

Articulação de Conceitos Químicos em Um Contexto Ambiental por Meio do Estudo do Ciclo de Vida de Produtos

Alfredo Luis Martins Lameirão Mateus, Andréa Horta Machado e Lilian Borges Brasileiro

A abordagem de questões ambientais em aulas de química vem sendo tema de reflexões recentes em nossa comunidade. Buscando configurar um espaço que propiciasse a interlocução do conhecimento químico com questões ambientais, foi proposto o desenvolvimento de projetos que consideram a perspectiva da análise do *ciclo de vida de produtos*. No âmbito do ensino de química, a abordagem desse ciclo se mostra como articuladora entre o contexto ambiental e os aspectos do conhecimento químico.

► ciclo de vida de produtos, educação ambiental, ensino contextualizado ◀

Recebido em 10/07/08, aceito em 28/04/09

O ensino de conceitos químicos em uma abordagem contextualizada em aulas de química vem sendo tema de reflexões recentes em nossa comunidade (Lopes, 2002; Santos e Schnetzler, 1997; Santos e Mortimer, 1999a; 1999b) e faz parte das recomendações incluídas nos documentos do Ministério da Educação para o Ensino Médio de Química.

Nesse sentido, o princípio da contextualização estabelecido nas DCNEM e referendado pelos PCNEM e pelos PCN+ é aqui assumido, em seu papel central na formação da cidadania, pela reflexão crítica (com conhecimento) e interativa sobre situações reais e existenciais para os estudantes. Além dessa função, entendemos que a recontextualização pedagógica do conteúdo químico é também fundamental na concretização dos conteúdos curriculares pela relação entre teoria e prática. Os processos

de construção do conhecimento escolar supõem a inter-relação dinâmica de conceitos cotidianos e químicos, de saberes teóricos e práticos, não na perspectiva da conversão de um no outro, nem da substituição de um pelo outro, mas, sim, do diálogo capaz de ajudar no estabelecimento de relações entre conhecimentos diversificados, pela constituição de um conhecimento plural capaz de potencializar a melhoria da vida.

Assim sendo, a contextualização no currículo da base comum poderá ser constituída por meio da abordagem de temas sociais e situações reais de forma dinamicamente articulada, que possibilitem a discussão,

A química é espaço privilegiado para a consideração de materiais, sua constituição, propriedades e transformações, assim como a consideração das inter-relações entre os níveis teórico, representacional e fenomenológico.

transversalmente aos conteúdos e aos conceitos de Química, de aspectos sociocientíficos concernentes a questões

ambientais, econômicas, sociais, políticas, culturais e éticas. A discussão de aspectos sociocientíficos articuladamente aos conteúdos químicos e aos contextos é fundamental, pois propicia que os alunos compreendam o mundo social em

que estão inseridos e desenvolvam a capacidade de tomada de decisão com maior responsabilidade, na qualidade de cidadãos, sobre questões relativas à Química e à Tecnologia, e desenvolvam também atitudes e valores comprometidos com a cidadania planetária em busca da preservação ambiental e da diminuição das desigualdades econômicas, sociais, culturais e étnicas. (Brasil, 2006, p. 120-121)

A seção "Química e sociedade" apresenta artigos que focalizam diferentes inter-relações entre Ciência e sociedade, procurando analisar o potencial e as limitações da Ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais.

Já está bem estabelecida a discussão sobre aspectos centrais desejáveis na abordagem do Ensino Médio de química. Parece haver um consenso de que a química é espaço privilegiado para a consideração de materiais, sua constituição, propriedades e transformações, assim como a consideração das inter-relações entre os níveis teórico, representacional e fenomenológico (Mortimer e cols., 2000; Brasil, 2006).

Uma investigação realizada em contextos escolares, nos quais professores optavam por um ensino da química de forma contextualizada, evidenciou a dificuldade de se abordar os conteúdos químicos dessa forma. Ao se trabalhar questões mais contextuais, o conhecimento químico ficava, em geral, relegado a um segundo plano (Santos, 2002).

A articulação entre o conhecimento químico e os contextos nos quais esse conhecimento se faz presente não é algo elementar de ser feito. É possível colocar esses aspectos conceituais centrais em um contexto ambiental relevante? Que estratégias, que instrumentos, quais situações seriam mais adequadas para favorecer a articulação entre aprendizagem de conteúdos químicos e contextos socioeconômico-ambientais relevantes?

Em busca de soluções

Buscando configurar um espaço que propiciasse a interlocução do conhecimento químico com questões ambientais, propusemos a alunos do 1º ano dos Ensinos Médio e Profissional do Colégio Técnico da UFMG (COLTEC) o desenvolvimento de projetos que consideram a perspectiva da análise do *ciclo de vida de produtos* (Chehebe, 2000). Esses projetos têm sido desenvolvidos anualmente desde 2000.

A legislação brasileira define produto como um “bem, móvel ou imóvel, material ou imaterial” (Brasil, 1990, s/p). Aqui nos referimos a “produto” como um material acabado, resultante de um processo produtivo

ou de industrialização.

A ideia de ciclo de vida de produtos tem inspiração no desenvolvimento de uma concepção ecológica dos produtos, principalmente por uma área de conhecimento denominada ecodesign, que busca assegurar que a origem de um produto envolva o uso racional de energia, água e matérias-primas. Kazazian (2005)

A área de conhecimento denominada ecodesign busca assegurar que a origem de um produto envolva o uso racional de energia, água e matérias-primas.

assim coloca a contribuição do ecodesign: produzir sem destruir, concebendo objetos cotidianos de uso durável, tendo um fim assimilável por outros processos da vida.

Nesse âmbito, tem se tornado com

um a realização de análises do ciclo de vida dos produtos por parte das indústrias. Tais análises têm por objetivo avaliar de maneira quantitativa os impactos ambientais relacionados a um produto ou serviço desde a sua concepção mercadológica, planejamento, extração e uso de matérias-primas, gasto de energia, transformação industrial, transporte e consumo até seu destino final. Na presente proposta, apenas uma análise qualitativa simplificada do ciclo de vida foi realizada pelos alunos, uma vez que a metodologia para a análise quantitativa é mais complexa, fugindo dos objetivos principais do trabalho.

O projeto: Ciclo de vida de produtos

A elaboração dos projetos considerou que os alunos envolvidos estão inseridos em um contexto urbano. Depois de discutirmos o conceito de ciclo de vida e exercitarmos em grupo alguns possíveis impactos ambientais envolvidos, cada grupo escolheu um produto ou embalagem para estudar. Partimos de embalagens e produtos consumidos pelos adolescentes: papel higiênico, embalagens de salgadinhos, garrafas PET etc. Os trabalhos abrangeram os materiais mais comumente envol-

vidos em processos de reciclagem: plásticos, papéis, vidros e metais.

Em todos os projetos, os alunos deveriam explicitar os materiais constituintes do produto ou da embalagem e aprofundar sua constituição, no nível molecular, suas propriedades e transformações envolvidas em seu processo de produção. Além disso, foram solicitados a refletir sobre o descarte dos materiais, considerando o que é possível e o que é feito hoje no Brasil.

Foram estimulados a repensar hábitos de consumo e recomendações a serem seguidas para o descarte. Todos construíram o ciclo de vida do produto analisado, destacando o caminho de origem e o destino após o uso.

Metodologia do projeto

O projeto teve como objetivo possibilitar aos alunos a realização de pesquisas e discussões a respeito de um tema atual e relevante. Foi dividido em três etapas, sendo uma para cada trimestre do ano letivo.

1ª etapa – O que é ciclo de vida de produtos

O objetivo dessa etapa foi apresentar o conceito de ciclo de vida de um produto. Para isso, sugerimos a apresentação dos vídeos:

1. *A história das coisas* (The story of stuff) – Documentário feito pela ativista Annie Leonard. Tem a duração de 20 minutos e

[...] é baseado nos subterfêneos de nossos padrões de consumo. [...] Da extração e produção até a venda, consumo e descarte, todos os produtos em nossa vida afetam comunidades em diversos países, a maior parte delas longe de nossos olhos. [...] *A história das coisas* revela as conexões entre diversos problemas ambientais e sociais, e é um alerta pela

A análise do ciclo de vida dos produtos possibilita que se discuta: a constituição dos materiais; o processo de produção; as transformações químicas; as propriedades e estrutura dos materiais; os impactos ambientais e as relações de consumo.

urgência em criarmos um mundo mais sustentável e justo. [...] Nos ensina muita coisa, nos faz rir, e pode mudar para sempre a forma como vemos os produtos que consumimos em nossas vidas. (Sununga, 2008, s/p)

A versão brasileira, já dublada para o português, foi idealizada e realizada como um projeto coletivo da comunidade de Permacultura do Orkut com trabalho voluntário e doação do tempo do estúdio (Ambiente ecológico, 2009). O arquivo dublado está disponível em Sununga (2009).

2. *A vida das embalagens* – TV Escola¹ (Bibvirt, 2009).

3. *Papel: origem, aplicações e processos* – Vídeo produzido pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ, 2007).

4. *Vidros: evolução, aplicações e reciclagem* – Vídeo produzido pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ, 2007).

5. *Vidros: origem, arte e aplicações* – Vídeo produzido pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ, 2007).

6. *Polímeros sintéticos* – Vídeo produzido pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ, 2007).

Tarefa de casa: Passeio no supermercado

Cada aluno fez uma visita a um supermercado procurando observar embalagens dos mais variados tipos. Selecionou aquelas que considerava mais relevantes e, principalmente, aquelas que despertaram sua curiosidade com relação à constituição.

Os alunos trouxeram as embalagens que selecionaram e decidiram qual seria investigada pelo grupo.

2ª etapa – Conhecendo a embalagem

Sobre os materiais que constituem a embalagem

Cada grupo elaborou um trabalho escrito contendo as respostas para as seguintes questões relacionadas com a embalagem selecionada:

- o material (ou materiais) de que é constituída;
- origem de cada material que constitui a embalagem;
- processos de transformação envolvidos desde a matéria-prima (ou matérias-primas) até a obtenção da embalagem em sua forma final;
- propriedades dos materiais que constituem a embalagem e relações das propriedades com seu uso.

Sobre a energia envolvida na produção da embalagem

A maioria dos processos de produção envolve a utilização de calor e/ou eletricidade. Nessa etapa, os alunos investigaram como esse aspecto acontece em relação à embalagem selecionada pelo grupo.

Sobre os processos de transporte envolvidos durante as várias etapas

Nessa etapa, os alunos investigaram quais são e como ocorrem os processos de transporte dentro e entre cada etapa do ciclo de vida da embalagem.

Diagrama de trocas

Todo o ciclo de vida de uma embalagem envolve entradas (materiais, fontes e energia) e saídas (produtos e emissões para o ar, a água e o solo). Chamaremos de trocas essas entradas e saídas. Isso engloba tudo que é trocado com ambiente. Nessa etapa, os alunos elaboraram diagramas de troca para o ciclo de vida da embalagem selecionada.

3ª etapa – Construindo o ciclo de vida da embalagem

Ciclo de vida

Nessa etapa, os alunos construí-

ram um esquema para o ciclo de vida da embalagem selecionada, considerando todos os aspectos levantados anteriormente.

Implicações sociais, econômicas e ambientais

Nessa parte, os alunos elaboraram comentários sobre aspectos sociais, econômicos, ambientais envolvidos na produção, no uso e no descarte das embalagens. Realizaram levantamentos sobre quantidades produzidas e impactos ambientais, econômicos e sociais associados ao ciclo de vida daquela embalagem.

Considerações finais

Para finalizar o trabalho, os grupos elaboraram suas conclusões, nas quais era preciso incluir respostas às seguintes questões:

- O que o grupo aprendeu com o trabalho?
- Que questões nunca tinham pensado antes?
- Que reflexões podem fazer sobre a questão do consumo consciente?

Para os professores de química

A análise do ciclo de vida dos produtos possibilita que se discuta: a constituição dos materiais que compõem o produto; o processo de produção tanto das matérias-primas como dos componentes do produto; transformações químicas envolvidas; propriedades dos materiais; estrutura dos materiais; relação estrutura/propriedades; impactos ambientais em cada etapa; relações de consumo.

No âmbito do ensino de química, a abordagem do ciclo de vida dos produtos mostra potencial articulador entre os contextos sócio-econômicos-ambientais-culturais e o conhecimento químico.

Em nossa avaliação, o projeto tem sido muito importante para a amplia-

No âmbito do ensino de química, a abordagem do ciclo de vida dos produtos mostra potencial articulador entre os contextos sócio-econômicos-ambientais-culturais e o conhecimento químico.

O projeto tem sido muito importante para a ampliação da consciência de nossos alunos em relação à origem dos materiais, suas transformações e as inúmeras relações que são estabelecidas ao longo desses processos.

ção da consciência de nossos alunos em relação à origem dos materiais, suas transformações e as inúmeras relações que são estabelecidas ao longo desses processos. Dessa forma, o conhecimento químico vem sendo abordado de forma contextualizada, mas sem perder de vista a construção dos conceitos que são fundamentais para a compreensão dessa ciência.

Nota

1. Em 2004, a TV Escola – MEC produziu uma série chamada *Com Ciência* e incluiu um documentário com o título *A vida das embalagens*, que relata esse projeto desenvolvido no COLTEC. Esse vídeo pode ser acessado na página da Biblioteca Virtual do Estudante de Língua Portuguesa (Bibvirt, 2009), Ao entrar na página,

clicar em VIDEOS – TV ESCOLA – ENSINO MÉDIO – COM CIÊNCIA.

Alfredo Luis Martins Lameirão Mateus (almateus@gmail.com), bacharel e mestre em Química pela USP, doutor em Química pela Universidade da Flórida, é professor do COLTEC. **Andréa Horta Machado** (andrea@coltec.ufmg.br), bacharel e licenciada em Química pela UFMG, mestre e doutora em Educação pela UNICAMP, é professora do COLTEC. **Lilian Borges Brasileiro** (lilian@coltec.ufmg.br), bacharel em Química, mestre e doutora em Química Orgânica pela UFMG, é professora do COLTEC.

Referências

AMBIENTE ecológico. *Um documentário sobre o consumo*. Disponível em: <http://groups.google.com/group/ambienteecologico/browse_thread/thread/b7b5954f45966dc>. Acesso em 19 mai. 2009.

BIBVIRT. Biblioteca Virtual do Estudante de Língua Portuguesa. Disponível em <<http://www.bibvirt.futuro.usp.br>>. Acesso em 19 mai. 2009.

BRASIL. *Lei 8.078*, de 11 de setembro de 1990. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/18078.htm>>. Acesso em 19 mai. 2009.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2/Secretaria de Educação Básica*. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

CHEHEBE J.R. *Análise do ciclo de vida de produtos*. São Paulo: Qualitymark, 2000.

KAZAZIAN, T. *Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável*. São Paulo: SENAC, 2005.

LOPES, A.C. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. *Educação e Sociedade*, Campinas. v. 23, n. 80, p. 386-400, setembro/2002.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. e

ROMANELLI, L.I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*. v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

SANTOS, W.L.P. *Aspectos sócio-científicos em aulas de química*. 2002. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

SANTOS, W.L.P.; SCHNETZLER, R.P. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: INIJUÍ, 1997.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de Química e Ciências. In: 22ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 22, 1999a, *Livro de Resumos... Poços de Caldas*.

_____. A dimensão social do ensino de Química: um estudo exploratório da visão de professores. In: II Encontro Brasileiro de Pesquisa em Ensino de Ciências, 1999, Valinhos. *Anais...* Florianópolis: ABRAPPEC, 1999.

SBQ. Sociedade Brasileira de Química. *Programas de TV Química Nova na Escola*. DVD. 2007

SUNUNGA. *História das coisas – versão brasileira*. Disponível em: <<http://www.sununga.com.br/HDC>>. Acesso em 19 mai. 2009.

Para saber mais

ABAL. Associação Brasileira do Alumínio. Disponível em: <<http://www.abal.org.br>>.

ABIPET. Associação Brasileira da Indús-

tria do PET. Disponível em: <www.abipet.com.br>.

ABIVIDRO. Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro. Disponível em: <<http://www.abividro.org.br>>.

BRACELPA. Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br>>.

CANTO, E.L. *Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?* São Paulo: Moderna, 1997.

CANTO, E.L. *Minerais, minérios e metais*. De onde vêm? Para onde vão? São Paulo: Moderna, 1996.

CEI. Centro de Ecologia Integral. Disponível em: <<http://www.ecologiaintegral.org.br>>.

MATEUS, A.L. e MOREIRA, M.G. *Construindo com PET – como ensinar truques novos a garrafas velhas*. Belo Horizonte: Fundação Ciência Jovem, 2005.

MUNHOZ, D. O mistério das coisas prontas. *Revista Ecologia Integral*, Ano 4, n. 18, jan./fev., p. 27, 2004.

NASCIMENTO, R.M.M., VIANA, M.M.M., SILVA, G.G. e BRASILEIRO, L.B. Embalagem cartonada longa vida: lixo ou luxo? *Química Nova na Escola*, n. 25, p. 3-7, 2007.

PEREIRA, R.C.C., MACHADO, A.H. e SILVA, G.G. (Re)conhecendo o PET. *Química Nova na Escola*, n. 15, p. 3-5, 2002.

SANTOS, C.P.; REIS, I.N.; MOREIRA, J.E.B. e BRASILEIRO, L.B. Papel: como se fabrica? *Química Nova na Escola*, n. 14, p. 3-7, 2001.

Abstract: Articulating chemical concepts in an environmental context through product life cycle analysis. Environmental issues are an important topic in the Chemistry classroom and are the subject of several recent studies. The authors developed a methodology that allows both the chemical knowledge and the environmental issues to be studied together, in the same context. The students developed projects involving the Life Cycle Analysis of different products, mainly recyclable packaging. This approach shows that, in a classroom context, the investigation of the Product Life Cycle can articulate aspects of the chemical knowledge with the environmental context.

Keywords: Product life cycle, environmental education, contextualized teaching.