

ESTUDANDO OS PLÁSTICOS

Tratamento de problemas autênticos no ensino de química

A seção “Relatos de sala de aula” é um espaço dirigido à socialização de experiências desenvolvidas no ensino de química, em que se busca valorizar as vivências de sala de aula e intensificar as reflexões sobre os currículos praticados nas escolas, como forma de melhorá-los.

Com o artigo publicado em *Química Nova na Escola* n° 4, foi possível conhecer e refletir sobre uma modalidade de formação continuada de professores de química dirigida à superação de práticas tradicionais vigentes nas escolas. O presente artigo relata uma experiência desenvolvida por professores que participam desse processo, enfocando o tratamento de problemas considerados *autênticos* no ensino-aprendizagem em química, no nível médio.

**Maria Emília Caixeta de Castro Lima
Nilma Soares da Silva**

O ensino tradicional trabalha com conceitos bem definidos e as estratégias de ensino seguem um ritual rotineiro. Apresentam-se definições, seguidas de alguns exemplos, e posteriormente propõem-se extensas listas de exercícios com respostas fechadas, muitos deles estranhos à própria comunidade científica. É necessário ressaltar que conceitos e definições não são a mesma coisa, uma vez que o aluno pode ser capaz de dar uma definição relativa a determinado conceito e não saber como usar esse conceito em diferentes problemas.

A definição é um momento importante do processo de construção do conhecimento, entretanto representa um estágio de síntese, na construção conceitual. Uma vez que a escola tem instituído rituais mecânicos de definições apriorísticas, em detrimento da construção conceitual, baseada em princípios, resta ao aluno a memorização e a repetição de conteúdos divorciados da vida, descontextualizados, sem significação.

Essa educação escolar não tem provido os aportes necessários para que os membros de sua comunidade possam ter uma formação integral e

completa, que lhes permita o exercício pleno da cidadania. A escola criou essa cultura, à medida que os rituais, as ferramen-

tas usadas e a concepção subjacente do que seja a ciência e a atividade científica tornaram-se cada vez mais distantes e estranhos aos processos desenvolvidos pela

▶ problemas autênticos, contextualização das aprendizagens, conhecimento escolar significativo ◀

6

Neste artigo, trazemos o relato de uma experiência desenvolvida junto à terceira série do nível médio por professoras e professores de química do município de Contagem (MG), no ano de 1996. Apresentamos e discutimos alguns aspectos teóricos e metodológicos que poderão subsidiar a utilização de livros paradidáticos no ensino de química, como também de recortes de jornais e artigos de revistas especializadas, na perspectiva da resolução de *problemas autênticos* no contexto das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Considerando que o tratamento de um *problema autêntico* envolve estratégias que, em sua gênese, são diferentes das adotadas para os tradicionais problemas escolares, estamos buscando formas de fortalecer a relação escola—cotidiano, por meio da valorização do uso de livros paradidáticos, de modo que a aprendizagem seja orientada pela resolução de problemas que propiciem a construção de conhecimentos e a adoção da atitude de pesquisa. É com base nessa preocupação e em torno dessa pro-

blemática e perspectiva que trazemos este nosso relato de experiência.

Cultura escolar x cultura científica

Na atividade escolar, o tratamento descontextualizado de problemas científicos tem se mostrado com frequência improdutivo para promover a aculturação dos indivíduos na prática das comunidades científicas. Investigações recentes sobre aprendizagem apontam para a impossibilidade de separar o que é aprendido da forma como isso é aprendido e usado. Autores como Brown e cols. (1989) sugerem que o desenvolvimento de determinadas estruturas lógicas não confere competência aos sujeitos para lidar com problemas diferentes, mesmo que eles demandem a mesma lógica subjacente, já usada em outras circunstâncias. O conhecimento depende, pois, da situação em que é aprendido e usado. Assim, atividade, conteúdo e contexto são vistos como interdependentes.

O aluno pode ser capaz de dar uma definição relativa a determinado conceito e não saber como usar esse conceito em diferentes problemas

comunidade científica. Isso tem resultado em entendimentos equivocados sobre o que vem a ser a atividade de um cientista. Mesmo que o aluno tenha sucesso no fluxo da escolarização, ele poderá ter uma visão fragmentada, distorcida e irreal da atividade científica e da realidade. Treinados para resolver problemas muitas vezes sem relação com a realidade, para memorizar fórmulas, nomes e regras mnemônicas, resta-lhes construir um quadro da ciência como algo pronto e infalível e, sobretudo, acreditar na neutralidade científica.

Os alunos são sempre solicitados a usar os instrumentos da ciência sem serem capazes, contudo, de adotar a cultura científica. Para aprender a utilizar as ferramentas como os práticos as usam, o estudante, como aprendiz, deve entrar naquela comunidade e em sua cultura (Brown e col., 1989). Isso não significa tornar-se um cientista, mas aculturar-se, isto é, conhecer a linguagem científica, os princípios básicos que regem os fenômenos, os métodos e técnicas disponíveis, as relações que os cientistas estabelecem com o mundo do seu trabalho, os critérios de validação do trabalho científico.

Compartilhamos com Carvalho e Gil-Pérez (1993) a idéia de que é importante “conhecer as orientações metodológicas empregadas na construção dos conhecimentos, isto é, a forma como os cientistas abordam os problemas, as características mais notáveis de sua atividade, os critérios de validação e aceitação das teorias científicas” (p. 22). E é com o propósito de contribuir para a reflexão em torno desta problemática apontada, na perspectiva da busca de melhorias, que trazemos o presente relato de experiência, que trata de uma abordagem possível de *problemas autênticos* no ensino de química.

Problemas autênticos no ensino

Antes do relato da experiência que estamos desenvolvendo, traze-

mos algumas considerações sobre o que vem a ser um *problema autêntico* no ensino.

A abordagem de problemas autênticos é, em sua gênese, epistemologicamente diferente da abordagem de problemas escolares comuns. Um *problema autêntico* é, de início, aberto e pouco definido, ao contrário do que ocorre normalmente na escola, onde os problemas são bem definidos, assim como o resultado esperado. Em um problema autêntico, os resultados são inesperados e admitem mais de uma possibilidade de resposta. Trata-se do enfoque de situações complexas e de questões amplas, com enfrentamento multidisciplinar, envolvendo muitas vezes julgamentos de valor que só podem ser decididos *a posteriori*. Ao contrário dos problemas escolares, nos problemas

Em um problema autêntico, os resultados são inesperados e admitem mais de uma possibilidade de resposta

autênticos não existe certo ou errado, mas custo x benefício¹ (Zoller e Watson, 1979). Com essa caracterização de problemas autênticos,

tornou-se possível pensar não só na estruturação dos mesmos em sala de aula, mas também nas estratégias de ensino e aprendizagem a adotar em seus tratamentos na escola.

O conhecimento proporcionado pelo enfrentamento de problemas autênticos demanda uma construção coletiva paulatinamente pensada, por meio do ativo envolvimento do aprendiz e da mediação do professor, além de estratégias particulares de ensino. A própria definição de temas deve ser pensada no âmbito de cada contexto em que a escola está inserida, segundo o interesse dos alunos e de forma que permita uma convergência para os tópicos do conteúdo tradicionalmente planejados.

Faz-se necessário partir daqueles problemas que, de uma forma ou de outra, afligem a comunidade em seu dia-a-dia, para que o educando possa vir a assumir responsabilida-

des sociais, individuais e coletivas. Dentro dessa concepção de ensino de ciências, busca-se instrumentalizar os alunos para o debate, no sentido de chamar a atenção dos cientistas e dos órgãos governamentais sobre as responsabilidades sociais do trabalho científico, sobre os recursos envolvidos, sobre a autonomia de escolha e definição de pesquisas e sobre o respectivo impacto na qualidade de vida. Acreditamos, também, que o tratamento de problemas autênticos, com características de pesquisa, pode levar os estudantes a adquirir independência intelectual. Os diferentes suportes que o professor fornece ao estudante no tratamento dessa modalidade de problemas implicam em uma gradativa transferência de competência e de autonomia na execução dos trabalhos.

O contexto da experiência

No trabalho de formação continuada de professores da FUNEC (Fundação de Ensino de Contagem - MG), estamos tentando promover um ensino de química que seja relevante para a vida de nossos alunos, com a pretensão de inter-relacionar a escola e o cotidiano dos estudantes. Para isso, busca-se suscitar, nos alunos, o interesse por problemas vivenciados em seu dia-a-dia.

Os temas são trabalhados articuladamente ao desenvolvimento do currículo, em química orgânica, durante o ano letivo, sendo previamente escolhidos pelos professores, quando do planejamento anual. Para mediar a discussão sobre grandes temas, um dos recursos didáticos utilizados refere-se aos livros paradidáticos.

A cada série do ensino médio são explorados dois grandes temas. Na primeira série estão sendo trabalhados os temas ‘Lixo’ e ‘Água’, dois graves problemas que atingem a população de Contagem. A inexistência de aterros sanitários e de coleta regular de lixo, além da falta de saneamento básico, são problemas comuns nos bairros de

Contagem, e a comunidade sofre sérios problemas de saúde em função da poluição proveniente do parque industrial.

Na segunda série, o estudo recai sobre os temas 'Energia' e 'Alimentos'. Discutem-se, por exemplo, vantagens e desvantagens do uso do álcool e da gasolina como combustíveis, formas alternativas de energia, além dos problemas relacionados à industrialização de alimentos, como técnicas de conservação, aditivos químicos, saúde, fome, entre outros.

Na terceira série, ao se abordar o tema 'Plásticos' pretende-se não só informar o aluno sobre aspectos químicos desses materiais mas, ao mesmo tempo, discutir problemas relacionados ao impacto ambiental decorrente do uso de plásticos e iniciativas que possam minimizar esse impacto.

No desenvolvimento do trabalho está sendo adotado o livro paradidático *Plásticos: um bem supérfluo ou um mal necessário*. Esse livro pode ser útil ao professor por abordar desde o aparecimento e uso do plástico até o problema ambiental criado para o futuro. O conteúdo apresentado pelo livro, além de enfocar tópicos de química orgânica, como propriedades dos compostos orgânicos, interações intermoleculares e polimerização, dá relevância à reciclagem e à degradação ambiental. A experiência de trabalho sobre plásticos que passamos a relatar a seguir insere-se no ensino de química orgânica, ainda restrito à terceira série do ensino médio.

O desenvolvimento da experiência

Incentivar a leitura, a interpretação e produção de textos, a criatividade, a expressão oral, a pesquisa e o desenvolvimento do senso crítico é um objetivo básico do processo. A adoção da metodologia ativa supõe, sem dúvida, trabalho adicional para os professores, mas ao mesmo tempo concede estímulos e motivação, pelo interesse à pesquisa como uma atividade cria-

tiva, o que constitui um dos requisitos essenciais para uma ação docente eficaz e satisfatória (Carvalho e Gil-Pérez, 1993, p. 49).

O livro paradidático trabalhado é escolhido mediante discussão prévia entre professores de química, com base em critérios para a escolha do livro. Ressaltam-se os aspectos positivos da obra, a possível existência de erros, as dificuldades a serem enfrentadas e as possibilidades de êxito ao trabalhar com o livro.

No início do ano letivo, os alunos são informados sobre a exigência da leitura do livro e de que serão submetidos a uma avaliação, com o objetivo de verificar a qualidade da leitura realizada. Fica a critério do professor o tipo de avaliação, contudo é comum que ela ocorra com consulta, podendo ainda ser individual ou em duplas. Outro recurso também utilizado, com esse mesmo objetivo, é a realização de seminários e debates, nos quais os estudantes têm oportunidade de discutir o livro com os demais colegas. Durante a discussão, começam a surgir referências aos problemas que os estudantes vivenciam na comunidade ou no trabalho, ou sobre os quais ouvem falar, leram em revistas e jornais, viram na televisão etc.

O professor solicita, nesse contexto, que os estudantes, em grupo, escolham um problema que julguem relevante para ser investigado, de preferência algo que se relacione com a cidade/local em que vivem. Após a identificação e delimitação

do problema, os estudantes elaboram um projeto de pesquisa.

O projeto deve explicitar, além do problema, a metodologia da pesquisa e a forma de apresentação dos resultados, incluindo as referências bibliográficas e as fontes de pesquisa. O projeto é concebido como algo dinâmico, em processo, e portanto vai mudando de conformação à medida que o estudante compreende melhor o problema e o que pretende com o próprio desenvolver da pesquisa.

A escolha do tema/problema a ser investigado e da forma de apresentação é livre, mediante orientação ou sugestões do professor. Podemos citar exemplos como:

- Plásticos são melhores que os materiais naturais? Quais são as

Os estudantes devem escolher um problema, na comunidade ou no trabalho, que julguem relevante para ser investigado



Este é o livro paradidático adotado no desenvolvimento do trabalho aqui relatado. Uma resenha deste livro foi publicada em *Química Nova na Escola* nº 4, p. 14.

vantagens e desvantagens dos materiais naturais e dos plásticos? As vantagens que acompanham o uso de polímeros sintéticos compensam seus inconvenientes?

- Há substitutos para os plásticos?

O que as pesquisas atuais vêm apontando quanto a novas tecnologias de fabricação de plásticos biodegradáveis?

- Todos os objetos de matéria plástica comercializados são indispensáveis? Qual será o futuro da indústria de plásticos no mundo? Se houvesse uma súbita redução na produção de plásticos, quem se ressentiria mais: os países desenvolvidos ou os subdesenvolvidos? Qual seria a situação de seu município, caso houvesse essa súbita redução na produção de plásticos?

- Que impacto o uso de plásticos está ocasionando no ambiente, no mundo contemporâneo? Em que medida esse impacto está sendo objeto de investigação e de campanhas de educação ambiental? Que iniciativas têm sido tomadas em seu município visando diminuir esse impacto?

- Redução produtiva, incineração, degradação, reciclagem: qual a solução para o problema ambiental acarretado pelos polímeros artificiais? Algumas dessas medidas estão sendo implementadas no Brasil e/ou em sua cidade?

- O município conta com coleta seletiva de lixo? Que destino é dado ao lixo plástico de Contagem? Há alguma indústria de reciclagem de plásticos em Contagem? Qualquer tipo de plástico é reciclável? Como identificar os vários tipos de plásticos? Como as indústrias separam diferentes tipos de plásticos para reciclagem? Qual é o tipo de processo utilizado nessas indústrias: modelagem ou produção do material plástico?

Com base nas abordagens dos problemas, como os apontados, dá-se tratamento às questões, informações e conteúdos do livro lido, com ênfase na discussão sobre:

- Plástico: bem supérfluo ou mal necessário? Como você se posiciona

em relação a essa polêmica?

Os alunos contam com a orientação do professor, que aprecia os projetos e apresenta sugestões de melhoria, o mesmo acontecendo com os relatórios parciais. O professor monitora o conjunto das ações dos estudantes, auxiliando na organização, análise e discussão dos dados obtidos.

Paralelamente, são feitas visitas dos alunos a uma fábrica de artigos plásticos, a fim de reconhecerem o tipo de processo utilizado — ou seja, produção ou modelagem de plástico — e se ambientarem em um laboratório industrial. Além disso, conta-se com sessões de vídeo, confecção de murais, discussões sobre a qualidade de vida e o meio em que se vive, com posicionamentos e encaminhamentos.

Ao final, os estudantes apresentam a pesquisa e seus resultados para os colegas na forma que julgarem mais adequada. É comum a produção de vídeo, exposição de fotografias, confecção de slides, de maquetes, encenações etc., tudo isso confeccionado pelos estudantes como recursos didáticos para a apresentação do que foi pesquisado.

Os resultados obtidos no primeiro ano (1996) já apresentam elementos importantes para a compreensão dos limites e da validade desse tipo de trabalho nas escolas de ensino médio. Os alunos demonstram um surpreendente interesse pelo conteúdo do livro, principalmente no que diz respeito à degradação ambiental e à reciclagem.

Dificuldades percebidas e algumas considerações

O desafio de pesquisar um problema autêntico, como estamos propondo, exige que o professor auxilie o estudante no entendimento daquilo em que consiste o problema e na interpretação dos resultados. Implica orientar a aprendizagem como pesquisa,

levando necessariamente a mudanças radicais no papel do professor, o qual passa a orientar e dirigir 'pesquisadores iniciantes' (Carvalho e Gil-Pérez, 1993, p. 50-52).

Essa participação do professor pode ser algo difícil e problemático. Não se trata mais de solicitar dos estudantes 'pesquisas' como cópias de enciclopédias, surgindo dificuldades no próprio entendimento do que seja orientar e dirigir pesquisadores iniciantes. Nesse sentido, a modalidade de formação continuada que desenvolvemos (descrita em *Química Nova na Escola* nº 4) propicia o assessoramento ao professor na construção de uma nova concepção de pesquisa de problemas autênticos. O próprio grupo de professores assessorados exerce influência sobre o entendimento dos colegas na medida em que socializam suas experiências individuais.

Outra dificuldade que percebemos, à frente desse trabalho, relaciona-se às dúvidas dos professores quanto à validade dessa modalidade de trabalho e atividade. Com frequência perguntam se o livro paradidático vai ser utilizado, se o estudante precisa ler, se vai haver apresentação das atividades. O professor que se impõe a exigência de "esgotar todo o conteúdo" considera que esse trabalho lhe rouba parte preciosa de tempo para ensinar química.

Na sala de aula, outra dificuldade que pode surgir, nesse tipo de atividade, refere-se à falta de entendimento do problema, por parte do aluno. Não há que se esperar que os alunos tenham, de imediato,

um entendimento completo do que seja o problema e de quais sejam os caminhos a trilhar na busca de sua solução. Igualmente, os alunos não têm o mesmo entendimento do problema entre si, o que exige a atuação do professor na estruturação de atividades e na construção de consensos/entendimentos.

Mesmo que a atividade seja segmentada de forma a diminuir os 'graus de liberdade' na confecção da tarefa,

Atividades como sessões de vídeo, confecção de murais, discussões sobre a qualidade de vida e o meio também são desenvolvidas

Os alunos passam da 'pesquisa' tipo cópias de enciclopédias para a de um problema autêntico, tornando-se pesquisadores iniciantes

a compreensão da mesma só se dá à medida que se avança em direção à sua solução. Como a tarefa é complexa, é comum que ocorra a segmentação da mesma. Portanto, deve-se considerar o risco de que esse processo de segmentação da tarefa possa levar à fragmentação do conhecimento. O restabelecimento do nexos entre a parte (as tarefas) e o todo (problema) é garantido pelo professor que tem o papel de mediador da aprendizagem. Ao mesmo tempo em que a tarefa é fragmentada, o professor explica e mostra as articulações internas recompondo o todo.

Compartilhamos com Mortimer e Carvalho a idéia de que “a construção do significado de uma tarefa em sala de aula é um processo de convergência de entendimentos. Os alunos não têm, de início, o mesmo entendimento da tarefa. Vai ser ao longo da realização da tarefa que esse significado poderá convergir para o mesmo significado atribuído pelo professor” (Mortimer e Carvalho, 1996). Um aluno que não compreendeu inteiramente a tarefa, à medida que vê seu sistema de entendimento funcionando dentro de outro sistema, mais organicamente articulado, vai progressivamente passando a compreender não só a tarefa em si, mas também a solução do problema em questão.

A idéia que desenvolvemos é a de que o professor atua como ‘consciência emprestada’ e, aos poucos, vai ajudando a modificar o suporte conceitual que garante o processo de desenvolvimento e de aprendizagem dos alunos. Os grupos de trabalho também desempenham papel semelhante ao do professor, isto é, possibilitam aos outros uma maior compreensão da temática e das tarefas. Em outras palavras, um grupo mais organicamente articulado funciona como suporte de entendimento para os colegas.

Nessa proposta de realização de atividades autênticas pretende-se, entre outras coisas, que o aluno não

só tenha competência para resolver o problema, mas também que, ao final, ele saiba propor um outro problema semelhante, que possa ser investigado. Assim, inicialmente o professor irá explicitar o objeto do trabalho e os objetivos a serem alcançados, além do critério de sucesso.

Acreditamos que essa modalidade de problema possa ser desenvolvida por meio de tarefas estruturadas, semi-estruturadas ou até mesmo completamente livres, o que não quer dizer que o estudante não conte com a orientação do professor em todas as etapas do processo. A orientação do professor é fundamental, até mesmo em atenção à necessidade de controle do conteúdo a ser ensinado e dos objetivos a serem alcançados. Essa orientação também se justifica pela dificuldade de entendimento do que é desejado.

Como um *problema autêntico* refere-se a uma realidade complexa e multifacetada, comportando abordagens multidisciplinares, decorrem dificuldades no sentido de ‘dar conta’ de questões e de assuntos relacionados com outras áreas do conhecimento. Há a necessidade de englobar outras disciplinas nesse fazer pedagógico. Ao se fazer certo recorte, dentro de nosso domínio disciplinar, é necessário resguardar a necessidade de se considerar outros tantos elementos que se entrecruzam na determinação da realidade em estudo.

Convivemos também com dificuldades relacionadas à resistência dos estudantes em ler o livro solicitado. Nesse sentido, frisamos que a motivação anterior para a leitura pode se dar pelo uso de estratégias como vídeos que versam sobre o tema, colocação de questões para serem consideradas e respondidas, avaliação da qualidade da leitura, dentre outras. “Lembremos que somente aquilo que é avaliado é percebido pelos alunos como realmente importante” (Carvalho e Gil-Pérez, 1993, p. 59).

O professor atua como ‘consciência emprestada’ e, aos poucos, ajuda a construir o suporte conceitual que garante a aprendizagem dos alunos

Avaliamos como positiva essa iniciativa e a experiência que vem sendo desenvolvida pelos professores, muito embora saibamos que a aprovação da mesma não é consensual. Os professores relatam que há alunos que acham os livros ‘chatos’, e essas reclamações dos estudantes são traduzidas, pelos professores, como falta de hábito de leitura. A tarefa que se mostra mais difícil está relacionada à primeira parte do trabalho, que envolve a leitura e a definição de um projeto de pesquisa com caráter de *problema autêntico*, cujas características e dificuldades foram aqui discutidas. Registra-se que, via de regra, bons trabalhos têm surgido e muitos estudantes têm demonstrado interesse e satisfação em desenvolvê-los.

Maria Emília Caixeta de Castro Lima, licenciada em química e mestre em educação pela UFMG, é professora de prática de ensino de química da Faculdade de Educação da UFMG e assessora de ensino de química da FUNEC. **Nilma Soares da Silva** é licenciada em química pela UFMG e professora de química da FUNEC.

Nota

1. A expressão *custo x benefício* não tem, aqui, simplesmente um sentido financeiro, mas sim um sentido (de custo x benefício) social.

Referências Bibliográficas

- BROWN, J.S., COLLINS, A, DUGUID, P. Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 1989.
- CARVALHO, A.M.P., GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de ciência*. São Paulo: Cortez, 1993.
- MORTIMER, E.F., CARVALHO, A.M.P. Referenciais teóricos para análise do processo de ensino de ciências. *CADERNOS DE PESQUISA*. n. 96, 1996
- ZOLLER, U., WATSON, F.G. Technology education for nonscience students in the secondary school. *Science Education*. v. 1, n. 58, p. 105-116, 1979.

Para saber mais

- CANTO, E.L. *Plásticos: bem superfluo ou mal necessário?* São Paulo: Moderna, 1995.
- LIMA, M.E.C.C. Formação continuada de professores de química. *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 12-17, nov. 1996.