

Durabilidade de materiais e sustentabilidade: abordagem CTSA em atividades para o ensino profissional de química.

Alfredo Luis Mateus* (FM)¹, Andréa Horta Machado (FM)¹, Patrícia Andrade Aguiar (IC)²
almateus@gmail.com

1 – Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

2 – Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

Palavras-Chave: Química Ambiental, CTSA, ensino profissional

RESUMO:

Este trabalho apresenta o relato de uma experiência com a utilização de atividades elaboradas tendo como referenciais a abordagem CTSA, os princípios da Química Verde, da Análise de Ciclo de Vida de Produtos e de ideias relacionadas à sustentabilidade. As atividades propostas têm como contexto principal as incoerências e imprecisões apresentadas em tabelas de Tempo de Decomposição de Materiais. O objetivo das atividades envolve a explicitação da complexidade de fatores envolvidos na escolha de materiais. A utilização destas atividades evidenciou que a problematização de dados não é algo sempre presente nas interações dos alunos com as informações.

INTRODUÇÃO

O movimento CTS – Ciência Tecnologia Sociedade – vem trazendo contribuições para o ensino de ciências destacando a necessidade de renovação na estrutura curricular dos conteúdos, de forma a colocar ciência e tecnologia em novas relações com contextos éticos, sociais, políticos, econômicos e ambientais. Na educação, algumas mudanças vêm sendo observadas nos currículos que, ao longo dos últimos anos, incorporaram abordagens que envolvem a problematização da ciência e da tecnologia e o estabelecimento de relações com a vida cotidiana das pessoas. Assim, aponta-se cada vez mais para a importância de se ter consciência da natureza do conhecimento científico, seus processos de produção e suas contradições.

Santos e Mortimer (2002) apontam a necessidade de tornar disponíveis representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas.

A abordagem de questões ambientais em aulas de química vem merecendo a atenção de muitos professores e pesquisadores. Santos (2010) explicita em seu artigo várias concepções de educação ambiental. Consideramos interessante a concepção da educação socioambiental por ele colocada, pois esta forma de ver assume a abordagem de questões ambientais em aulas de química está além de fornecer informações aos alunos sobre questões de degradação ambiental. É importante que o conhecimento trabalhado favoreça a análise e a compreensão das relações entre ser humano e natureza em sua complexidade. Assim, consideramos fundamental o desenvolvimento de habilidades que possibilitem aos sujeitos acompanhar as mudanças sociais e culturais e suas consequências, fazendo uma análise crítica dos valores.

Na Educação CTSA, a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente são entendidos como instâncias produtoras de saberes que passam por algumas transformações até serem abordados em sala de aula. Ou seja, se pretendemos abordar questões ambientais em aulas de química numa perspectiva CTSA, alguns

questionamentos precisam ser feitos: o que ensinar? como ensinar? Uma proposta de ensino nesta perspectiva pode favorecer a tomada de posição frente a questões ambientais?

Uma abordagem com orientação CTSA pode propiciar condições para o desenvolvimento das habilidades descritas no parecer nº 16/99 do Conselho Nacional de Educação (BRASIL, 2000). Neste documento a educação profissional não é concebida como simples instrumento de política assistencialista ou de adequação às demandas do mercado de trabalho, mas sim, como estratégia para que cidadãos tenham efetivo acesso às conquistas científicas e tecnológicas. Assim espera-se que o enfoque tradicional da formação profissional - baseado apenas na preparação para execução de um determinado conjunto de tarefas - seja superado.

Um trabalho desenvolvido no âmbito da Educação Profissional (Santos et alli, 2010) estudou um processo de ensino em aulas práticas de um curso de Química Orgânica Aplicada organizado a partir de temas sociocientíficos com enfoque CTS. A análise dos dados evidenciou que a abordagem de aspectos sócio-científicos, além de potencializar o processo de interação em sala de aula, possibilitou o surgimento de situações vivenciais, a discussão de atitudes e valores, e de conceitos de Ciência e de Tecnologia. Segundo as autoras os dados da investigação “mostram o enfoque CTS, como fonte fecunda para a análise do processo educacional das áreas técnicas, com potencialidades transformadoras”.

Dentro deste contexto foi concebida a disciplina Química Ambiental do curso técnico em Química do Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais. A disciplina enfoca, em sua primeira parte, as relações entre a Química e o sistema produtivo, discutindo a ideia de sustentabilidade e dos impactos ambientais relacionados ao ciclo de vida dos produtos. A proposta é relacionar a criação de produtos industrializados (tarefa que cabe ao designer do produto) com a criação de materiais que são efetivamente utilizados nos produtos (tarefa que cabe ao químico). Da mesma forma que designers têm se mobilizado para criar produtos com um desempenho ambiental melhor por meio de estratégias de ecodesign, químicos têm melhorado a sua prática ao considerarem os princípios da Química Verde na obtenção de novos materiais e processos. De acordo com a IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry),

Química Verde é a invenção, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e/ou a geração de substâncias perigosas. (Spiro, 2009)

A disciplina trata ainda de outras questões relacionadas com a sustentabilidade no uso dos materiais, das fontes de energia alternativas e tradicionais e, finalmente, os impactos causados pelas atividades humanas na atmosfera, incluindo o aquecimento global e o buraco na camada de ozônio.

Considerando as ideias apresentadas anteriormente como fundamento, foram propostas atividades envolvendo questões ambientais para serem utilizadas em aulas desta disciplina. Este trabalho relata a experiência do uso dessas atividades em sala de aula no contexto do ensino profissional.

OBJETIVOS DAS ATIVIDADES PROPOSTAS

Um dos focos de estudo da Química está no estabelecimento de relações entre a constituição e as propriedades dos materiais, seu uso em produtos e os impactos associados aos processos de transformação e circulação no ambiente. Essas são relações complexas. Vários fatores devem ser considerados ao analisarmos se determinado material é o mais adequado para determinado uso, especialmente dentro da perspectiva da sustentabilidade.

Ao se trabalhar com a relação entre materiais constituintes de produtos e o impacto ambiental causado pelo seu descarte, é muito comum nos depararmos com uma tabela que apresenta uma lista de materiais ou produtos e o tempo necessário para sua decomposição na natureza. Essa tabela é encontrada em páginas na Internet, materiais de divulgação - como cartilhas - e materiais didáticos. Entretanto, os dados organizados nessas tabelas apresentam uma série de incoerências e imprecisões. Por este motivo consideramos que as tabelas de tempo de decomposição de materiais constituiriam um contexto relevante para abordarmos algumas questões.

Nossos objetivos ao propormos o conjunto de atividades aqui descritas estão relacionados à aprendizagem de alguns conceitos e ao desenvolvimento de atitudes.

Um primeiro aspecto é tornar visível para os alunos o fato de que a análise dos dados deste tipo de tabela não é suficiente para uma escolha dos materiais, uma vez que um único parâmetro - a durabilidade - é considerado. A durabilidade, tomada isoladamente, não determina se um material é ambientalmente correto e se o seu uso é adequado ou não. Em muitas situações, a durabilidade de um material é algo desejável. Isso é particularmente verdade, quando se trata de objetos que não são descartáveis.

No caso de um material ser descartável não importa apenas se o material de que é feito tem durabilidade pequena no ambiente. Não é interessante termos um material que ao ser descartado degrada rapidamente se os produtos de sua degradação forem materiais tóxicos.

Outro aspecto importante é que os alunos sejam capazes de interagir com informações técnicas de forma a buscar por possíveis incoerências, localizar a fonte dos dados, checar a confiabilidade e identificar os métodos utilizados nas análises desenvolvidas.

As tabelas de tempo de decomposição de materiais encontradas na Internet não apresentam a fonte dos dados, não existe nenhuma informação sobre como esses dados foram obtidos, em que situação os materiais estavam dispostos e nenhum parâmetro como a temperatura, umidade ou incidência de luz é fornecido. Existem normas técnicas (ABNT NBR 15.448-2) que descrevem exatamente o procedimento para ensaios que determinam se um material pode ou não ser considerado biodegradável e nos quais estas variáveis, entre outras, devem ser controladas.

Ao final das atividades, era nossa expectativa que os alunos fossem capazes de pensar em outras possibilidades de se divulgar informações importantes sobre os materiais tendo como referências parâmetros que possibilitem uma contribuição mais efetiva no gerenciamento de resíduos sólidos.

USO DO MATERIAL DIDÁTICO EM SALA DE AULA

No decorrer do curso de Química Ambiental, foram realizadas algumas atividades anteriores àquelas que serão descritas aqui. Nessas atividades foi discutida a mudança do modo de produção artesanal para a produção industrial e as conseqüências disso para as relações de trabalho, com o surgimento da figura do designer de produto e de máquinas que aumentaram enormemente a oferta de produtos. Outras ideias apresentadas nessas atividades foram o conceito de pegada ecológica, uma primeira definição de sustentabilidade e as diferentes abordagens para o problema dos resíduos industriais em diferentes períodos da história.

Na primeira aula da sequência analisada aqui, uma atividade – Atividade 1 - foi proposta com o objetivo de realizar um levantamento inicial das ideias dos alunos sobre a tabela. Uma versão da tabela foi produzida a partir de dados obtidos em diversas tabelas encontradas em páginas da Internet e é apresentada na figura 1. Os alunos deveriam analisar as informações e responder a uma questão “Em que medida este tipo de tabela pode contribuir para a resolução de problemas ambientais?”.

Os alunos trabalharam em grupos durante cerca de 30 minutos. Após o término desta etapa, foram solicitados a pesquisarem em casa e a trazerem na aula seguinte uma ou mais versões da tabela, juntamente com a referência de onde ela foi encontrada.

Atividade 1 – tempo de decomposição de materiais	
Nome: _____ Turma _____	
Este quadro apresenta informações sobre a durabilidade de diversos materiais indicando o tempo de decomposição de cada um. Analise as informações e responda a questão a seguir.	
MATERIAL	TEMPO
Jornais	2 a 6 semanas
Pontas de cigarro	2 anos
Embalagens de Papel	1 a 4 meses
Casca de Frutas	3 meses
Guardanapos de papel	3 meses
Fósforo	2 anos
Chicletes	5 anos
Nylon	30 a 40 anos
Sacos e copos plásticos	200 a 450 anos
Latas de alumínio	100 a 500 anos
Tampas de garrafas	100 a 500 anos
Pilhas	100 a 500 anos
Garrafas e frascos de vidro ou plástico	indeterminado
Em que medida as informações desse quadro podem contribuir para a resolução de problemas gerados pelo descarte de materiais no ambiente?	

Figura 1: Tabela utilizada na Atividade 1

Na aula seguinte, novamente em grupos, os alunos analisaram as tabelas solicitadas pelo professor na aula anterior. Três questões foram propostas de forma a orientar a discussão. As questões estão na figura 2.

1. Observem as tabelas que foram trazidas pelos componentes de seu grupo. Comparem os dados. Em uma folha separada, por grupo, comentem sobre os dados apresentados.
 - a) Os dados são consistentes de tabela em tabela?
 - b) Se você considerar um tipo de material, é possível encontrar incoerências nos dados? Dê um exemplo.
 - c) Enumere algumas questões que você e seu grupo consideram que não foram esclarecidas de forma satisfatória pelas informações apresentadas.

Figura 2: Questões utilizadas na Atividade 2

As questões solicitavam aos alunos que comparassem os dados das diversas tabelas, analisando se eram consistentes e coerentes. Além disso, foi pedido aos alunos que enumerassem questões que eles considerassem que não estavam bem esclarecidas pela tabela. Após o término da atividade, o professor pediu que cada grupo relatasse as suas respostas, anotando no quadro as diferentes colocações.

Finalmente, os alunos receberam uma folha contendo mais algumas questões - Atividade 3 - para orientar a discussão final sobre a tabela. As questões são apresentadas a seguir.

1. As tabelas ou quadros que vocês encontraram apresentam título? Escreva os títulos a seguir.
2. As tabelas indicam a fonte dos dados?
3. Se existem plásticos que foram inventados há menos de 50 anos, como se pode afirmar que eles duram centenas de anos?
4. As tabelas especificam as condições em que as medidas foram realizadas?
5. Enumere alguns fatores que podem afetar essas medidas.
6. A durabilidade de um material é um problema? Em que situações?
7. Devemos usar materiais que se decompõe rapidamente? Em que situações?
8. Que outros critérios poderiam ser importantes para classificar esses materiais, de modo que a tabela cumpra a sua função de conscientizar as pessoas?

Figura 3: Questões utilizadas na Atividade 3

DISCUSSÃO

Uma observação mais detalhada da tabela apresentada na Figura 1 nos permite observar que três produtos fabricados com materiais semelhantes (jornais, guardanapos de papel e embalagens) possuem tempos de decomposição muito diferentes (2 a 6 semanas, 3 meses e 1 a 4 meses, respectivamente). Inicialmente tínhamos a expectativa que os alunos:

1. pudessem avaliar o grau de contribuição de uma tabela como essa para as pessoas que interagissem com os dados por ela apresentados;
2. fossem capazes de perceber alguma incoerência ou incorreção nos dados apresentados;
3. questionassem o fato de não se apresentar a forma como os dados foram obtidos.

Nesta primeira atividade, pudemos observar que, ao avaliarem o grau de contribuição para a resolução de problemas ambientais da tabela, os alunos, em sua grande maioria, apontam o seu potencial para a conscientização da população.

Outro ponto também apontado por muitos estudantes relaciona-se ao fato das informações sobre a degradação dos materiais auxiliarem as pessoas a gerenciarem o lixo que produzem.

Este é um aspecto interessante para uma reflexão. Garcia (2007) aponta alguns fatores que fazem a degradação de materiais não ser uma solução para a questão dos resíduos sólidos urbanos.

Um dos aspectos levantados pela pesquisadora é que mesmo degradável, o resíduo requer coleta e local adequado para sua disposição final. Assim, o fato de um material ter a possibilidade de se degradar em pouco tempo não diminui a responsabilidade do poder público, do setor industrial, nem a dos consumidores. Este tipo de informação poderia induzir as pessoas a pensar que podem jogar resíduos em qualquer lugar. Essa forma de pensar pode comprometer outras ações como: jogar o lixo no lixo; separar resíduo reciclável; destinar os recicláveis para reciclagem; consumir de forma responsável.

Outro aspecto diz respeito ao fato de que a degradação dos materiais não é um processo instantâneo. Assim, os resíduos jogados de forma indevida permanecem no ambiente ocasionando a poluição visual.

Os processos de degradação envolvem transformações químicas. Os materiais podem então se transformar em ou mobilizar substâncias que apresentem maior impacto ambiental do que o resíduo inerte - aditivos, cargas, pigmentos, corantes e metais, por exemplo. Esses novos materiais podem apresentar impactos desconhecidos sobre o ambiente. Materiais inertes, não degradáveis, podem oferecer menor risco ao meio ambiente e permitem o aproveitamento do resíduo via reciclagem mecânica e/ou energética.

A pesquisadora cita como exemplo a degradação de materiais plásticos. Segundo ela, colocarmos como solução para a questão dos resíduos sólidos plásticos a produção de plásticos degradáveis acaba por reduzir os esforços em para a melhoria contínua da cadeia de reciclagem - tecnologias de separação e de reciclagem, melhoria da qualidade do produto fabricado com matéria-prima reciclada, otimização do desempenho ambiental dos produtos. Para ela a degradação acarreta o desperdício de recursos naturais, água e energia, pois, ao se degradar, o resíduo perde o potencial de reciclagem mecânica e de recuperação energética. Perde-se também o gasto ambiental de todo o ciclo de vida do material.

Ao realizarem as atividades seguintes, quando foram solicitados a investigar os dados da tabela com mais cuidado e verificar o que a tabela não informava, os alunos listaram os principais problemas da tabela, com relação à falta de explicitação da metodologia de obtenção dos dados,

Na atividade 2 os alunos precisavam responder a 3 questões. A primeira abordava a questão da consistência dos dados apresentados na tabela e a maioria dos

alunos julgou que os dados eram consistentes. Neste caso podemos indagar se a questão deveria ter solicitado uma justificativa para que pudéssemos checar a compreensão do termo consistente. Na segunda questão solicitava-se que os alunos selecionassem um tipo de material e verificassem a existência de incoerências. Neste caso todos os alunos identificaram incoerências entre dados de uma mesma tabela, que variavam dependendo do uso do material (sacolas plásticas e garrafas plásticas). Também foram identificadas discrepâncias entre tabelas diferentes (vidro – 4000 anos, 100.000 anos, 1.000.000 de anos e indeterminado). É possível perceber que foi importante focar a observação em um mesmo material para que as incoerências pudessem ser evidenciadas.

A terceira questão desta atividade solicitava que os alunos enumerassem algumas questões que considerassem não terem sido esclarecidas de forma satisfatória pelas informações apresentadas. Foram levantados os seguintes aspectos:

- falta de especificação das condições em que os materiais foram descartados;
- falta de especificação sobre o método utilizado para realizar as medidas de tempo.
- falta de especificação das dimensões dos objetos e materiais em questão;
- falta de informações sobre a forma correta de descartar os materiais;
- falta de especificação mais detalhada dos materiais – tipos diferentes de plásticos;

É possível observar que ao responderem a esta questão os alunos consideraram aspectos relacionados à condição de produção dos dados – métodos e técnicas utilizados – e sobre informações mais precisas sobre o descarte correto dos materiais.

Na atividade 3 foram incluídas questões que tiveram como objetivo aprofundar a compreensão dos alunos acerca dos dados e da forma de produzi-los. Além disso tivemos a intenção de criar um contexto para que os alunos pensassem sobre a possibilidade de se veicular informações sobre os materiais que incluíssem critérios mais relevantes para o gerenciamento de resíduos sólidos.

Vamos destacar a questão 8 que solicitava aos alunos que explicitassem outros critérios importantes relacionados aos materiais para que a tabela cumprisse a função de contribuir para uma maior conscientização das pessoas. Foram listados os seguintes critérios:

- eficiência de reciclagem;
- fração de resíduos gerados na reciclagem;
- tipo e quantidade de matérias primas que originam os materiais;
- impactos causados pelo material no ambiente;
- formas de descarte;

Nesta atividade final os alunos evidenciam considerar aspectos que envolvem todo o ciclo de vida dos materiais, apontando como interessantes informações que vão desde as matérias primas, impactos do material no ambiente, formas de reciclagem e resíduos gerados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho aqui apresentado faz parte de um projeto mais amplo que tem como objetivo a incorporação de princípios de CTSA para a elaboração de atividades em disciplinas do curso técnico em Química do COLTEC/UFMG.

A questão ambiental é muitas vezes tratada de maneira simplificada e é necessário ampliar a visão dos alunos sobre a questão da complexidade. A tabela do tempo de decomposição dos materiais apresentava apenas um fator – a durabilidade do material e foi possível ampliar a percepção dos alunos para o fato de que a questão necessita de uma visão multifatorial.

Aa análise da tabela criou condições para que os alunos considerassem a existência dessa complexidade, uma condição importante para a compreensão de diversos tópicos que são tratados a seguir no curso, como a importância de se considerar todo o ciclo de vida de um produto.

Foi possível perceber que uma abordagem mais crítica dos dados apresentados pelas tabelas só teve lugar quando a mediação, tanto do texto quanto do professor, disponibilizou o contexto a ser examinado. Isso nos coloca uma questão sobre nossa meta de formação cidadãos com capacidade para interagir com as situações de forma a estabelecer questionamentos. Apontamos para a necessidade de aprofundar nossas investigações sobre a repercussão de atividades de ensino no posicionamento dos sujeitos no mundo da vida e do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT/NBR 15.448 - 2/08** - Embalagens plásticas degradáveis e/ou de fontes renováveis - Parte 2: Biodegradação e compostagem - Requisitos e métodos de ensaio, Rio de Janeiro, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Educação Profissional. **Referenciais Curriculares Nacionais da Educação Profissional de Nível Técnico**. Área profissional: Química. Brasília: MEC, 2000.

GARCIA, E. E. C. Plástico e Meio Ambiente: Uma visão através da Avaliação do Ciclo de Vida – ACV. In: I CICLO DE DEBATES COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL / Secretaria do Meio Ambiente – GESP, 2007, São Paulo. **Plásticos: usos e degradabilidade**. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2007/08/elioisa_elena.pdf. Acesso em 25/04/2012. Acesso em: 27 de abril de 2012.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia- Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.2, n.2, p.133-162, 2002.

SANTOS, M. S.; AMARAL, C. L. C.; MACIEL, M. D. Temas sociocientíficos (Cachaça e Cerveja) em aulas práticas de Química na educação profissional: uma abordagem CTS. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**. v. 3, n. 2, p.98-116, mai./ago. 2010. Disponível em <<http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/periodicos/index.php/rbect/article/viewFile/620/552>>. Acesso em: 27 de abril de 2012.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. **Química Ambiental**, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.