

A experimentação no ensino de ciências: mitos e crenças institucionalizados

Fundamentação teórica e documentos legais: objetivos das aulas experimentais

A experimentação é considerada, tanto por professores quanto por pesquisadores, uma atividade pedagógica importante no ensino de Química. Essa importância pode ser evidenciada, ao longo do tempo, pela presença do tema experimentação nos diversos documentos legais produzidos no Brasil. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, promulgada em 1961, foi a primeira lei brasileira a estabelecer diretrizes da educação em todos os níveis de ensino, do pré-primário ao superior. Alguns dos objetivos da educação estabelecidos pela lei de número 4024/61 eram:

o desenvolvimento integral da personalidade humana e a sua participação na obra do bem comum, o preparo do indivíduo e da sociedade para o domínio dos recursos científicos e tecnológicos que lhes permitem utilizar as possibilidades e vencer as dificuldades do meio. (Lei 4024, 20 de dezembro de 1961, Título I, Dos fins da Educação)¹.

Nesse período a escola tinha maior liberdade para elaborar os seus próprios programas. Em algumas delas ocorreu a introdução de projetos de ensino americanos² elaborados no final da década de 60. No ensino de

¹ Essa LDB pode ser encontrada em <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=102346>, acesso em 25/9/2009.

² Na área da Química foram traduzidos os projetos "Chemical Educational Material Study" (Chem Study) e o "Chemical Bond Approach" (CBA). Vide, por exemplo: *Química. Uma ciência experimental. Volume 1*. Texto organizado pelo Chemical Educational Material Study, EDART- São Paulo- Livraria Editora LTDA, 1967.

Química, esses projetos começaram a adotar uma abordagem metodológica voltada para a experimentação, ocorrendo, assim, uma maior valorização desse tipo de atividade no ensino de química brasileiro, que pode ser observada em livros didáticos que foram publicados nos anos seguintes. Entretanto, nesses projetos, as atividades experimentais eram propostas para que, a partir da análise de fatos e observações, os alunos fizessem generalizações e redescobrissem leis e princípios científicos (SICCA, 1990).

Com a proposta curricular de Química formulada pela CENP/SE/SP³, em 1978, para o Estado de São Paulo, são valorizadas as atividades experimentais realizadas pelos próprios alunos, como é apontado pelos autores da proposta: o trabalho de laboratório é essencial para o desenvolvimento do hábito de investigar e deve fazer parte integrante do planejamento do professor com a participação ativa dos alunos (SÃO PAULO, 1978, p. 8).

Embora possa se considerar um avanço a inserção de atividades experimentais no ensino, contudo, as atividades propostas nessa década possuem ainda viés empírico-indutivista, em que se pretende que o aluno aprenda determinados procedimentos que são característicos de um "método científico", baseado na observação, na generalização e na formulação de uma teoria. Pode-se observar esse caráter empírico-indutivista, na sugestão de atividade presente na proposta curricular para a 1ª série do ensino médio:

de início o professor preocupar-se-á em desenvolver a capacidade de observar e coletar dados; à medida que o aluno for se familiarizando com a natureza da atividade científica, poderá chegar a conclusões e generalizações (SÃO PAULO, 1978, p. 9).

Assim, pode-se entender que o objetivo do ensino de química seria o de formar cientistas e técnicos.

Deve-se considerar que esta visão de ciência e de método científico é bastante criticada atualmente, pois não considera as teorias e crenças que o pesquisador já possuiu ao fazer suas observações experimentais. Sabemos que as observações não são imparciais, que dependem de quem as faz, ou seja, de seus conhecimentos prévios, suas crenças, suas vivências.

Em 1988, é lançada a "Proposta Curricular para o Ensino de Química" pela CENP/SE/SP (SÃO PAULO, 1988), tendo a experimentação como um de seus eixos, ao lado do cotidiano e da história. Nesse documento, o papel das atividades experimentais é revisto e apresentado em bases muito diferentes da Proposta de 1978.

Quando propomos a experimentação, não pretendemos apenas que os alunos utilizem materiais do laboratório, tampouco redescubram os conceitos criados pelos

³Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas, Secretaria de Estado da Educação, São Paulo.

cientistas. [...] O que se prioriza é que o aluno entre em contato com fenômenos químicos e que tenha possibilidade de criar modelos explicativos para eles, através de suas observações, de seu sistema lógico, de sua linguagem. (SÃO PAULO, 1988, p. 12).

Como se pode perceber, as atividades experimentais têm a finalidade de permitir explorações conceituais, valorizando conhecimentos que os alunos possam ter desenvolvido previamente.

Na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996, as finalidades do ensino médio são revistas, e assim definidas:

[...] a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos; a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores; o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico, entre outras. (LDB 9394/96)⁴.

Assim, segundo essa visão, o ensino médio não tem como finalidade a formação de mini-cientistas, nem a preparação para a universidade. Há que se repensar o ensino de Química, nessa perspectiva, não apenas nos aspectos de conteúdo, mas também seus objetivos e metodologias de ensino.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, lançados pelo MEC em 1999 como uma resposta à nova Lei de Diretrizes e Bases (LDB/96), têm a finalidade de proporcionar orientações para o professor. Assim como na Lei de Diretrizes e Bases de 1996, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999) evidenciam que o objetivo do ensino não é somente proporcionar ao aluno do ensino médio uma formação específica, técnica, mas sim proporcionar uma formação geral, contextualizada, de maneira a permitir que estes alunos exerçam de forma consciente as suas escolhas na comunidade em que vivem.

O documento específico sobre o ensino de Química (BRASIL, 1999) ressalta o papel pedagógico das atividades experimentais:

Deve ficar claro aqui que a experimentação na escola média tem função pedagógica, diferentemente da experiência conduzida pelo cientista. A experimentação formal em laboratórios didáticos, por si só, não soluciona o problema de ensino-aprendizagem em Química.

⁴ Essa lei pode ser encontrada em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19394.htm, acesso em 29/09/2009.

[...] Qualquer que seja a atividade a ser desenvolvida, deve-se ter clara a necessidade de períodos pré e pós atividade, visando à construção dos conceitos. Dessa forma, não se desvinculam “teoria” e “laboratório”. (BRASIL, 1999, p. 36).

O documento propõe, também, diferentes modalidades de atividades experimentais, como o *experimento de laboratório*, as *demonstrações* em sala de aula e *estudos do meio*. Sua escolha depende de objetivos específicos do problema em estudo, das competências que se quer desenvolver e dos recursos materiais disponíveis. Entretanto, qualquer que seja o tipo de atividade proposta, os PCNs – Química evidenciam a importância de planejá-la de maneira a contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e afetivas:

Ainda na elaboração das atividades, deve-se considerar também o desenvolvimento de habilidades cognitivas, tais como controle de variáveis, tradução da informação de uma forma de comunicação para outra, como gráficos, tabelas, equações químicas, a elaboração de estratégias para a resolução de problemas, tomadas de decisão baseadas em análises de dados e valores, como integridade na comunicação dos dados, respeito às idéias dos colegas e às suas próprias e colaboração no trabalho coletivo. (BRASIL, 1999, p. 37).

Fica evidente que o sentido de se realizar uma aula experimental não é a de reproduzir o trabalho do cientista, tampouco o de seguir um método para desvendar a ciência. Como bem apontam os PCNs, a experimentação é importante no ensino das ciências, quando elaborada de maneira a permitir ao estudante *“diferentes e concomitantes formas de percepção qualitativa e quantitativa, de manuseio, observação, confronto, dúvida e de construção conceitual”* (BRASIL, 2002).

A atual proposta curricular do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2008) para o ensino de química, também valoriza as atividades experimentais na perspectiva do desenvolvimento de competências e construção de conhecimentos. De acordo com esse documento:

as estratégias de ensino e de aprendizagem devem permitir que os alunos participem ativamente das aulas, por meio de atividades que os desafiem a pensar, a analisar situações usando conhecimentos químicos, a propor explicações, soluções e a criticar decisões construtivamente. Devem, enfim, favorecer a formação de indivíduos que saibam interagir de forma mais consciente e ética com o mundo em que vivem, ou seja, com a natureza e a sociedade. (SÃO PAULO, 2008, p. 44).

Podemos perceber uma evolução no papel atribuído às atividades experimentais no ensino de Química nos documentos oficiais que orientam a nossa educação no nível do ensino médio de Química. Estamos, assim, frente a um desafio de saber planejar atividades que superem a simples ilustração de conteúdos dados em sala de aula, que proporcionem a elaboração de conceitos químicos, que sejam instrumentos de desenvolvimento de habilidades de pensamento e de um processo coletivo de construção de conhecimentos.

Concepções de ciência e ensino de ciências

Muitas vezes não nos damos conta que, ao ensinar Ciências, estamos transmitindo uma maneira de concebê-la. Alguns pesquisadores sugerem que os professores de Ciências, embora tenham tido uma formação científica específica, grande parte deles ainda transmitem em suas aulas uma visão deformada do trabalho científico (HODSON, 1994; MATTHEWS, 1991). Como discutido anteriormente, o desenvolvimento de atividades experimentais como proposto em alguns materiais didáticos, pode veicular uma visão indutivista da Ciência, pouco aceita hoje em dia.

A escola hoje, em suas aulas de Ciências, quer seja Física, Biologia ou Química, muitas vezes acaba mostrando um único "método científico" para os alunos, como se a atividade científica fosse uma seqüência rígida de passos a serem seguidos pelos cientistas para encontrar a "verdade"; dando-se demasiada ênfase às observações, as quais são apresentadas como neutras, imparciais e não influenciadas por teorias e conhecimentos prévios. Ainda, se veicula no ensino uma imagem estereotipada do cientista, como um gênio, alheio ao convívio social, descobridor de conhecimentos que, via de regra, não precisam ser validados pela comunidade científica. Essas visões empobrecidas podem desencorajar ou desestimular os estudantes no processo de aprendizagem das ciências. A apresentação da Ciência como método infalível, individualista, enraizada em concepções positivistas e empíricas, pode gerar nos alunos visões distorcidas sobre o que é a investigação científica e o trabalho dos pesquisadores, distanciando os alunos do processo de construção e da evolução dos conhecimentos científicos. Algumas visões deformadas da ciência mais comuns, segundo Cachapuz et al. (2005) são:

- Conceção empírico-indutivista: que defende o papel da observação e da experimentação "neutra", esquecendo o papel essencial das hipóteses como norteadoras das investigações e dos corpos de conhecimento;
- Visão descontextualizada e neutra: parece não haver interesses e influências da sociedade, esquecendo-

se dimensões essenciais das atividades científica e tecnológica;

- **Concepção individualista e elitista:** os conhecimentos científicos aparecem como obra de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo, dos intercâmbios entre equipes, essenciais para favorecer a criatividade necessária para abordar situações abertas;
- **Visão rígida, algorítmica e infalível:** o método científico é apresentado como uma seqüência de etapas definidas, em que as “observações” e as “experiências rigorosas” desempenham um papel destacado, contribuindo com a “exatidão e objetividade” dos resultados obtidos;
- **Visão aproblemática e a-histórica:** transmissão de conhecimentos já elaborados, ignorando quais foram os problemas que se pretendiam resolver, a evolução dos conhecimentos, as dificuldades encontradas e as perspectivas.

É preciso deixar claro para os alunos que não existe um único método científico e que a atividade não ocorre de forma isolada, padronizada, neutra de valores e pré-concepções, mas que o desenvolvimento da ciência é consequência de um processo histórico da construção do conhecimento. Uma abordagem histórica contextualizada pode promover reflexões e não apenas a transferência de conceitos já elaborados. De acordo com os PCNEM (BRASIL, 1999):

A consciência de que o conhecimento científico é assim dinâmico e mutável, ajudará o estudante e o professor a terem necessária visão crítica da ciência. Não se pode simplesmente aceitar a ciência como pronta e acabada e os conceitos atualmente aceitos pelos cientistas e ensinados nas escolas como verdade absoluta. (BRASIL, 1999, p. 31)

Podem-se observar tais concepções equivocadas da Ciência em alguns livros didáticos de Química que apresentam um único método científico, não valorizando as hipóteses e as teorias prévias norteadoras das atividades científicas. Muitas vezes é dada a idéia de que o cientista vai ao laboratório “descobrir” algo, e não que este realiza investigações baseado em conhecimento prévios, hipóteses e proposições. Além disso, muitos livros apresentam uma visão estereotipada dos cientistas, apresentando-o mal vestido, isento de valores, despojado, isolado da sociedade, de uma inteligência atípica e sempre realizando experimentos que soltam fumaça, aparecem cores ou explodem.

Uma visão contemporânea sobre a ciência admite que o conhecimento seja construído com base em teorias que orientam a observação, ou seja, as observações dependem da teoria; o conhecimento científico é visto como um conjunto de hipóteses que são modificáveis e que tendem a fazer uma descrição da realidade e o método científico não é entendido como uma sucessão linear de etapas, mas antes um processo conducente à elaboração de idéias sucessivamente mais complexas (MARTORANO, 2007).

Assim, parece conveniente que nós, professores, reflitamos sobre nossas concepções sobre a ciência e o método científico de forma a evitar que nossos alunos construam visões distorcidas da ciência e da construção do conhecimento científico. Segundo Cachapuz et al. (2005):

As concepções docentes sobre a natureza da ciência e a construção do conhecimento científico seriam, pois, expressões dessa visão comum, que nós os professores de ciências aceitaríamos implicitamente devido à falta de reflexão crítica e a uma educação científica que se limita, com frequência, a uma simples transmissão de conhecimentos já elaborados. (CACHAPUZ et al., 2005, p. 53)

Essas concepções, ainda muito disseminada nas escolas, podem ser percebidas nas atividades laboratoriais, pois, muitas vezes, são apresentados experimentos com a pretensão de criar a ilusão de que seguindo o método científico obtêm-se resultados análogos aos dos cientistas. Hodson (1988) alerta para os cuidados com relação à maneira como as atividades experimentais são conduzidas. O autor argumenta que é criado um mito de que a observação e o experimento fornecem dados objetivos, confiáveis e independentes de teorias, dos quais surgem as generalizações e, por fim, as explicações teóricas. Dessa forma, o aluno atribui uma importância excessiva aos dados experimentais, como se esses dados pudessem isoladamente conduzir a uma teoria e serem facilmente validados. O autor ainda argumenta que os experimentos na ciência são muito mais que simples observações e coleta de dados, mas sim, um processo onde as hipóteses geradas serão rigorosamente testadas e avaliadas, contribuindo para a construção e reconstrução de teorias. Assim, devemos atentar para os diferentes significados que têm a experimentação conduzida pelos cientistas e a experimentação, com finalidade pedagógica, proposta em sala de aula aos nossos alunos. Não se pode querer equiparar o trabalho científico à experimentação em sala de aula. Corroborando essa idéia, Hodson (1988)⁵ argumenta:

Por exemplo, muitos experimentos em classe não "funcionam", ou dão resultados inesperados. Ainda assim se sugere que os alunos aceitem uma teoria com a qual esses experimentos manifestamente não estão de acordo,

⁵ Tradução nossa.

atribuindo-se quaisquer anomalias a técnicas inadequadas ou à falta de sorte. Isto ocorre porque a função pedagógica de muitos "experimentos" no ensino da ciência é ilustrar um ponto de vista teórico em particular, ao passo que na ciência o propósito é auxiliar o desenvolvimento de teorias. A intenção de promover uma visão particular, enquanto se mantém uma fachada de investigação aberta, cria enormes dificuldades e é a principal responsável pelas visões distorcidas que os alunos têm a respeito dos experimentos e da metodologia científica. (HODSON, 1988, p. 62)

Tendo em vista favorecer a construção dos conhecimentos científicos em sala de aula, Gil-Perez e Valdés Castro (1996), apontam os seguintes aspectos que devem ser considerados na proposição de uma atividade:

1. Apresentar situações problemáticas.
2. Favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas.
3. Potencializar análises qualitativas, significativas que ajudem a compreender e acatar as situações planejadas e a formular perguntas operativas sobre o que se busca.
4. Considerar a elaboração de hipóteses como atividade central de investigação científica, sendo este processo capaz de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas as pré-concepções dos estudantes.
5. Considerar as análises, com atenção para os resultados (interpretação física, confiabilidade) a partir dos conhecimentos disponíveis, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes de estudantes.
6. Análise detalhada dos resultados.
7. Considerar possíveis perspectivas do estudo com outros níveis de complexidade, relacionando possíveis aplicações e repercussões negativas.
8. Esforços de integração do estudo realizado com outros campos do conhecimento.
9. Conceder uma importância especial à memória científica que reflita o trabalho realizado e possa ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica.

10. Ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por intermédio de grupos de trabalho, que interajam entre si.

O papel das hipóteses é de fundamental importância nas atividades experimentais, pois pode exigir capacidade criativa e elaboração conceitual por parte dos alunos. A elaboração de hipóteses exerce um papel essencial para a construção do conhecimento científico, pois está vinculada à elaboração de estratégias para a coleta e análise de dados e conseqüentemente à resolução de uma situação problema. É preciso haver previsões plausíveis de serem investigadas à luz do quadro teórico para se analisar os dados.

Ainda, devemos considerar que abordagens como a proposta por Gil-Pérez e Valdés Castro podem auxiliar na construção de uma idéia mais adequada da ciência. Em uma perspectiva empirista-indutivista da atividade experimental, as hipóteses são desconsideradas ou até desprezadas e os dados são coletados para que o aluno descubra ou verifique uma dada regularidade, enquanto que numa perspectiva racionalista-construtivista, as experiências são precedidas da formulação de problemas e os alunos são incentivados a selecionar dados e observações que corroboram ou não as hipóteses (CAMPOS; CACHAPUZ, 1997).

Dificuldades, potencialidades e limitações das atividades experimentais

Como já discutimos, as atividades de natureza experimental, embora possam ser significativas para a aprendizagem, são pouco utilizadas pelos professores. Mesmo considerando a possibilidade de realização de tais atividades por demonstração em sala de aula, a experimentação não faz parte, de maneira geral, do processo de ensino-aprendizagem em muitas escolas.

O planejamento e a preparação de atividades experimentais requerem conhecimento, disponibilidade de tempo por parte do professor e materiais de laboratório. Mesmo que se possam utilizar materiais alternativos à vidraria convencional, nem sempre podemos substituir os reagentes necessários para uma dada aula experimental. Também, organizar os alunos no laboratório ou na sala de aula para a realização da atividade exige esforço do professor em promover o desenvolvimento de comportamentos e atitudes nos estudantes de compromisso com o trabalho, de atenção, seriedade e respeito. Nesse sentido, o professor deve evitar improvisações que possam comprometer sua própria segurança e a dos alunos, e exibir comportamentos, ao manusear os materiais, que possam servir de exemplos.

Selecionar experimentos que, ao mesmo tempo, atendam objetivos formativos e sejam de fácil realização, pode exigir a busca de informações

e eventuais testes e adaptações para a realidade que se tem na escola. Este é um trabalho importante e, muitas vezes, a experiência adquirida nesse processo não é compartilhada com outros colegas, pois são poucas as oportunidades que os professores de Química têm de se encontrarem para trocar informações e discutir questões pertinentes ao ensino. Meios de comunicação como revistas de ensino como a Química Nova na Escola ou a Revista Brasileira de Ensino de Química e outras, poderiam ser mais bem exploradas para a divulgação de experiências pedagógicas exitosas.

Considerando o potencial formativo que as atividades experimentais podem apresentar, devemos considerar os diferentes tipos de abordagem que a experimentação possibilita, tendo em vista privilegiar a aprendizagem significativa dos conteúdos. Afinal, com tantas situações poucos favoráveis para a implementação de uma aula experimental, devemos nos preocupar em aproveitá-la da melhor maneira possível para promover o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos nossos alunos.

Muitas vezes, são propostas aulas de laboratório cujo principal objetivo é ilustrar a teoria dada em sala de aula. Nessas atividades, não raramente, são valorizados principalmente aspectos como a manipulação de materiais e a comprovação de teorias. Os alunos seguem um procedimento já pronto, como uma receita, sem entenderem, muitas vezes, o que estão fazendo. Assim, pode-se transmitir aos alunos uma visão equivocada da ciência, como se fosse uma verdade definitiva, como se a experimentação não fizesse parte da construção dos conhecimentos. A atividade experimental, realizada dessa maneira, parece ser empregada no sentido meramente motivador, no qual se cria um ambiente diferente do de costume, não se valorizando a reflexão sobre os resultados do experimento, e o aluno parece fazer sem saber o porquê e para quê fazer.

Realizar um experimento apenas como uma atividade para que os alunos comprovem uma teoria pouco contribui para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e tampouco oferece oportunidades para que possam se posicionar de forma crítica diante de um problema seja este de ordem social ou não. Também, como já vimos, pode reforçar uma visão não adequada da ciência e da atividade científica.

Assim, quando planejamos uma aula experimental, devemos considerar não que o aluno obtenha dados para confirmar uma teoria ou ilustrar um conteúdo, mas sim que tenha a oportunidade de refletir sobre os dados coletados. Dessa maneira, as aulas experimentais devem ser planejadas para promover a aprendizagem significativa dos alunos, o que envolve “considerar o desenvolvimento de habilidades cognitivas, tais como controle de variáveis, tradução da informação de uma forma de comunicação para outra, como gráficos, tabelas, equações, a elaboração de estratégias para a resolução de problemas, tomadas de decisões baseadas em análise de dados e valores, como integridade na comunicação dos dados, respeito

às Idéias dos colegas e às suas próprias e colaboração no trabalho coletivo” (BRASIL, 1999, p. 37).

Segundo Domin (1999), a experimentação deve favorecer o desenvolvimento de processos cognitivos, que incluem: conhecer, compreender, analisar, sintetizar e avaliar.

Segundo Rosito (2003):

Um verdadeiro experimento é aquele que permite ao aluno decidir como proceder nas investigações, que variáveis manipular, que medidas realizar, como analisar e explorar os dados obtidos e como organizar seus relatórios. (ROSITO, 2003, p.199)

Podemos considerar diferentes estilos de atividades experimentais tendo em vista o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Um desses estilos, como aponta Domin (1999), é conhecido como descoberta ou investigação guiada, em que o conteúdo não é apresentado ao aluno de maneira acabada, mas sim por meio de um problema, cuja solução pode ser buscada pela realização de um experimento em que, a partir de um procedimento conhecido, dados são obtidos pelos estudantes e analisados seguindo certa direção, apresentada pelo professor.

Por exemplo, conhecendo a interação entre ácido sulfúrico (chuva ácida) e papel de tornassol (ou outro indicador adequado disponível) e entre uma solução de caráter ácido e carbonato de cálcio (mármore), dado um conjunto de materiais (que se dissolvam em água), o aluno pode investigar quais são ácidos, básicos ou neutros, elaborando um conceito operacional para essas propriedades (vide Interações e Transformações I, p. 26, GEPEQ, 2005). O problema é dado pelo professor (p. ex., há outros materiais que possuem comportamento análogo ao ácido sulfúrico?), bem como o procedimento. Compete ao aluno coletar e analisar os dados, elaborando sua própria classificação e conclusões, orientado, evidentemente, pelo professor. O aluno, assim, poderia descobrir relações, conceitos, leis etc. que o professor quer que ele aprenda. Pode, ainda, receber do professor uma amostra de um material para que identifique se apresenta características de um ácido, por exemplo.

A aula experimental no estilo descoberta pode apresentar algumas limitações no que se refere ao desenvolvimento de certas habilidades de pensamento, uma vez que o aluno é direcionado a um tipo de análise previamente determinada pelo professor. É claro que este tipo de abordagem muito pode contribuir para a aprendizagem de conteúdos e de raciocínios e sua utilização é recomendada, mas não como a única estratégia para as aulas experimentais. Há outras abordagens que podem permitir o desenvolvimento de outras competências.

O estilo de aula experimental que se baseia em problemas, em que um problema aberto é apresentado pelo professor aos alunos, que devem aplicar seus conhecimentos para propor caminhos para sua resolução é uma dessas abordagens que facilitam o desenvolvimento de habilidades de raciocínio. Os próprios alunos desenvolvem procedimentos experimentais na tentativa de buscar as respostas. Por exemplo, pode-se problematizar a formação da ferrugem em materiais de ferro, como portões, latarias de automóveis, vergalhões etc. e os alunos elaborariam procedimentos para verificar qual seria o papel da água, do ar atmosférico, de ambientes marinhos no enferrujamento. Dessa maneira, poderiam propor roteiros de maneira a controlar variáveis como a água, o oxigênio, sais dissolvidos em água etc. Questões do tipo: como eliminar o oxigênio dissolvido na água, como eliminar a umidade do ar, como impedir o contato do material com o ar atmosférico, certamente apareceriam, ou o professor as introduziria, auxiliando o aluno na busca de informações que os ajudassem a respondê-las e propor um procedimento. Experimentos que abordam de que depende o enferrujamento e como evitá-lo, podem ser encontrados no Projeto Interações e Transformações – Química para o ensino médio (GEPEQ, 2005, p. 157; GEPEQ, 2003, p. 80), e podem auxiliar o professor a propor uma atividade de resolução de problemas.

A aula experimental no estilo de resolução de problemas pode ser um instrumento de aprendizagem muito poderoso, pois, além de conhecimentos específicos, estão envolvidas habilidades de raciocinar logicamente, controlar variáveis, apresentar conclusões plausíveis, entre outras. Como limitação, poder-se-ia argumentar que as habilidades desenvolvidas poderiam ficar restritas à situação problema estudada. Ainda, tem-se o desafio de propor problemas que possam interessar os alunos e cuja busca de soluções esteja ao alcance deles, devidamente orientados pelo professor.

Ainda, a aula experimental pode ser organizada no estilo investigativo, que requer que o estudante formule o problema, crie hipóteses, faça previsões sobre os possíveis resultados, execute a investigação, analise os dados e tire suas próprias conclusões, mediado pelo professor. Para isso o professor deve tornar-se orientador na sala de aula e conduzir seus alunos para a resolução do problema apresentado. O aluno deixa de ser um agente passivo da aula e passa a agir sobre o processo de pensamento, questionando, elaborando e participando da construção das idéias. O professor deixa de ser o transmissor de conhecimentos e passa a questionar seus alunos, conduzindo-os na elaboração de respostas condizentes com a visão científica, gerando questões e problemas que serão discutidos e refletidos, num processo de envolvimento, de forma a respeitar as idéias e opiniões que surgirem.

Por exemplo, pode-se desenvolver uma atividade experimental investigativa a partir do estudo sobre a temperatura de ebulição da água. Os alunos podem ser questionados sobre o que acontece com a temperatura

de ebulição da água quando uma dada amostra é aquecida. Pode ser que apenas mencionem que a temperatura vai subir até que entre em ebulição, mas, é provável, ou o professor pode encaminhar a discussão, que apontem que o aquecimento da água depende de certos fatores. Assim, explorando tal situação, o professor pede aos alunos que apresentem suas hipóteses e elaborem roteiros experimentais que lhes permitam testá-las. É comum os alunos sugerirem que a temperatura de ebulição depende da intensidade da fonte de calor, da quantidade de água, da procedência da água, do tempo de aquecimento, do material do recipiente, da temperatura inicial em que a água se encontra. Os alunos elaboram seus roteiros, supervisionados pelo professor, e os executam, podendo, pela análise dos dados obtidos, validar ou não suas idéias iniciais.

Atividades assim elaboradas, em que os alunos participam ativamente da formulação de hipóteses, elaboração do roteiro experimental, coleta e análise dos dados e de formulação de conclusões, podem contribuir para o desenvolvimento de autonomia e responsabilidade, além dos conhecimentos específicos referentes ao tema tratado. Uma análise de uma atividade investigativa aplicada em uma escola de ensino médio mostrou que os estudantes participaram ativamente, manifestando habilidades cognitivas de alta ordem (SUART; MARCONDES, 2008).

É claro que elaborar atividades dessa natureza é um desafio para o professor, pois exige que ele, de alguma maneira, selecione as hipóteses que os alunos apresentaram ou que faça questões para que hipóteses importantes sejam formuladas. Também, é preciso auxiliar os alunos na elaboração de seus procedimentos, para que percebam a necessidade de controlar variáveis, escolham materiais adequados etc. Ainda, o professor poderá ter que lidar com diferentes procedimentos sendo executados em uma mesma aula. Há maneiras de propor uma atividade investigativa mais simples, como por exemplo, os alunos apresentam suas hipóteses e apenas uma ou duas são escolhidas para serem testadas. As demais podem ser exploradas em discussões com a classe, em que o professor vai construindo o procedimento com os alunos e fornece resultados típicos para que os alunos possam analisar e elaborar suas conclusões.

Desta forma, uma atividade experimental elaborada de forma a privilegiar o envolvimento do aluno nas etapas de investigação, ou seja, permitindo sua participação na resolução de um problema, elaborando hipóteses, analisando dados e propondo soluções, tem-se mostrado promotora de habilidades cognitivas de alta ordem e da aprendizagem de conceitos científicos escolares.