

As Aulas de Química como Espaço de Investigação e Reflexão

**Dalva Lúcia Castilho
Katia Pedroso Silveira
Andréa Horta Machado**

Esta seção é um espaço para professoras e professores socializarem suas experiências no ensino de química. Prestar atenção às vivências de sala de aula e intensificar a reflexão sobre as práticas é o caminho para melhorá-las. O presente artigo apresenta reflexões de três professoras sobre algumas de suas ações docentes no ensino médio.

► aulas de química, investigação/reflexão, práticas pedagógicas ◀

Sabe-se que a formação profissional do professor não se inicia no curso de licenciatura nem se limita a ele, mas se constrói ao longo de toda a vida. Usualmente a rotina cotidiana do trabalho docente condiciona ações repetitivas e aparentemente iguais que pouco contribuem para o desenvolvimento profissional. Por isso, é muito importante a participação e o engajamento dos professores em ações de formação continuada como, por exemplo, a que experenciamos ao realizar um curso de especialização em ensino de ciências, modalidade química, com base no qual desenvolvemos e estamos socializando a presente reflexão.

Quando começamos a dar aulas de química no ensino médio, não tínhamos a percepção e a consciência de que a prática de sala de aula e o material didático utilizado são resultado de nossas concepções de ensino, de aprendizagem, de conhecimento, de ciência, de linguagem. Por nunca termos tido oportunidade de discutir nossa prática pedagógica (nem na universidade, nem em nossos ambientes de trabalho), nosso dia-a-dia na sala

de aula tinha como 'fonte de inspiração' nossas vivências como alunas e outras (raras) experiências relacionadas a nossa atuação como professoras.

Nos primeiros tempos, assumíamos uma atitude essencialmente radical com nossos alunos e alunas. Acreditávamos que o mais importante era manter uma postura autoritária, de donas do saber; era aplicar provas difíceis, impondo a nossos alunos o empenho e a seriedade no estudo dos conteúdos que lhes transmitíamos. Pensávamos assim porque tivemos professores que, ao agirem dessa maneira, conseguiam tais resultados co-

Os alunos resolviam os exercícios, porém demonstravam dificuldades quando precisavam aplicar os conceitos em novas situações

nosco. Achávamos que proceder de maneira semelhante bastaria para sermos boas profissionais, mesmo que nossos alunos não se interessassem pelos estudos e/ou não obtivessem

boas notas. Contudo, com o tempo, fomos percebendo que, apesar do medo e da quantidade de estudo, nossos alunos e alunas não estavam necessariamente *aprendendo* química. Muitas vezes eles resolviam os exercícios e até conseguiam boas notas, porém demonstravam dificuldades quando

precisavam aplicar os conceitos em novas situações. Algumas lembranças de aulas vivenciadas com nossos antigos professores reportavam-nos a experiências desagradáveis e, de maneira mais ou menos consciente, procurávamos evitar repeti-las em nossa prática. Por exemplo, em um de nossos encontros, uma de nós assim se pronunciou:

"Quando estava no colegial, tive uma professora que para nos ensinar química nos mandava ler, em voz alta, o texto do livro didático que abordava o assunto a ser ensinado. Cada aluno, seguindo a seqüência das carteiras na sala de aula, lia um parágrafo. Eventualmente ela se levantava e explicava em poucas palavras, com auxílio do giz e do quadro, o tal conteúdo. Eu, que sempre fui muito tímida diante de meus professores e morria de medo de não conseguir fazer uma boa leitura, contava desesperadamente quantos alunos estavam na minha frente, tentando descobrir qual seria o parágrafo que eu deveria ler em voz alta. Ficava então lendo-o várias vezes para que, quando chegasse a minha vez, eu não fizesse um 'papelão' diante da classe. E que alívio me dava quando o sinal tocava antes de chegar a minha vez."

Era evidente para nós que em condições como essas a gente não aprendia e, a partir da reflexão sobre lembranças como essas, tentávamos planejar atividades mais adequadas para nossa prática, que pudessem melhorar nossas aulas. Tentávamos, então, lembrar e tentar seguir exemplos de

outros professores que haviam marcado mais positivamente nossas vidas escolares, que organizavam o ensino de modo a nos sentirmos parte ativa na aula, não apenas ouvintes. Procurávamos implementar em nossas aulas atividades mais interessantes e diversificadas, usando recursos didáticos variados como, por exemplo, demonstrações experimentais, vídeos, aulas mais dialogadas, trabalhos em grupos menores etc.

O livro didático sempre era o grande direcionador do ensino que desenvolvíamos, desde o planejamento, os exercícios, as atividades, definindo até mesmo a profundidade com que abordávamos cada conteúdo. Tudo era atrelado ao livro didático. Quando os alunos apresentavam baixo aproveitamento, pensávamos logo que a causa estava neles, na falta de estudo. Não tinha nada a ver conosco. No entanto, aos poucos passamos a nos questionar sobre para que serviria resolver determinados exercícios tão complexos ou discutir certos tópicos tão avançados de conteúdo. Percebíamos que mesmo os alunos mais dedicados muitas vezes não conseguiam atingir os níveis de entendimento que esperávamos (ou o que o autor do livro esperava!).

Quando tivemos um primeiro contato com materiais didáticos alternativos¹, utilizávamos esses materiais como fontes de pesquisa. Eventualmente levávamos algumas de suas atividades para a sala de aula, ainda que o livro didático comercial continuasse a determinar nosso ensino. Mais tarde, quando decidimos adotar os materiais alternativos, acreditávamos que seria a grande solução. Contudo, muitas dificuldades surgiram, porque nunca tínhamos vivenciado nenhum trabalho desse tipo. Tínhamos insegurança e medo de compartilhar nossas dúvidas pedagógicas e conceituais com os colegas. Apesar de nos sentirmos sozinhas e inseguras, não conseguíamos mais voltar às antigas práticas. Continuávamos buscando, nas experiências do dia-a-dia, melhores caminhos para nossos trabalhos.

Uma tentativa de investigação em nossa sala de aula

Participamos, muitas vezes, de discussões sobre diferenças entre *senso comum* e *conhecimento científico*, e passamos a valorizar idéias que os alunos trazem de suas vivências acerca dos fenômenos químicos que ocorrem a sua volta. As diferenças entre essas idéias e as noções científicas ensinadas em sala de aula podem gerar dificuldades na aprendizagem de novos conceitos por parte dos alunos. Em função disso, começamos a perceber e discutir por que os alunos podem entender os objetivos, as atividades e a linguagem do processo de ensino diferentemente da maneira como o professor as entende (Schnetzler e Aragão, 1995).

Nesse contexto, propusemo-nos a desenvolver uma investigação com nossos alunos e alunas, com o objetivo de experienciar um 'olhar' mais sistemático e mais distanciado de nosso ensino, investigando como tem sido a organização da sala de aula e sua repercus-

...passamos a valorizar idéias que os alunos trazem de suas vivências acerca dos fenômenos químicos que ocorrem a sua volta

são nas concepções dos alunos sobre alguns temas de química. Essa investigação que desenvolvemos baseou-se no estudo sobre algumas concepções de nossos alunos da terceira série do ensino médio a respeito de equilíbrio químico.

A partir da leitura de alguns trabalhos (Machado, 1992; Hackling e Garnett, 1985; Pereira, 1986; Maskill e Cachapuz, 1989), verificamos que os levantamentos realizados por esses autores revelaram várias idéias prévias dos alunos, diferentes daquelas cientificamente aceitas, sobre equilíbrio químico. Dentre elas, por nos parecerem mais relevantes em nossa experiência de sala de aula, escolhemos investigar as concepções sobre dois aspectos referentes ao estado de equilíbrio:

Coexistência de reagentes e produtos.

Constância das concentrações.

Sobre a *coexistência de reagentes e produtos*, percebemos que frequentemente os alunos apresentam dificul-

dades em conceber a idéia de que, no estado de equilíbrio, o sistema é formado pelas substâncias reagentes e produtos ao mesmo tempo (Machado, 1992). Os alunos tendem a acreditar que, no estado de equilíbrio, apenas os produtos estão presentes no sistema.

Com relação à *constância das concentrações*, foi significativo o percentual de alunos que sugeriu que no equilíbrio as concentrações de reagentes e produtos são *iguais*. Para eles, a idéia de que 'algo' é igual no estado de equilíbrio do sistema é muito presente. Os alunos parecem entender a expressão 'constância das concentrações de reagentes e produtos' como igualdade. Essa concepção também foi identificada por outros autores, como Hackling e Garnett (1985) e Machado (1992).

O primeiro sentimento que nos veio ao analisar os dados foi o de frustração, por nos mostrar que nossa abordagem sobre o assunto não tinha sido satisfatória. Essa frustração foi se transformando em um grande desafio que nos levou a rever e a reconsiderar nossos discursos e sua coerência com nossas práticas em sala de aula.

Tentando buscar, na bibliografia, explicações para as concepções apontadas pelos alunos, encontramos dois fatores importantes que são muitas vezes desconsiderados por nós, professores de química: a representação e a linguagem (Hackling e Garnett, 1985; Pereira, 1986; Machado, 1992; Schnetzler e Aragão, 1995).

Em nossas aulas, muitas vezes não nos preocupamos em esclarecer para nossos alunos a diferença entre o fenômeno propriamente dito e a maneira como ele é representado quimicamente. Em alguns casos, essa confusão pode gerar concepções errôneas para eles. Talvez seja esse fator que os leve a não acreditar que reagentes e produtos possam existir ao mesmo tempo, já que, ao representarmos o fenômeno por meio da equação química, eles aparecem separados por setas. Apesar de sabermos, e até enfatizarmos, que essas setas indicam a presença concomitante dessas substâncias, os alunos se deparam sempre com reagentes à esquerda e produtos à direita. Isso, aliado à falta de contato com o fenômeno, pode levá-los a reafirmar a idéia de que a reação inversa

só ocorrerá depois que todo o reagente se transformou em produto.

Discutimos que a linguagem usada é um fator essencial, uma vez que ela pode representar e desenvolver concepções diversas, e quem sabe reforçar concepções distorcidas. Ao discutirmos o tema equilíbrio químico com nossos alunos, muitas vezes utilizamos expressões que, apesar de absolutamente claras para nós, não têm o mesmo significado para eles. Esse é o caso, por exemplo, da palavra 'constante'. Para os químicos, ela significa que a concentração de reagentes e produtos se mantém a mesma, não variando, a partir do equilíbrio; porém, para os alunos essa palavra pode adquirir um sentido de igualdade, ou seja, acreditam que, no equilíbrio, as concentrações de reagentes e produtos tornam-se iguais.

Outro exemplo desse tipo de distorção aparece quando tratamos do tema 'deslocamento de equilíbrio químico'. A insistência em usarmos a expressão "desloca-se para a direita" ou "desloca-se para a esquerda" pode reafirmar a idéia de que reagentes e produtos não existem ao mesmo tempo, e ainda que eles se encontram em compartimentos separados. Talvez se utilizássemos expressões como: "no sentido de favorecer a formação dos reagentes (ou produtos)", enfatizaríamos o conceito de que o fenômeno é dinâmico, isto é, reagentes e produtos se transformam um no outro durante todo o processo.

Reflexão e reconstrução da prática pedagógica

Nossas reflexões e discussões sobre o dia-a-dia na sala de aula muitas vezes suscitavam um sentimento de ansiedade na busca de respostas a tantas questões que sempre nos surgem. À medida que aprofundávamos nossas discussões, percebíamos que crescia a consciência de que essa ansiedade faz parte dos processos de mudança, que as respostas não são imediatas, que para algumas questões chegamos apenas a indícios de possíveis caminhos a seguir, não exatamente a respostas. Fomos percebendo

do que tínhamos em comum dificuldades, inseguranças, angústias e até 'certezas', certezas que, no processo, iam sendo repensadas, transformando-se ora em incertezas, ora em possíveis caminhos de mudança, ao longo de nossas interações e reflexões.

Um momento formativo marcante que vivenciamos foi quando explicitamos nossas concepções sobre 'ensino' e 'aprendizagem'. Nunca, em

anos de trabalho, havíamos realmente parado para pensar nisso. Começamos a perceber como nossa prática se guiava muito mais por *intuição* que por *conhecimentos* sobre o processo

de ensino-aprendizagem. Reflexões nos remetiam à idéia de que a aprendizagem só é significativa quando a aluna ou o aluno realmente consegue internalizar o novo conceito de tal modo que ele passe a ser considerado e a fazer parte da sua visão de mundo, ou seja, quando a aluna ou o aluno consegue ver relações entre os conceitos e situações vividas em seu cotidiano (Salvador, 1994).

Passou a se tornar importante considerarmos que cada estudante tem seu ritmo, pois a aprendizagem de determinado conceito não é estanque: acontece em diversos níveis e momentos: a cada novo contexto pode ser ampliada e reelaborada. No entanto, quando seguíamos o padrão determinado pelos livros didáticos, apresentávamos cada conceito em um momento único. Por exemplo, no ensino sobre a teoria atômica e os modelos atômicos (em geral um dos primeiros capítulos dos livros), *todos* os modelos eram apresentados de uma só vez.

Nosso ensino, mesmo que de maneira inconsciente, era calcado em uma visão de ciência como a grande dona da verdade, capaz de responder a qualquer questão e solucionar qualquer problema da realidade. Começamos a considerar e discutir que os modelos científicos são provisórios e evoluem ao longo da história, ou seja, que a ciência não pode ser

ensinada como um produto acabado, que ela é fruto de criações de homens, com determinadas visões de mundo e propensos a erros e acertos (Kuhn, 1975). Passamos a explorar e enfatizar a idéia de provisoriedade dos modelos científicos, de que nem a ciência nem o professor são donos da verdade.

Um exemplo disso é a abordagem sobre a evolução dos modelos atômicos no decorrer do tempo. Para introduzir esse assunto, atualmente, sugerimos aos alunos que observem fenômenos como o comportamento do ar dentro de um tubo com um balão na boca antes e depois de ser aquecido. A partir dessa atividade solicita-se que exponham e explicitem suas idéias sobre o fenômeno por meio de desenhos e explicações escritas. Notamos que vários modelos são sugeridos por eles, o que nos mostra como um único fenômeno pode ser interpretado de diversas maneiras (Mortimer, 1995). Nesse contexto, exploramos potencialidades de uso dos modelos atômicos propostos pelos químicos, em seus contextos e características diversificados.

Uma outra reflexão que fizemos refere-se ao papel dos experimentos em sala de aula. Fomos superando a tendência de usá-los como meio de comprovação das teorias ou apenas como um atrativo que torna a aula mais interessante. Fomos percebendo — e nos convencendo disso — que os experimentos são uma ferramenta que pode ter grande contribuição na explicitação, problematização e discussão dos conceitos com os alunos, criando condições favoráveis à interação e intervenção pedagógica do professor, de modo que eles possam discutir tentativas de explicação relacionadas aos

conceitos (Hodson, 1989). Fomos compreendendo que o experimento faz parte do contexto normal de sala de aula, não simplesmente como um momento que isola a teoria da prática.

Tivemos a oportunidade de discutir que a escola pode se tornar um espaço onde são negociados os significados que a comunidade científica dá aos fenômenos (Mortimer e Carvalho, 1996) e que o experimento não é o único meio possível de se obter tais

...crescia a consciência de que a ansiedade faz parte dos processos de mudança e que as respostas não são imediatas

...os experimentos são uma ferramenta para a explicitação, problematização e discussão dos conceitos com os alunos

resultados. Podemos utilizar, por exemplo, fatos trazidos das vivências dos alunos, textos, tabelas de dados, uma questão proposta no início da aula etc., para desenvolver e promover o dinamismo da relação teoria-prática.

Como consequência de nossas vivências e reflexões, o livro didático, seja ele comercial ou alternativo, foi deixando de ser uma ferramenta única em nosso trabalho, tornando-se um instrumento importante, porém auxiliar, no processo. Nessa perspectiva, hoje nos sentimos mais livres, escolhendo os exercícios e textos que nos interessam, alterando a disposição dos conteúdos e selecionando aqueles que irão favorecer uma abordagem de maior qualidade — isso significando, muitas vezes, uma diminuição na quantidade —, com a utilização simultânea de vários tipos de estratégias e de recursos didáticos.

Considerações finais

A vivência desse processo de investigação/reflexão sistemática começou a fazer parte de nosso cotidiano, como nova postura e organização da vida na escola. Passamos a desenvolver o hábito — que não tínhamos — de expor nossas práticas e de dialogar sobre elas, bem como de ler e discutir publicações sobre trabalhos dirigidos à melhoria do ensino de química.

Inicialmente, nem imaginávamos que tais trabalhos existiam. Com o tempo, passamos a conhecê-los. Nos primeiros contatos com esses materiais e subsídios, não sabíamos como aproveitá-los, não percebíamos a grande relação que tinham com nossas práticas, concepções e, especialmente, com nosso processo de mudança e a vontade de melhorar nossa prática pedagógica.

Sentimo-nos bastante desafiadas a fazer com que nossas salas de aula sejam, como sugerem Schnetzler e Aragão (1995), um espaço constante de investigação que nos leva a uma contínua reflexão e revisão de nosso trabalho. Fomos percebendo e entendendo que essa aproximação é viável e enriquecedora, que ela possibilita efetivamente a nossa formação continuada, como professoras de química que apostam na melhoria do ensino e da formação escolar. Estamos convencidas de que qualquer professor pode ser mais do que um mero transmissor de informações, desde que se sinta realmente incomodado a ponto de buscar novos rumos para sua prática profissional.

Dalva Lúcia Castilho, bacharel em geologia pela UFGM, licenciada em química pelo CEFET/MG, especialista em ensino de ciências modalidade química pelo CECIMIG/UFGM, é professora da rede municipal de Belo Horizonte. **Katia Pedrosa Silveira**,

licenciada e bacharel em química pela Faculdade Oswaldo Cruz/SP, especialista em ensino de ciências modalidade química pelo CECIMIG/UFGM, é professora do Sistema de Ensino Arquidiocesano em Belo Horizonte/MG. **Andréa Horta Machado**, licenciada e bacharel em química pela UFGM, mestre e doutora em educação pela Unicamp, é professora do Colégio Técnico e do CECIMIG/UFGM.

Notas

1. A Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFGM), através do Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais (CECIMIG), oferece cursos de especialização em ensino de ciências para professores das áreas de ciências (ensino fundamental), física, química e biologia (ensino médio).

2. AMBROGI, A. e LISBÔA, J.C. *Misturas e substâncias reações químicas*. São Paulo: Gráfica e Editora Hamburg, 1988.

AMBROGI, A.; LISBÔA, J.C. e VER-SOLATO, E.F. *Unidades modulares de química*. São Paulo: Gráfica e Editora Hamburg, 1987.

MAZON, A.B.; REZENDE, D.B.; ROMANELLI, L.I.; MARCONDES, M.E.R.; BELTRAN, M.H.R.; BELTRAN, N.O. e SCHNETZLER, R.P. *Proquim - Projeto de ensino de química para o 2º grau*. Campinas: Unicamp, 1986.

Referências bibliográficas

HACKLING, M.W. e GARNETT, P.J. Misconceptions of chemical equilibrium. *European Journal of Science Education*, v.7, n. 2, p. 205-214, 1985.

HODSON, D. Uma visão crítica em relação ao trabalho prático nas aulas de ciências. In: *School Science Review*, v. 71, n. 256, 1989. (Tradução e adaptação: Andréa Horta Machado.)

KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1975.

MACHADO, A.H. *Equilíbrio químico: concepções e distorções no ensino e na aprendizagem*. Dissertação de mestrado. Campinas: Unicamp, 1992.

MASKILL, R. e CACHAPUZ, A.F.C. Learning about the chemistry topic of equilibrium: the use of word association tests to detect developing con-

ceptualizations. *International Journal of Science Education* v. 11, n. 1, p. 57-69, 1989.

MORTIMER, E.F. Concepções atomistas dos estudantes. *Química Nova na Escola* n. 1, p. 23-26, mai. 1995.

MORTIMER, E.F. e CARVALHO, A.M.P. de. Referenciais teóricos para análise do processo de ensino de ciências. *Cadernos de Pesquisa*, n. 96, p. 5-15, fev. 1996.

MORTIMER, E.F. Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. *Química Nova*, v. 20, n. 2, p. 200-207, mar./abr. 1997.

PEREIRA, M.P.B.A. *Equilíbrio químico - dificuldades de aprendizagem e sugestões didáticas*. Lisboa: Universidade de Lisboa, 1986.

SALVADOR, C.C. Significado e sentido na aprendizagem escolar. Reflexões

em torno do conceito de aprendizagem significativa. In: *Aprendizagem escolar e construção do conhecimento*. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas, 1994.

SCHNETZLER, R.P. e ARAGÃO, R.M.R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 27-31, mai., 1995.

Para saber mais

MALDANER, O.A. e PIEDADE, M.C.T. Repensando a química, *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 15-19, 1995.

CARVALHO, A.P. e GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de ciências*. São Paulo: Cortez, 1993.

CHASSOT, A.I. Para que(m) é útil o ensino da ciência, *Presença Pedagógica*, p. 35-44, jan./fev. 1995.