



O Conceito de Oxidação-Redução nos Livros Didáticos de Química Orgânica do Ensino Médio

Rildo J. Mendonça, Angela F. Campos e Zélia M. Soares Jófil

Considerando o livro didático como um recurso bastante utilizado como mediador no processo ensino-aprendizagem e a relevância do conceito de oxidação-redução para o entendimento de diversos fatos da Química, este artigo investigou como o conceito de oxidação-redução é abordado nos livros de Química Orgânica do Ensino Médio. Os resultados apontaram que a maioria dos livros-texto pesquisados se apresentam de forma pouco adequada em relação aos parâmetros investigados, manifestando uma forte padronização de características que, em nossa ótica, são desfavoráveis ao ensino-aprendizagem do conceito de oxidação-redução.

► livro didático, Química Orgânica, oxidação-redução ◀

Recebido em 22/10/03, aceito em 19/10/04

Os professores têm estabelecido diferentes relações com o livro didático ao longo da história. Segundo Bittencourt (1997), no século XIX, quando existiam poucas escolas formadoras de professores para o ensino elementar - as Escolas Normais - e não existiam ainda os cursos de formação de professores secundários, que só foram criados na década de 1930, os livros didáticos eram produzidos visando basicamente os docentes. O livro era essencial para a preparação das aulas e seu uso era concebido como fundamental no ensino.

Atualmente, os professores mantêm uma relação contraditória com os livros didáticos (Bittencourt, 1997). Para alguns, o livro é a aula. O planejamento é feito tendo como referência exclusiva o livro. Para outros, o livro didático é considerado um empecilho para o desenvolvimento das capacidades escolares dos alunos ao simplificarem temas, ao se constituírem como um produto que oferece um conhecimento sem questionamentos,

uma verdade acabada. Estes frequentemente recorrem a outros materiais. Independentemente dessas duas vertentes, os livros didáticos são utilizados, com maior ou menor frequência, na preparação das aulas dos professores, tanto na organização dos conteúdos como na seleção de exercícios e atividades para os alunos.

Por ser um instrumento mediador da aprendizagem, o livro didático precisa ser constantemente avaliado e deve cumprir sua parte na garantia de uma educação de qualidade para todos. Neste sentido, pesquisas realizadas por vários autores têm apontado diversos problemas em livros didáticos de Ciências e, em particular, em livros textos de Química do Ensino Médio: extrema uniformidade dos textos (Fracalanza, 1992), erros conceituais (Tiedemann, 1998), desatuali-

zação do conhecimento químico (Mortimer, 1988), utilização inadequada de analogias (Monteiro e Justi, 2000), presença de obstáculos epistemológicos (Lopes, 1992 e 1996), (Loguercio *et al.*, 2001). É importante destacar que essas pesquisas têm contribuído para que haja reflexões, reformulações e renovações no material didático escolar.

O conceito de oxidação-redução em Química

A variedade de reações químicas que envolvem oxidação-redução no nosso cotidiano é surpreendente. Parece que vivemos das pilhas e baterias que movimentam as calculadoras, carros, brinquedos, lâmpadas, rádios, televisões e muitas outras coisas. Para combater a corrosão, polimos a prataria, pintamos as grades de ferro e galvanizamos os pregos. Circuitos de computadores são cobertos por finas camadas de ouro ou

Os professores mantêm uma relação contraditória com os livros didáticos. Para alguns, o livro é a aula. Para outros, é um empecilho para o desenvolvimento das capacidades escolares dos alunos ao simplificarem temas, ao se constituírem como um produto que oferece um conhecimento sem questionamentos

A seção "Pesquisa no Ensino de Química" inclui investigações sobre problemas no ensino de Química, com explicitação dos fundamentos teóricos e procedimentos metodológicos adotados na análise de resultados. Neste número a seção apresenta dois artigos.

prata aplicadas por eletrodeposição. A revelação fotográfica utiliza reações químicas que envolvem transferência de elétrons. As plantas transformam energia em compostos através de uma série de reações chamadas de cadeia de transporte de elétrons. Os testes de glicose na urina, ou de álcool no ar expirado, são feitos com base em intensas mudanças de cor, através de reações que também envolvem a transferência de elétrons.

Mecanismos de várias reações químicas são melhor compreendidos fazendo-se uso do conceito de oxidação-redução. Por sua vez, esse conceito é útil no entendimento de vários aspectos da Química como, por exemplo, a estrutura molecular (ligação covalente e iônica) e a reatividade (deslocamento de metais, agentes oxidantes e redutores, potenciais padrão de eletrodo).

De um modo geral, os autores dos livros de Química Inorgânica do Ensino Médio enfocam as reações de oxidação e redução em termos da transferência de elétrons e explicam os conceitos de oxidação e redução sempre em associação com a variação do número de oxidação (Nox) das espécies envolvidas (Mendonça, 2000).

Considerando a importância do livro didático na mediação do processo ensino-aprendizagem e a relevância do conceito de oxidação-redução no entendimento de diversos fatos da Química, este artigo busca contribuir para a avaliação do livro didático de Química do ensino médio, anunciada oficialmente pelo Ministério da Educação (MEC), analisando como o conceito de oxidação é abordado nos livros de Química Orgânica do Ensino Médio.

Aspectos metodológicos

Dentre uma quantidade significativa de compêndios disponíveis nas livrarias, direcionou-se a presente análise para os livros-texto mais comumente adotados nas escolas de Pernambuco e outros que, embora conhecidos, são usados apenas para consultas por professores e alunos. Foram selecionadas dezessete coleções, sendo 15 livros de Química Or-

gânica (volume 3 de coleções seriadas), e dois livros de Química do tipo volume único, cuja relação, por ordem de análise, encontra-se na Tabela 1.

Categorias de análise

Foram estabelecidas quatro categorias para a análise dos livros-texto selecionados: (i) abordagem revisória do conceito de oxidação; (ii) relação do conceito de oxidação com número de oxidação; (iii) contextualização na apresentação do conteúdo; (iv) reações de oxidação sem o oxigênio.

A primeira categoria foi escolhida porque consideramos que o conceito de oxidação-redução em Química Orgânica deve ser uma extensão do conceito abordado em Química Inorgânica, e não ser abordado de forma diferenciada e fragmentada. A segunda categoria de análise justifica-se pelo fato de o número de oxidação estar intimamente relacionado com o conceito de oxidação e ser imprescindível para a identificação e balanceamento das reações de oxidação-redução. A contextualização do conteúdo foi introduzida em uma categoria de análise por entendermos que a não contextualização da Química pode ser responsável pelo alto nível de

rejeição ao estudo dessa ciência pelos alunos, dificultando o processo de ensino-aprendizagem (Lima, 2000). A quarta categoria de análise foi escolhida por ser fundamental que as reações de oxidação em Química Orgânica não sejam vinculadas à presença de oxigênio, uma vez que esse conceito é antigo e restrito a um único tipo de reação. As quatro categorias foram operacionalizadas segundo três critérios: (a) faz referência; (b) faz referência parcial; (c) não faz referência. Essa classificação teve por objetivo enquadrar as análises em três critérios, não pretendendo reduzir os aspectos investigados a essas posições, entre as quais certamente existem situações intermediárias.

Resultados e discussão

Em relação à categoria (i), a Tabela 2 mostra que apenas dois livros (n. 8 e 10) apresentam revisão do conceito de oxidação antes de abordarem o estudo das reações de oxidação em Química Orgânica. A abordagem revisória pode fornecer os organizadores prévios (Moreira, 1999) necessários para o estabelecimento de pontes entre os conhecimentos anteriores e os novos conhecimentos. É nesse

Tabela 1: Relação dos livros-texto analisados.

Livro	Título	Autor(es)	Local: Editora	Ano
1	Química: Estrutura da matéria e Química Orgânica	Vera L. Novais	SP: Atual	1993
2	Química moderna 3: Atomística, Química Orgânica	Geraldo de Carvalho	SP: Scipione	1995
3	Química 3: Química Orgânica	Usberco e Salvador	SP: Saraiva	2000
4	Curso de Química: Química Orgânica	Antônio Sardella	SP: Ática	1997
5	Química: Química Orgânica	Ricardo Feltre	SP: Moderna	2000
6	Química: Da teoria à realidade. Química Orgânica	Carmo G. Neto	SP: Scipione	1996
7	Química: Química Orgânica	Victor Nehmi	SP: Ática	1994
8	Química: Química Orgânica	Martha R. da Fonseca	SP: FTD	1992
9	Química Orgânica: Uma proposta de ensino	Júlio Gregório Filho	SP: FTD	1993
10	Química: O homem e a natureza. Química Orgânica	Geraldo J. Covre	SP: FTD	2000
11	Química Orgânica	Alceu T. Silveira	SP: FTD	1991
12	Estudos de Química (v. 3)	Luciano do Amaral	SP: Moderna	1977
13	Química 3: Química Orgânica	Antônio de Paula	BH: Lê	1991
14	Curso de Química 3	Edson Braga e Ronaldo H. da Silva	SP: Harbra	1992
15	Química (livro único)	Utamura e Linguanoto	SP: FTD	1998
16	Química: Realidade e contexto (volume único)	Antônio Lembo	SP: Ática	2000
17	Química: Na abordagem do cotidiano (volume único)	Tito Peruzzo e Eduardo Canto	SP: Moderna	1996

Tabela 2: Número de livros-texto que satisfazem cada critério nas quatro categorias.

Categorias	Faz referência	Referência parcial	Não faz referência
(i) Abordagem revisória	2	0	15
(ii) Relação entre conceitos	1	4	12
(iii) Contextualização	2	1	14
(iv) Abordagem atual do conceito de oxidação	2	0	15

momento que o professor deve exercer o seu papel mediador entre o livro didático e o estudante, resgatando os seus conhecimentos prévios.

No que se refere à categoria (ii), apenas um livro (n. 3) relaciona, de forma razoável, o conceito de oxidação com o número de oxidação, quando se refere às reações de oxidação:

Nos produtos da ozonólise, o Nox pode variar entre 0 e +2 nos carbonos que participam da reação. Por isso, essa reação é considerada uma oxidação moderada. (livro 3, p. 358)

No livro 1, apenas no tópico referente à oxidação enérgica de hidrocarbonetos é citada a relação entre a reação de oxidação e o número de oxidação do carbono no composto orgânico envolvido:

O Nox médio do C no buteno-2 é -2. Com a oxidação, há formação do etanóico, em que o C tem Nox médio zero, havendo uma variação de 2 unidades de oxidação por C e, conseqüentemente, de 8 unidades para os 4 carbonos do buteno-2. (livro 1, p. 407)

As reações de oxidação são destacadas com o envolvimento, principalmente, de hidrocarbonetos insaturados; todavia, são feitas alusões também à oxidação de álcoois e aldeídos. Entretanto, não são feitas relações com o número de oxidação do carbono. O livro 4 não faz menção em nenhum momento à relação existente entre uma reação de oxidação e o número de oxidação. Há apenas indicações numéricas mostrando o Nox do carbono antes e após as reações de oxidação branda e oxidação de álcoois, sem nenhuma explicação anexa. O livro 6 faz uma pequena referência no tópico oxidação de álcoois,

quando o texto mostra o estado de oxidação do carbono em uma reação. O livro 7 mostra as reações de oxidação de hidrocarbonetos e de álcoois, dando ênfase à importância das substâncias oxidantes nessas reações. A relação entre as reações de oxidação e o número de oxidação é mostrada em forma de observação:

A reação de um composto orgânico com oxigênio (atômico ou molecular) é uma reação de oxidação do composto orgânico, pois o número de oxidação (Nox) do carbono aumenta. (livro 7, p. 124)

No que diz respeito à categoria (iii), apenas dois livros (n. 3 e 10) dão ênfase à contextualização do conceito de oxidação por meio de textos e fotos. É importante ressaltar que os enfoques utilizados por esses livros, na realidade, são mais voltados a situações do cotidiano do que à contextualização do ensino de Química, que relaciona conteúdos de Química com temas envolvendo questões ambientais, sociais, econômicas e éticas. Esses livros, ao relacionarem questões como o azedamento do vinho, a reação de oxidação-redução ocorrida no bafômetro (Figura 1) ou um incêndio como reações de oxidação completa, na verdade estão exemplificando processos do cotidiano.

Entendemos que para se alcançar o objetivo de um ensino de Química para a formação do exercício da cidadania torna-se necessário, além de um enfoque do cotidiano, discutir as dimensões sociais do conteúdo em foco.

Analisando a categoria (iv), observou-se que apenas dois livros (n. 8 e 10) se referem a reações de oxidação sem a necessária presença de oxigênio. Na revisão feita sobre o conceito de oxidação, os autores comentam a existência dessas reações sem a

presença de oxigênio:

Já sabemos que, quando numa reação um mesmo elemento químico aparece com Nox diferente no reagente e no produto, isso significa que ocorreu transferência de elétrons. Caso estejam envolvidas substâncias iônicas, a transferência de elétrons é efetiva. Se envolver substância covalente, a transferência de elétrons é aparente. (livro 8, p. 202)

Os demais 15 livros abordam esse tipo de reação com a idéia de que o oxigênio é fator imprescindível. Diante dessa realidade, os alunos que não contarem com a intervenção do professor para contornar essa situação seguramente terão dificuldades em compreender que “reações de oxidação” em Química Orgânica não são reações que envolvem, necessariamente, a presença de oxigênio (Mortimer e Miranda, 1995).

Entendemos que, para que haja uma melhor compreensão do conceito de oxidação-redução em Química Orgânica pelos estudantes, os livros didáticos deveriam, no tratamento desse tópico, registrar enfoques sobre: o fenômeno da transferência de elétrons, a variação do número de oxidação no carbono nessas reações, a similaridade entre os fenômenos de oxidação e combustão, a conservação dos elementos químicos em tais reações, além das discussões sobre suas dimensões sociais, ambientais, políticas e econômicas. É de fundamental importância que se desvincule as reações de oxidação da obrigatória presença de oxigênio.

Considerações finais

Os resultados observados revelaram que a maioria dos livros didáticos de Química Orgânica se apresenta de forma pouco adequada em relação aos parâmetros investigados. Eles manifestam uma forte padronização de características que, em nossa ótica, são desfavoráveis ao ensino-aprendizagem do conceito de oxidação-redução, contribuindo para uma confusão conceitual nos alunos e professores de Química.

