

Metais Pesados no Ensino de Química

Verônica Ferreira Lima e Fábio Merçon

A conceituação de metal pesado engloba aspectos ambientais e toxicológicos. Os metais pesados podem se tornar um tema para a contextualização do ensino de química, pois propiciam a correlação entre o conhecimento científico e suas implicações tecnológicas, sociais e ambientais. Apesar de sua importância, em um estudo realizado com 14 livros didáticos de Química para a educação básica publicados entre 1995 e 2007, apenas um fez uma abordagem contextualizada e indicou a importância da massa atômica e da toxicidade para sua identificação.

► metal pesado, livro didático, química ambiental ◀

Recebido em 28/09/2010, aceito em 27/09/2011

199

Metal pesado é um conceito muito usado em nosso dia a dia, sendo associado como uma substância tóxica, geralmente proveniente de um descarte inadequado de um rejeito no meio ambiente. Levando-se em consideração que a conceituação de metal e questões envolvendo química e meio ambiente são temas abordados no ensino médio, os metais pesados podem se tornar um importante tema contextualizador no ensino de química.

Diante desses fatos, no presente trabalho, realizou-se um estudo sobre esse tema. Inicialmente, foram abordados os diversos aspectos envolvidos na conceituação de metal pesado. Em seguida, buscou-se avaliar a transposição didática desse conceito, realizando uma análise de sua abordagem nos livros didáticos de química na educação básica. Por fim, foram propostas atividades didáticas que propiciaram a articulação entre o tema e os conteúdos programáticos da disciplina.

Conceituando os metais pesados

Ao longo das últimas décadas, diversos pesquisadores e autores reportaram definições para metal pesado. Duffus (2002), em um relatório técnico apresentado à União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), relatou os resultados de uma extensa revisão bibliográfica sobre as definições de metal pesado. Em relação às propriedades químicas, as principais definições identificadas foram:

Massa específica: metais pesados apresentam massa específica elevada, sendo maior ou igual a um determinado valor de referência que, em função de cada publicação, varia entre 3,5 e 7,0 g/cm³;

Massa atômica: metais pesados apresentam elevada massa atômica,

sendo o sódio (massa atômica igual a 23) usado como referência;

Número atômico: metais pesados apresentam elevado número atômico, sendo o cálcio (número atômico igual a 20) usado como referência.

Dentro desses critérios, alguns autores consideram que qualquer tipo de metal pode ser um metal pesado, enquanto outros incluem apenas os metais de transição.

Além dessas definições principais, outras também foram relatadas em função de outras propriedades, como a capacidade de formar sabões ou definições que datam de antes de 1936 e empregam critérios variados, como o uso em armas de fogo.

Tendo em vista que a massa específica é uma propriedade muito utilizada para definir um metal pesado, na tabela periódica apresentada na Figura 1, são indicados os metais (exceto os transurânicos) em função

Levando-se em consideração que a conceituação de metal e questões envolvendo química e meio ambiente são temas abordados no ensino médio, os metais pesados podem se tornar um importante tema contextualizador no ensino de química.

Como exemplo, tem-se as espécies químicas de mercúrio. Sua principal espécie catiônica (Hg^{2+}) está associada às partículas em suspensão que se depositarão em sedimentos nos corpos d'água. Nos sedimentos, micro-organismos convertem esse cátion em dimetilmercúrio, $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$, o qual, em função do pH do meio, é convertido em metilmercúrio, HgCH_3 . Em função de sua lipossolubilidade em ambientes aquáticos, ao passar pelas brânquias dos peixes, o metilmercúrio se difunde e acumula no tecido adiposo, em um fenômeno conhecido por bioconcentração. No interior do organismo, o metilmercúrio exercerá sua ação tóxica, interagindo com os grupos sulfidríla das enzimas.

De forma análoga ao mercúrio, outros metais pesados têm suas formas mais tóxicas quando ligados a grupos carbônicos. Outro exemplo é o tetrametilchumbo, $\text{Pb}(\text{CH}_3)_4$, um composto orgânico que já foi muito usado como aditivo da gasolina, mas em função de sua elevada toxicidade, deixou de ser utilizado (Moreira e Moreira, 2004).

Impactos causados pelo descarte de metais pesados no meio ambiente

Os metais desempenham funções importantes no metabolismo dos seres vivos. Suas propriedades demonstram-se fundamentais na manutenção da estrutura tridimensional de biomoléculas essenciais ao metabolismo celular. No entanto, enquanto alguns metais são necessários em quantidades mínimas para os seres vivos, outros não apresentam função biológica relevante, podendo causar danos ao metabolismo (Valls e Lorenzo, 2002).

Na Figura 2, é esquematizada a influência da concentração de um metal sobre o desenvolvimento de um ser vivo. Na Figura 2a, tem-se um metal essencial ao organismo, para o qual, inicialmente, o aumento da concentração acarreta melhoria em seu desenvolvimento, que passa de deficiente para ótimo. Entretanto, acima de uma faixa de concentração ótima, o metal passa a exercer uma ação tóxica sobre o desenvolvimento do ser vivo, sendo que há um limite

de concentração, acima do qual o metal é letal. Na Figura 2b, tem-se um metal não essencial ao organismo. Para este, há uma faixa de concentração em que o organismo tolera sua presença. Novamente, acima de determinados limites de concentração, este se torna tóxico e, em seguida, letal. É importante destacar que a essencialidade não é característica única dos metais, ocorrendo com outros elementos químicos.

Para o ser humano, existem 14 metais essenciais: cálcio, potássio, sódio, magnésio, ferro, zinco, cobre, estanho, vanádio, cromo, manganês, molibdênio, cobalto e níquel (Emsley, 2001). Dessa relação, pode-se constatar que até alguns metais considerados tóxicos em concentrações elevadas, como zinco, cobre, cromo e níquel, são fundamentais ao metabolismo em baixas concentrações.

A presença de um metal em um corpo d'água pode afetar os seres que ali habitam de duas formas básicas: pode ser tóxico ao organismo ou pode ser bioacumulado, tendo seu efeito potencializado ao longo da cadeia alimentar. A biomagnificação¹ ou amplificação biológica consiste no aumento progressivo da concentração do metal à medida que se avança na cadeia alimentar. A biomagnificação decorre dos seguintes fatores: a necessidade de um grande número de seres do nível trófico anterior para alimentar um ser do nível trófico posterior e o contaminante não é metabolizável, mas é lipossolúvel, acumulando-se nos tecidos gordurosos dos seres vivos. Em função desse processo, mesmo um descarte de um metal em concentração reduzida

pode trazer dano a um ecossistema (Braga et al., 2002).

Um evento marcante em termos de contaminação por metais pesados e que exemplifica a biomagnificação foi registrado na década de 1950 na Baía de Minamata (Japão). Nesse local, o contínuo descarte de resíduos contendo mercúrio contaminou os peixes e, em consequência, milhares de pessoas que se alimentavam desses peixes (Baird, 2002).

Os metais podem ser encontrados em despejos de diferentes tipos de indústrias, como mineradoras, galvanoplastia, curtumes e manufaturas de produtos eletrônicos. Em relação aos metais, na Tabela 1, são apresentados os limites estabelecidos pela legislação brasileira para o descarte de efluentes e de potabilidade de água para consumo humano. Apesar dos efeitos tóxicos diferirem em relação às espécies de um metal, a legislação faz menção apenas à concentração total de cada metal.

Como se pode constatar, a legislação não se aplica a todos os metais conhecidos, mas apenas àqueles que são comumente encontrados em águas naturais ou residuárias e que podem acarretar riscos à saúde e ao meio ambiente. Analisando a tabela, observa-se que o mercúrio é o metal que apresenta a maior toxicidade, visto que tem as menores concentrações limites, tanto para descarte quanto para potabilidade: 0,01 e 0,001 mg/L, respectivamente. Já o sódio é o de menor toxicidade, não havendo limite para descarte em efluentes e sua concentração máxima permitida em água potável chega a 200 mg/L.

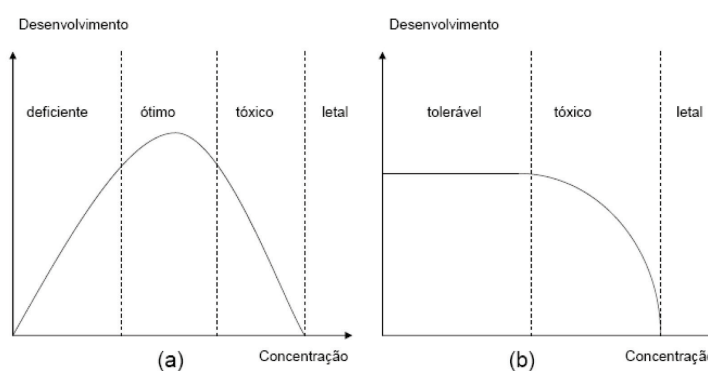


Figura 2. Comportamento de metais no organismo: (a) essencial e (b) não essencial.

Tabela 1. Limites de lançamento de efluentes e de potabilidade de água.

Metal	Concentração (mg/L) para:	
	Lançamento de efluente ⁽¹⁾	Potabilidade de água ⁽²⁾
Alumínio	-	0,2
Antimônio	-	0,005
Bário	5,0	0,7
Cádmio	0,2	0,005
Chumbo	0,5	0,01
Cobre	1,0	2,0
Cromo	0,5	0,05
Estanho	4,0	-
Ferro	15,0	0,3
Manganês	1,0	0,1
Mercurio	0,01	0,001
Níquel	2,0	-
Prata	0,1	-
Sódio	-	200,0
Zinco	5,0	5,0

Fonte: ⁽¹⁾ Ministério do Meio Ambiente (2005); ⁽²⁾ Ministério da Saúde (2004).

Análise do conceito metal pesado em livros didáticos

O conceito metal pesado é constantemente veiculado pelos meios de comunicação. Entretanto, muitas vezes, as informações são meramente superficiais ou até incorretas. Nesse sentido, o ensino de química deve contribuir para uma visão mais ampla do conhecimento científico, de forma a melhorar a compreensão do mundo e contribuir para a formação da cidadania dos alunos.

No intuito de avaliar a formação do conceito de metal pesado na educação básica, em uma segunda etapa deste trabalho, foi realizada uma pesquisa sobre a transposição didática desse conceito por meio da análise de livros didáticos de química na educação básica. A opção pela análise de livros didáticos se justifica pelo fato de este ser o recurso didático mais utilizado no ensino de química (Schnetzler, 1981; Lopes, 1992; Cassab e Martins, 2003; Santos e Mól, 2005). Lutfi (1988) destacou que o livro didático tem um caráter hegemônico no ensino brasileiro, norteando o professor em relação

aos seus objetivos, conteúdos curriculares, exercícios e até exemplos ilustrativos. Mesmo diante das novas tecnologias incorporadas ao sistema educacional, o livro didático continua sendo, em muitos casos, a única fonte de informação tanto para o aluno quanto para o professor (Carneiro et al., 2003; Cassab e Martins, 2003). Assim, esse recurso acaba contribuindo decisivamente na organização dos conteúdos das aulas e na formação de conceitos (Schnetzler, 1981).

Para a realização do estudo, a escolha dos livros didáticos pautou-se nas recomendações do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM/2007), feita a partir de um processo de avaliação pedagógica (Brasil, 2006). Por meio do PNLEM/2007, foram distribuídos 7,2 milhões de livros didáticos de química para professores e alunos de escolas públicas (Brasil, 2008).

Apesar das diversas críticas feitas por pesquisadores e professores aos livros didáticos tradicionais, estes ainda são os mais utilizados pelos professores. Pesquisas realizadas em diferentes regiões do Brasil têm confirmado esse fato (Loguerio et al., 2001; Milagres e Justi, 2001; Santos e Mól, 2005). Em consequência, no presente estudo, também foram incluídos livros didáticos tradicionais, de distribuição em todo território nacional por suas respectivas editoras.

Com base nesses critérios, foram selecionados livros didáticos de onze autores, apresentados na Tabela 2, sendo três edições em volume único, seis coleções de três volumes e duas coleções de três volumes acrescidas dos respectivos volumes únicos.

Os livros didáticos analisados no presente estudo foram lançados no período entre 1995 e 2007. A escolha desse período de estudo justifica-se por ter sido uma época que contemplou o lançamento de três importantes documentos para o Ensino Médio: a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), promulgada em 1996; os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), publicados em 2000; e o PNLEM/2007.

No momento da aquisição dos livros didáticos, estas eram as edi-

ções mais recentes de cada um dos autores analisados. Cabe destacar também que os livros distribuídos para as escolas públicas por meio do PNLEM/2007 e que foram contemplados em nossa análise correspondem às edições que estão em uso até o ano letivo de 2011.

Recentemente, houve o lançamento do Guia de Livros Didáticos de Química – PNLD/2012 (Ministério da Educação, 2011). Com o auxílio deste, os professores das escolas públicas estão recebendo catálogos das novas coleções para seleção dos livros didáticos a serem utilizados a partir de 2012. Nesse sentido, em uma próxima etapa, será feito um desdobramento desta pesquisa mediante um estudo comparativo entre os Programas de Livros Didáticos de Química de 2007 e 2012.

Para cada livro didático selecionado, a metodologia de análise consistiu inicialmente na identificação da citação do conceito metal pesado, seguido da análise da definição proposta pelo autor e/ou do contexto no qual esse conceito foi utilizado. Para facilitar a interpretação dos resultados, foram estabelecidos três possíveis casos de citações:

- Exemplo de aplicação cotidiana dos metais pesados;
- Uso dos metais pesados como elemento contextualizador do ensino de química;
- Apresentação de uma definição de metal pesado.

Dos onze autores analisados, sete deles (64% do total) citaram metais pesados em seus livros. No total, foram 24 citações desse conceito, as quais são apresentadas na Tabela 3. Dessa tabela, constata-se que por seis vezes os metais pesados foram citados apenas como exemplos de aplicações práticas, que incluíram sua presença na composição de pedras preciosas (Carvalho - v. 2), participação em reações orgânicas dos alcinos (Feltre - v. 3 e Carvalho - v. 3) e a simples indicação como um componente na ficha técnica de produto químico (Nóbrega et al. - v. 1, 2 e único). Esse tipo de citação consiste meramente em um exemplo

Tabela 2. Livros didáticos analisados neste trabalho.

Autor	Título	V**	Editora	Ano
Bianchi et al.*	Universo da química	1	FTD	2005
Carvalho	Química moderna	3	Scipione	1995
Covre	Química: o homem e a natureza	3	FTD	2000
Feltre*	Química	3	Moderna	2004
Hartwig et al.	Química	3	Scipione	1999
Lembo	Química – Realidade e contexto	3	Ática	2003
Mortimer e Machado*	Química para o ensino médio	1	Scipione	2003
Peruzzo (Tito) e Canto*	Química na abordagem do cotidiano	3	Moderna	2003
Santos et al.*	Química e sociedade	1	Nova Geração	2005
Nóbrega et al.	Química	3	Ática	2001
	Química	1	Ática	2008
Usberco e Salvador	Química	3	Saraiva	2005
	Química essencial	1	Saraiva	2007

* Livros recomendados pelo PNLEM (Ministério da Educação, 2006); ** Número de volumes

ilustrativo da química em nosso dia a dia, sem contribuir para a formação do conceito de metal pesado ou para uma abordagem crítica.

Em outro tipo de situação, constatou-se que, por quinze vezes, os metais pesados foram associados como poluentes que causam efeitos negativos ao meio ambiente e à saúde humana. Em uma abordagem contextualizada das questões ambientais, seis autores analisaram o descarte inadequado dos metais pesados no meio ambiente (Bianchi et al.; Feltre; Lembo; Nóbrega et al.; Santos et al.; Usberco e Salvador). Apenas Lembo e Santos et al. apresentaram uma explicação sobre a toxicidade dos metais pesados devido à sua ação inibitória das enzimas que participam do metabolismo.

Apenas dois autores apresentaram uma definição de metal pesado. O autor Geraldo Carvalho, em sua coleção *Química moderna*, por duas vezes, conceitua metal pesado como metal com massa específica superior a 5 g/cm³. A primeira definição é feita no volume 1, ao diferenciar metais e ametais, e a segunda definição é dada no volume 3, ao se abordar a densidade como propriedade periódica. Apesar de propor uma definição baseada em uma propriedade química, o autor não faz uma discussão dentro de um contexto socioambiental. A ausência da contextualização pode ser um reflexo do período no

Tabela 3. Citação do termo metal pesado nos livros didáticos analisados.

Livro didático (volume)	Página (volume)	Formato da citação
Bianchi et al.	40 (vol. único)	Contexto ambiental
Carvalho	52 (vol. 1)	Definição por massa específica
	71 (vol. 2)	Exemplo de aplicação cotidiana
	85 (vol. 3)	Definição por massa específica
	315 (vol. 3)	Exemplo de aplicação cotidiana
Feltre	53 e 320 (vol. 2)	Contexto ambiental
	258 (vol. 3)	Exemplo de aplicação cotidiana
Lembo	30 e 39 (vol. 2)	Contexto ambiental
	335 (vol. 3)	Contexto ambiental
Santos et al.	46, 52, 53, 454, 658, 660 e 661	Contexto ambiental
	659 (vol. único)	Definição por massa atômica e toxicologia
Nóbrega et al.	75 (vol. 1)	Exemplo de aplicação cotidiana
	61 (vol. 2)	Exemplo de aplicação cotidiana
	158 (vol. 3)	Contexto ambiental
	75 (vol. único)	Exemplo de aplicação cotidiana
Usberco e Salvador	445 (vol. 3)	Contexto ambiental

qual a coleção foi lançada (final da década de 1990), época em que não era comum os livros didáticos de formato tradicional abordarem a correlação entre o conhecimento científico e suas implicações tecnológicas, sociais e ambientais. Não houve lançamento de uma nova edição dessa coleção até o período de realização da pesquisa (2008/2009), apenas com novas reimpressões.

Santos et al, em seu livro *Química e sociedade*, também abordaram a questão ambiental envolvida no des-

carte inadequado de pilhas e baterias, além de apresentarem uma definição para metal pesado. Em sua definição, esses autores citaram que metais pesados são metais tóxicos de massa atômica elevada, destacando que a toxicidade é diretamente associada às massas. Nesse sentido, os autores buscaram construir o conceito de metal pesado, relacionando tanto suas propriedades químicas quanto os aspectos ambientais e toxicológicos. Dentro de uma perspectiva de ensino de CTSA, que busca a inclusão

das questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente no ensino de ciências, esses autores ainda buscaram discutir possíveis ações que podem contribuir para a solução de problemas causados pela contaminação por metais pesados decorrente do descarte inadequado de pilhas e bateria, além de proporem questões para reflexão e debates a cerca desse tema.

Da análise realizada, pode-se constatar que a maioria dos autores faz uso do conceito metal pesado sem apresentar uma definição. Essa ausência pode ser consequência da falta de consenso a cerca desse conceito na comunidade científica. Entretanto, ao não se propor uma definição com base científica, abre-se espaço para que os alunos construam o conceito a partir das informações veiculadas pelos meios de comunicação. Essas informações nem sempre são precisas e, muitas vezes, transformam a química em vilã ao enfatizar apenas os efeitos dos poluentes sobre o ambiente e a saúde humana.

A educação básica tem um importante papel para desmistificar essa visão distorcida e apresentar ao aluno a importância do conhecimento científico para a compreensão das questões que afligem o mundo contemporâneo. A partir dos fatos do nosso dia a dia, dos meios de comunicação e da vivência dos alunos, o professor deve buscar construir o conhecimento científico de forma a proporcionar uma releitura do mundo por meio de uma evolução conceitual (Mortimer et al., 1996).

Os metais pesados como tema contextualizador do ensino de química

Diante das questões levantadas ao longo do texto, a abordagem dos metais pesados pode se transformar em um elemento contextualizador do ensino de química por meio do qual o professor estimula a resolução de situações-problema, valorizando as capacidades de julgamento e de tomada de decisão. Além disso, deve-se buscar não só a compreensão dos conceitos científicos, mas sua correlação com as aplicações tecno-

lógicas, bem como suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. É fundamental destacar a necessidade da participação de cada um de nós na busca de soluções para as questões socioambientais, em ações que têm início em nossos lares como coleta seletiva do lixo e o descarte correto de pilhas e baterias.

Nesse contexto, algumas questões podem ser abordadas a partir do tema metal pesado:

- Os metais são importantes para nossa sociedade?
- Como os metais são obtidos?
- Quais as aplicações dos metais em nosso dia a dia?
- É possível extrair minérios e metais da natureza de modo sustentável?
- O que pode acontecer ao ambiente quando se tem um descarte inadequado de metais pesados?
- Como podemos evitar o descarte inadequado de metais pesados na natureza?
- O que podemos fazer para contribuir?

Em relação aos conteúdos programáticos, geralmente desenvolvidos nas escolas, os metais pesados podem ser inseridos na abordagem dos seguintes conteúdos:

- Classificação periódica dos elementos: pode-se abordar classificações distintas de metais pesados com base em massa atômica, número atômico e densidade;
- Reações orgânicas: emprego de metais pesados na identificação de alcinos verdadeiros (terminais) e falsos (não terminais);
- Constante do produto de solubilidade em função da baixa solubilidade de hidróxidos e sulfetos de metais pesados;
- Funções inorgânicas: bases, óxidos e sais de metais pesados e sais;
- Reações inorgânicas: fatores de ocorrência de reações de simples troca e dupla troca;
- Eletroquímica: eletrodeposição de metais por eletrólise;
- Soluções: unidades de concen-

tração de metais dissolvidos em corpos d'água.

O tema também permite uma abordagem interdisciplinar em conjunto com a biologia ao se correlacionar o processo de biomagnificação com a cadeia alimentar. Também é possível uma articulação com o metabolismo dos seres vivos, iniciando uma discussão sobre os elementos químicos essenciais e suas concentrações ótimas, o que nos remete ao pensamento do famoso médico e alquimista europeu Paracelso (1493-1541), segundo o qual, a diferença entre o remédio e o veneno está na dose.

Considerações finais

Metal pesado demonstrou ser um conceito em evolução, o que acarreta diversas incertezas em sua definição. Se há algumas décadas bastava se conhecer a densidade de um elemento para defini-lo como *pesado*, atualmente as questões ambientais e toxicológicas têm um papel fundamental na caracterização de um metal pesado. De acordo com a literatura científica, as definições mais antigas baseiam-se em propriedades químicas como massa atômica, número atômico e massa específica. Entretanto, as conceituações mais recentes levam em consideração aspectos ambientais e toxicológicos. Nesse sentido, outros fatores importantes foram agregados a essa abordagem, tais como espécie química, biodisponibilidade, bioconcentração e amplificação biológica.

Visando avaliar o processo de transposição didática do conceito, foram avaliados onze autores de livros didáticos de química para o ensino médio. Essa análise indicou que o conceito foi citado em sete desses livros, sendo que cinco utilizaram o conceito em uma abordagem contextualizada de questões ambientais; um definiu o conceito em relação à sua massa específica; e apenas um fez uma abordagem contextualizada e indicou a importância da massa atômica e da toxicidade para a identificação de um metal pesado. A falta de uma definição formal de metal pesado se reflete nos livros didáticos

de química na educação básica. Por outro lado, esse conceito pode se tornar um tema extremamente rico nas aulas de química.

Esse tema não só propicia a discussão de questões que envolvem o conhecimento científico e tecnológico com suas implicações sociais e ambientais, como também permite a abordagem de diversos conteúdos programáticos de química como classificações periódica dos elementos, funções e reações inorgânicas, equilíbrio químico, eletroquímica e reações orgânicas. Nesse sentido,

a abordagem dos metais pesados demonstra-se uma importante estratégia didática para um ensino crítico e comprometido com a formação da cidadania.

Notas

1- Biomagnificação e bioconcentração são termos que englobam aspectos semelhantes, mas que apresentam significados distintos. A bioconcentração é o acúmulo de uma determinada substância nos organismos aquáticos, preferencialmente em seu tecido adiposo, devido

à sua lipossolubilidade. Por sua vez, a biomagnificação corresponde ao aumento da concentração de uma determinada substância ao longo da cadeia alimentar.

Verônica Ferreira Lima (vrone_k@ibest.com.br) é aluna de licenciatura em Química na UERJ e bolsista do programa de iniciação científica (PIBIC/SR-2/ UERJ). **Fábio Merçon** (mercon@uerj.br), formado em Engenharia Química e Licenciatura em Química pela UERJ, doutor em Ciências em Engenharia Química pela COPPE/UFRRJ, é docente do Departamento de Tecnologia de Processos Bioquímicos do Instituto de Química da UERJ e do Departamento de Ciências da Natureza do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAP/UERJ).

Referências

BAIRD, C. *Química ambiental*. Trad. M.A.L. Recio e L.C.M. Carrera. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BARRA, C.M. et al. Especificação de arsênio – uma revisão. *Química Nova*, v. 23, n. 1, p. 58-70, 2000.

BRAGA, B. *Introdução à engenharia ambiental*. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. *Portaria nº 366 de 31 de janeiro de 2006*. Diário Oficial da União. Seção 1. ed. 23. Imprensa Nacional. Brasília. 01 de fevereiro de 2006.

_____. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio - PNLEM*. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb>, acessada em Março de 2008.

_____. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Guia de livros didáticos : PNLD 2012 : Química. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/index.php/pnld-guia-do-livro-didatico>. Acessado em: maio 2011.

_____. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Portaria nº. 518: Controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.

_____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº. 357: Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e outras providências. Brasília, mar. 2005.

CARNEIRO, M.H.S. A inovação do livro didático de ciências e a visão dos professores: análise da visão dos professores de um livro didático de química inovador. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUI-

SA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 4, 2003. Atas..., Bauru, 2003.

CASSAB, M. e MARTINS, I. A escolha do livro didático em questão. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 4, 2003. Atas..., Bauru, 2003.

DUFFUS, J.H. Heavy metals - A meaningless term? *Pure and Applied Chemistry*. v. 74, n. 5, p. 793-807, 2002.

EMSLEY, J. Moléculas em exposição: o fantástico mundo das substâncias e dos materiais que fazem parte de nosso dia a dia. São Paulo: Edgar Blücher, 2001.

HAWKES, S.J. What is a heavy metal? *Journal of Chemical Education*, v. 74, n. 11, p. 1374, 1997.

GUIMARÃES, V. e SÍGOLO, J.B. Detecção de contaminantes em espécie bioindicadora (*Corbicula fluminea*) – Rio Ribeira de Iguape – SP. *Química Nova*, v. 15, n. 3, p. 254-261, 1992.

LOGUERCIO, R.Q.; SAMRSLA, V.E.E. e DEL PINO, J.C. A dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de química. *Química Nova*, v. 24, n. 4, p. 557-562, 2001.

LOPES, A.R.C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química. I. Obstáculos animistas e realistas. *Química Nova*, v. 15, n. 3, p. 254-261, 1992.

LUTFI, M. *Cotidiano e educação em química*. Ijuí: Unijuí, 1988.

MILAGRES, V.S.O. e JUSTI, R.S. Modelos de ensino de equilíbrio químico – Algumas considerações sobre o que tem sido apresentado em livros didáticos no ensino médio. *Química Nova na Escola*, n. 13, p. 41-46, 2001.

MORAES, E.C.F.; SZNELWAR, R.B. e FERNÍCOLA, N.A.G.G. *Manual de toxicologia analítica*. São Paulo: Roca, 1991.

MOREIRA, F.R. e MOREIRA, J.C. A importância da análise de especiação do chumbo em plasma para avaliação dos riscos à saúde. *Química Nova*, v. 27, n. 2, p. 251-260, 2004.

MORTIMER, E.F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? Investigações em Ensino de Ciências, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

SANTOS, S.M.O. e MÓL, G.S. Critérios para a avaliação de livros didáticos de química para o ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 5, 2005. Atas..., Bauru, 2005.

SCHNETZLER, R.P. Um estudo sobre o tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros dirigidos ao ensino secundário de química de 1875 a 1978. *Química Nova*, v. 4, n. 1, p. 6-15, 1981.

VALLS, M. e LORENZO, V. Exploiting the genetic and biochemical capacities of bacteria for remediation of heavy metal pollution. *FEMS Microbiology Reviews*, v. 26, p. 327-338, 2002.

Para saber mais

<http://www.atsdr.cdc.gov> - A Agência para Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças (Agency for Toxic Substances and Disease Registry - ATSDR) é um órgão do governo dos Estados Unidos que mantém uma lista de substâncias perigosas (2007 CERCLA Priority List of Hazardous Substances) e tem informações sobre riscos e cuidados a se tomar com metais pesados e outras substâncias tóxicas.

SOUZA, J.R. e BARBOSA, A.C. Contaminação por mercúrio e o caso da Amazônia. *Química Nova na Escola*, v. 12, p. 3-7, 2000.

Abstract: Heavy metal in chemistry teaching - The concept of heavy metal involves environmental and toxicological aspects. In classroom, this concept could be the subject for a contextualized Chemistry teaching, since it allows the correlation between scientific knowledge and its technological, social and environmental implications. Despite its importance, in a research with 14 COUvirLer foneticamentehemistry high-school textbooks published between 1995 and 2007, only one textbook had made a contextualized approach and indicated the importance of atomic mass and toxicity for heavy metal characterization.

Keywords: heavy metal, textbook, environmental chemistry.