O feijão substitui o oxigênio da molécula de água ou ocupa o lugar do oxigênio dissolvido?
- 13) *Aluno 5*: Ah! Já sei do que estamos falando é da estrutura molecular das substâncias.
- 14) *Aluno 6*: Eh, Eh lembrei, cara. É da geometria da molécula de água.
- 15) *Prof.*: Viram? Se a gente se esforça para participar vamos recuperando o que já foi aprendido! E qual é a relação da estrutura molecular e da geometria das substâncias com o fato do feijão afundar na água? Alguém mais quer participar?
- 16) *Aluno 7*: É por causa da geometria da molécula de água que cabe oxigênio dissolvido nela. Não é?
- 17) *Aluno 8*: É por isso que os peixes respiram?
- 18) *Prof.*: Isso mesmo!
- 19) *Aluno 8*: AAAhhhh. É por isso também que vivem poucos peixes lá na Baía de Guanabara.
- 20) *Prof.*: Mas qual é a relação entre a geometria da molécula da água e a dissolução do oxigênio? No caso da Baía de Guanabara vejamos: a presença de materiais na superfície da água tais como lixo, conduz à diminuição da entrada da luz do sol, que é imprescindível para que ocorram os processos fotossintéticos, os quais geram o oxigênio dissolvido presente na água do mar.
- 21) *Aluno 4*: Porque tem muito lixo no lugar do oxigênio dissolvido e aí não podem respirar, não é? Esse lixo impede a transferência do oxigênio para a água.
- 22) *Aluno 5*: Poluição Ambiental é esse o nome. Coitada da Baía.

Considerações variadas sobre lixo e poluição da Baía de Guanabara.

- 23) *Prof.*: O lixo diminui a entrada de luz na água e também provoca a proliferação de microorganismos que se alimentam dele.

- 24) *Aluno 4:* Ah! estamos falando da estrutura tetraédrica da molécula de água não é "fessor"?
- 25) *Prof:* Exatamente. Parabéns para vocês todos. Estamos falando aqui da estrutura tetraédrica para água no estado físico líquido.
- 26) *Todos:* EEEEEEEhhhhhhhhhh!

Os resultados dispostos na transcrição do desenvolvimento da atividade experimental acima demonstram o que definimos como habilidade de atitudes, que envolvem a aptidão para desenvolver aprendizagem colaborativa (Trumper, 2003). Estes resultados demonstram que os alunos foram capazes de trabalhar em cooperação, participar da distribuição e conjugação de tarefas, compartilhar resultados com outros, respeitar e comparar as idéias opostas.

Neste episódio, é interessante observar que em nenhum momento o professor revela aos alunos o tema que será debatido em aula, motiva-os a extrapolar o aspecto fenomenológico do conhecimento químico embutido na experimentação e resgatar relações conceituais já apropriadas em outras séries contemplando assim o aspecto teórico. As intervenções pedagógicas feitas pelo professor em sala reforçam as interações sujeito e objeto (mundo), que permitem ao sujeito ultrapassar a impressão inicial das idéias que lhe chegam e buscar o que está além delas, mais profundo e sistematizado, de forma a instrumentalizá-lo para o exame da realidade.

O professor motiva os alunos a socializarem suas idéias, envolve a sua atenção de modo que não se dispersem, valoriza as participações, comemora as conquistas e não permite a finalização do diálogo. Desta maneira atuou como mediador entre os alunos e o conhecimento científico, não reproduzindo mecanismos de reprodução de conhecimento, mas, orientando no desenvolvimento de habilidades intelectuais de seus alunos. Adicionalmente, observou-se o envolvimento da capacidade reflexiva dos alunos, através da promoção de diálogos e discussões constantes assim como comunicações orais e escritas acerca da construção dos experimentos.

De acordo com os questionários aplicados aos alunos, quando estes são perguntados sobre qual sua opinião a respeito do ambiente social do laboratório didático: 52,3% das respostas revelam que os alunos, nesta abordagem, consideraram o professor como incentivador, capaz de promover a interdisciplinaridade e a reflexão teórica; 29,1% das respostas relatam que este espaço permite identificar e considerar suas vivências em relação ao aprendizado dos conceitos e 18,6% das respostas revela que o ambiente social do laboratório didático os estimulou a adotar atitudes produtivas diante do conhecimento apresentado. Assim podemos considerar que a utilização do laboratório didático em sala de aula torna o ambiente de ensino-aprendizagem menos formal, oferecendo assim, aulas mais atraentes ao promover a integração cooperativa entre aluno-professor e aluno-aluno.

Exemplo de um experimento de baixo custo utilizado

Este experimento pode ser utilizado não só objetivando reproduzir o fenômeno da sublimação, mas para testar o grau de pureza de uma substância, no caso a naftalina, e expressar isso em um gráfico.

- *Material:* Palitos de fósforo, bolinhas de naftalina, pote de maionese, funil de plástico, coador de papel, alfinetes, lamparina ou vela. *Como fazer:* Coloque duas bolinhas de naftalina no frasco de vidro. Fure o coador de papel em vários pontos com o alfinete. Emborque-o sobre a boca do frasco e cubra o filtro de papel com o funil. Acenda a lamparina ou vela e deixe o frasco no fogo por 3 minutos. Retire o frasco do aquecimento e retire o coador observando seu interior. Observe também as paredes internas do funil. Este experimento permite visualizar o fenômeno físico da sublimação.
- *Precauções:* Cuidados devem ser tomados nesta manipulação pela fragilidade dos frascos comerciais, como os de maionese, quando expostos ao calor direto da chama.

Considerações finais

O trabalho prático adquiriu um *status* elevado no ensino de ciências. Pelos experimentos serem largamente utilizados na Química, os professores e elaboradores dos currículos de Química tendem a considerá-los como parte necessária e integral do ensino de ciências.

A utilização do laboratório didático como estratégia de problematização dos conceitos químicos permitiu aos alunos e professores desenvolverem novas habilidades (criatividade, atitudes cooperativas) e capacidade de buscar soluções alternativas e mais baratas, que é à base de grande parte da pesquisa e desenvolvimento realizados nos laboratórios tecnológicos. Também a alternativa da experimentação de baixo custo foi um fator decisivo para estimular os alunos a adotarem uma atitude mais empreendedora e a romperem com a passividade que, em geral, se lhes impõem nos esquemas tradicionais de ensino. A utilização de sucatas pode ser definidora de ações cognitivas extremamente poderosas desde que bem planejadas e inseridas numa leitura qualitativa da natureza, sintetizada num espaço criador de atividades experimentais que se articulem com a teoria.

Esta abordagem permitiu valorizar as trocas entre os parceiros em sala de aula, e foi nestas interações que tanto o conceito científico pode ser mais detalhado pelo professor, pois passou a ser mais discutido em um processo descendente, quanto os conceitos mais populares dos alunos passaram a ser enriquecidos e tomaram um caminho mais ascendente, já que foram ampliados pelo conhecimento científico, elaborado historicamente.

Bibliografia

- BAKHTIN, M. (2000): "Os gêneros do discurso". In: *Estética da criação verbal* [trad. francês: Maria Ermantina Galvão; revisão : Marina Appenzeller]. 3.A ed. São Paulo: Martins Fontes.
- BENITE A. M. C., e BENITE C. R. M. (2007): *O laboratório didático de química: uma experiência em escolas públicas da Baixada Fluminense*. 30.º RASBQ, Ed - 087.
- (2005): *Utilização de Experimentos de Baixo Custo Propostos Para o Ensino de Química em Nível Fundamental e Médio*. 28.º RASBQ, Ed - 073.
- BLOSSER, P. (1983): "The role of the laboratory in science teaching", in: *School Science and Mathematics*, 83, pp.165-169.
- BRASIL. MEC. SEMTEC. (1999): *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnologia.

- CARR, W., e KEMMIS, S.(1998): *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona: Ediciones Martinez Roca.
- CHASSOT, A. I. (1993): *Catalisando transformações na educação*. Ijuí: Unijuí.
- DORAN, R. L.; BOORMAN, J.; CHAN, F., e HEJAILY, N.(1993): "Alternative assessment of high school laboratory skills", in: *Journal of Research in Science Teaching*, 30, pp. 1121-1131.
- ELLIOTT, J.(1997): *La investigación-acción en educación*. 3ª ed. Madrid: Morata.
- GIORDAN, M.(1999): "O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências", in: *Química Nova na Escola*, n.º 10, pp. 43-49.
- GRIFFIN, H., e ROSEN, S. A. (1954): "History of the physics laboratory in the American public schools (to 1910)", in: *American Journal of Physics*, vol. 22, pp. 194-204.
- HODSON, D. (1988): "Experiments in science teaching", in: *Educational Philosophy & Theory*, 20, pp. 53-66.
- (1993): "Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science", in: *Studies in Science Education*, 22, pp. 85-142.
- HOFSTEIN, A., e LUNETTA, V. N. (2004): "The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century", in: *Science Education*. 88, 1, pp. 28-54.
- HOFSTEIN, A.; LEVI-NAHUM, T., e SHORE, R. (2001): "Assessment of the learning environment of inquiry-type laboratories in high school chemistry", in: *Learning Environments Research*, 4, pp.193-207.
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P.; RODRIGUEZ, A. B., e DUSCHL, R. A.(2000): "Doing the lesson" or "Doing science": Arguments in high school genetics, in: *Science Education*, 84, 6, pp. 757-792.
- KOSIK, K.(1976): *Dialética do concreto*. Trad. Célia Neves e Alderico Toríbio, Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- PEREIRA, E. M. A.(1998): "Professor como pesquisador: o enfoque da pesquisa-ação na prática docente", in: GERALDI, Corinta M. G.; FIORENTINI, Dario; PEREIRA, Elisabete M. de A. (Orgs.): *Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)*. Campinas, SP: Mercado de Letras: Associação de Leitura do Brasil, pp. 153-181.
- RICHARDSON, R. J.(2007): *Pesquisa Social: Métodos e Técnicas*. São Paulo: Atlas.
- SILVA, H. A. L., e ZANON, B. L.(2000): *A Experimentação no Ensino de Ciências*. Porto Alegre, ARTMED.
- STENHOUSE, L.(2004): *La investigación como base de la enseñanza*. 5ª ed. Madrid: Morata.
- TRUMPER, R.(2003): "The physics laboratory – a historical overview and future perspectives", in: *Science & Education*, 12, pp. 645-670.
- VALADARES, E. C.(2001): "Propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade", in: *Química Nova na Escola*, n.º 13, pp. 38-40.
- VAN DEN BERG, E.; KATU, N., e LUNETTA, V. N. (1994): "The role of "experiments", conceptual change", in: *Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Anaheim, CA.
- VIEIRA, H. J.; FIGUEIREDO-FILHO, L. C. S., e FATIBELLO-FILHO, O. (2007): "Um Experimento Simples e de Baixo Custo para Compreender a Osmose", in: *Química Nova na Escola*, n.º 26, pp.37-39.
- VYGOTSKI, L. S.(2000): *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.