

Tabela de Tempo de Decomposição de Materiais: Contexto para a Abordagem de Química Ambiental no Ensino Profissional de Nível Médio

Alfredo L. M. L. Mateus, Andréa H. Machado e Patrícia A. Aguiar

Este trabalho apresenta o relato da utilização de atividades em aulas de Química Ambiental de um curso técnico em Química de nível médio, elaboradas tendo como referenciais a abordagem Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS), os princípios da Química Verde, da Análise de Ciclo de Vida de Produtos e 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 é explicitar a complexidade de fatores envolvidos na escolha de materiais. A utilização dessas atividades evidenciou que a problematização de dados não é algo sempre presente nas interações dos alunos com as informações.

► abordagem CTS, química ambiental, educação profissional ◀

Recebido em 05/11/2018, aceito em 16/12/2018

259

Questões ambientais são complexas e tentativas para simplificá-las podem resultar em perda considerável no entendimento de aspectos significativos do problema. A complexidade dos temas ambientais surge, em grande parte, do seu caráter interdisciplinar, por ser arena de disputas de formas de ver o mundo. No que se refere ao ensino de Ciências, e da Química em particular, é especialmente importante considerar na abordagem em sala de aula aspectos referentes à parte técnica e científica do problema e às questões políticas, sociais, econômicas, entre outras. Este é um grande desafio para a formação dos profissionais técnicos em Química de nível médio.

As atividades descritas neste trabalho foram utilizadas na disciplina Química Ambiental de um colégio técnico da rede federal de ensino. A disciplina foi concebida com o objetivo de contribuir para a inserção de uma abordagem que considere essa complexidade. 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 de 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 aprimorado sua prática ao considerar os princípios da Química Verde na obtenção de novos materiais e processos (Anastas e Warner, 1998; Anastas e Eghbali, 2010; Lenardão *et al.*, 2003). A disciplina trata ainda de

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

Alguns materiais didáticos têm sido produzidos no Brasil para o ensino de Ciências por meio de temas Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) para o ensino médio. Para o ensino profissional de Química de nível médio não encontramos materiais didáticos publicados ou de fácil acesso que

Para o ensino profissional de Química de nível médio não encontramos materiais didáticos publicados ou de fácil acesso que considerem esses aspectos. Os cursos técnicos, em geral, utilizam livros cujo público-alvo são alunos de graduação em Química e Engenharia Química ou apostilas preparadas pelos próprios professores, que acabam não sendo divulgadas de forma mais ampla.

considerem esses aspectos. Os cursos técnicos, em geral, utilizam livros cujo público-alvo são alunos de graduação em Química e Engenharia Química ou apostilas preparadas pelos próprios professores, que acabam não sendo divulgadas de forma mais ampla. Assim, um projeto envolvendo professores e alunos de graduação em Química vem produzindo material didático e de divulgação voltado para a abordagem da Química Ambiental (Mateus, 2012; Mateus *et al.*, 2012; Mateus *et al.*, 2009).

Este artigo relata a experiência do desenvolvimento e uso em sala de aula de uma sequência didática sobre a tabela de tempo de decomposição de materiais com o objetivo de explicitar a complexidade de fatores envolvidos na escolha de materiais.

Abordagem CTS no Ensino Profissional: Um Caminho Possível

Os subsídios oferecidos por pesquisas sobre a abordagem CTS foram fundamentais para o desenvolvimento dos pressupostos teórico-metodológicos que orientaram a elaboração da atividade desenvolvida.

A abordagem CTS propõe para o ensino de Ciências o desafio de situar problemas do mundo real como base para a aprendizagem de conteúdos tradicionais em articulação com a realidade social e as práticas científicas (Sadler e Fowler, 2006). O termo CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) é utilizado por alguns autores para diferenciar situações em que as questões ambientais são o foco da discussão.

Existem diferentes formas de conceber a abordagem CTS. O chamado argumento democrático para ensinar Ciências é defendido por alguns autores, entre eles Carvalho (2004), que propõe o desenvolvimento de uma consciência tecnológica ao longo do processo de formação dos alunos. Essa consciência tecnológica inclui a consciência das implicações pessoais, sociais, morais, econômicas e, sobretudo, ambientais, do desenvolvimento tecnológico. A autora considera que ao adquirir essa consciência os sujeitos, cidadãos em formação, terão melhores condições de participar de debates acerca de decisões que envolvam forte componente científico-tecnológico. A visão da autora aponta para a necessidade de mudanças culturais epistemológicas na forma como o conhecimento é tratado na educação tecnológica.

Concordamos com Bazzo (2002) e Linsingen (2006) quando abordam a necessidade de reformulações curriculares com o objetivo de formar bons técnicos. Assim, consideramos fundamental incluir na formação do profissional técnico aspectos relacionados à profissionalização e à formação de cidadãos em sintonia com os problemas da sociedade na perspectiva de sua transformação. O enfoque CTS está diretamente relacionado com essa necessidade.

Temos consciência que a questão da abordagem CTS, em si, não tem a possibilidade de atender a todas as demandas de formação. Isso nos foi evidenciado por um estudo (Corrêa e de Araújo, 2013) desenvolvido em uma escola de ensino

profissional, que teve como objetivo estudar a visão construída por alunos da educação profissional técnica de nível médio, com idades entre 15 e 19 anos. O estudo revelou um cenário muito distante daquele que se desejaria para uma educação científica e tecnológica via CTS. Estes trabalhos apontam para o fato de que maioria dos estudantes parece não ter conhecimento mais aprofundado relacionado a problemas que envolvem as dimensões CTS.

Consideramos fundamental que a opção por uma abordagem CTS seja acompanhada por fundamentos sólidos relacionados aos objetos de ensino, ou seja, a aspectos conceituais, atitudinais e procedimentais. E, ainda, fundamentos teórico-metodológicos referentes à forma de abordagem desses objetos de ensino considerando o contexto CTS.

Fundamentos Teórico-Metodológicos: a Necessária Articulação entre a Abordagem CTS e as Escolhas sobre o que Ensinar

Em texto publicado na revista Química Nova na Escola (Mateus *et al.*, 2009) argumentamos que parece haver um consenso de que o ensino de Química no nível médio 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 *et al.*, 2000; Brasil, 2006).

A dificuldade de se abordar os conteúdos químicos de forma contextualizada foi evidenciada por Santos e Mortimer (2002). Para o ensino médio a questão da articulação entre o conhecimento químico e os contextos nos quais esse conhecimento se faz presente não é algo elementar de ser feito.

No contexto do ensino profissional de nível médio outros desafios precisam ser considerados. É possível colocar aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais centrais na formação de um técnico em Química em contextos CTS relevantes? Que estratégias, que instrumentos, que situações seriam mais adequadas para favorecer essa articulação?

No âmbito do Ensino Profissional, uma referência para a elaboração de currículos é apresentada no Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (Brasil, 2008). Em relação aos eixos tecnológicos estão incluídos aspectos relacionados à formação do Técnico em Química que envolvem a consideração das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, aspectos a serem contemplados pela abordagem CTS. Assim, para a formação do Técnico em Química, o texto diz que este tipo de profissional

Atua no planejamento, coordenação, operação e controle dos processos industriais e equipamentos nos processos produtivos. Planeja e coordena os processos laboratoriais. Realiza amostragens, análises químicas, físico-químicas e microbiológicas. Realiza vendas e assistência técnica na aplicação de equipamentos e produtos químicos. Participa no desenvolvimento de produtos e validação de métodos. Atua com responsabilidade ambiental e em conformidade com

as normas técnicas, as normas de qualidade e de boas práticas de manufatura e de segurança (grifo nosso).

Assim, na formação do técnico em Química é fundamental que o currículo inclua a abordagem de questões ambientais.

Na disciplina Química Ambiental alguns pontos necessitam ser repensados e redefinidos, tendo em vista os aspectos teórico-metodológicos considerados anteriormente relacionados com o que ensinar. É importante que a seleção dos aspectos a serem abordados considere a necessidade de oferecer aos alunos a possibilidade de interagir com normas técnicas, normas de qualidade, dados e informações técnicas de forma a estabelecer relações mais amplas. Além disso, há que se considerar a forma como a abordagem dessas questões deve ser feita para promover uma formação que possibilite aos sujeitos se posicionarem como técnicos em Química e como pessoas inseridas em um contexto social.

Fundamentos Teórico-Metodológicos: Abordagem Discursiva como Possibilidade de Entender o Processo de Formação dos Sujeitos e de Compreensão

Em geral as metodologias de ensino utilizadas no ensino técnico centram-se em abordagens puramente técnicas, não considerando as mudanças sociais decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos que se processaram nas últimas décadas. Há que se considerar também que muitas vezes tais abordagens carecem de fundamentos teórico-metodológicos mais profundos relacionados a como os sujeitos se constituem e compreendem o mundo.

Em trabalhos desenvolvidos anteriormente e voltados para o ensino médio de Química, discutimos o processo de elaboração conceitual numa perspectiva discursiva (Machado, 1999). Neste trabalho a perspectiva do autor russo M. M. Bakhtin (Bakhtin, 2003 e 2005) nos oferece instrumentos importantes para a compreensão do processo de elaboração conceitual que consideramos fundamentais também para a fundamentação da elaboração de um material didático voltado para o ensino técnico.

A abordagem de Bakhtin tem seus fundamentos no processo de constituição dos sujeitos considerando o outro, a linguagem e os processos de significação. Nos processos de significação a compreensão toma uma dimensão que nos aponta caminhos para os processos ensino-aprendizagem em sala de aula.

Para entendermos a significação e a construção de sentidos do ponto de vista de Bakhtin, as noções de vozes e de dialogia são fundamentais. As vozes envolvem as perspectivas dos sujeitos e suas visões de mundo. No processo de

compreensão a dialogia envolve o encontro de vozes – perspectivas de mundo, formas de pensar. Assim essa perspectiva nos oferece elementos importantes ao considerar que a construção do entendimento está, portanto, relacionada às muitas formas como duas ou mais vozes entram em contato. Isto quer dizer que nas interações de uma sala de aula as vozes do livro didático, do professor, dos colegas, das experiências, do senso comum, encontram-se e confrontam-se. E é nesse contexto que se dá a compreensão.

Para Bakhtin, toda compreensão é ativa. Nesse processo o que vai sendo compreendido relaciona-se indissolúvelmente com uma resposta. Dessa forma o processo de compreensão envolve inter-relações complexas, nas quais as consonâncias e multissonâncias com o que está em processo de compreensão vai sendo enriquecido com novos sentidos. Assim, no esforço de compreender elaboramos nossas próprias palavras, nossas contra palavras. E a compreensão será mais profunda e substancial quanto mais relações puderem ser estabelecidas.

As ideias de Bakhtin nos fazem pensar sobre o processo de compreensão e considerar que, nesse processo, as vozes que antes estiveram explicitamente representadas no funcionamento intersicológico serão incorporadas pelos sujeitos.

A questão que se coloca então é que vozes seriam interessantes selecionarmos para circularem nas aulas de Química Ambiental no curso técnico?

Sequência Didática: Tabela de Tempo de Decomposição de Materiais

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. 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 tabelas que apresentam uma lista de materiais ou produtos e o tempo necessário para que sejam decompostos na natureza. Essas tabelas podem ser encontradas em páginas na

Internet, materiais de divulgação – como cartilhas – e materiais didáticos. Entretanto, os dados organizados nessas tabelas apresentam incoerências e imprecisões. Por esse motivo consideramos que as tabelas de tempo de decomposição de materiais constituem um contexto relevante para abordarmos algumas questões.

Ao propormos o conjunto de atividades aqui descritas temos como objetivos aspectos relacionados à aprendizagem

Em geral as metodologias de ensino utilizadas no ensino técnico centram-se em abordagens puramente técnicas, não considerando as mudanças sociais decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos que se processaram nas últimas décadas. Há que se considerar também que muitas vezes tais abordagens carecem de fundamentos teórico-metodológicos mais profundos relacionados a como os sujeitos se constituem e compreendem o mundo.

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 desse tipo de tabela não é suficiente para se fazer uma escolha entre 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 foram produzidos com a intenção de serem descartáveis.

No caso de um material ou objeto ser descartável não importa apenas se o material de que é feito tem durabilidade pequena no ambiente. Não é interessante termos um material ou objeto que ao ser descartado degrade 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, em geral, não apresentam a fonte dos dados. Não existe informação alguma sobre como os dados foram obtidos, em que situação os materiais estavam dispostos e não são fornecidos parâmetros como a temperatura, umidade ou incidência de luz. Existem normas técnicas (ABNT, 2008) que descrevem o procedimento a ser seguido para ensaios que determinam se um material pode ou não ser considerado biodegradável e nos quais estas variáveis, entre outras, devem ser controladas. Existem também informações sobre a degradabilidade nas Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) disponíveis em páginas na internet.

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

A sequência didática aqui apresentada é constituída por três atividades. A **Atividade 1** foi proposta com o objetivo de realizar um levantamento inicial das ideias dos estudantes sobre este tipo de tabela. Uma versão de tabela foi produzida a partir de dados obtidos em diversas tabelas encontradas em páginas da Internet e é apresentada na Figura 1. Os estudantes deveriam analisar as informações e responder a uma questão “*Em que medida este tipo de tabela pode contribuir para a resolução de problemas ambientais?*”. A turma foi organizada em grupos e trabalhou durante 30 minutos. Após esta etapa, solicitamos que os estudantes pesquisassem em casa e trouxessem na aula seguinte uma ou mais versões da tabela, juntamente com a referência de onde foi encontrada.

Na aula seguinte, novamente em grupos, os alunos analisaram as tabelas solicitadas. Três questões foram propostas de forma a orientar a discussão. As questões são apresentadas na Figura 2.

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.

Atividade 2 – Comparando as tabelas de tempo de decomposição

Nome: _____ Turma _____

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 consideraram que não foram esclarecidas de forma satisfatória pelas informações apresentadas.

Figura 2: Questões utilizadas na Atividade 2.

As questões solicitavam aos estudantes que comparassem dados das diversas tabelas, analisando se eram consistentes e coerentes. Um dos significados da palavra “consistência” no dicionário Aurélio é “*concordância aproximada entre os resultados de várias medições de uma mesma quantidade*”. Assim, deveriam verificar se os valores listados eram os mesmos ou apresentavam grande variação. Já a coerência, de acordo com a mesma fonte, pode ser definida como “*ligação ou harmonia entre situações, acontecimentos ou ideias; relação harmônica, conexão, nexos, lógica*”. Por exemplo, em uma tabela encontramos informações referentes ao tempo de degradação para jornais, embalagens de papel e guardanapos de papel. Neste caso os estudantes deveriam analisar se os dados apresentavam alguma discrepância. Além disso, deveriam enumerar questões consideradas não suficientemente esclarecidas pela tabela. Ao término da atividade, o professor

solicitou que cada grupo relatasse suas respostas, anotando no quadro as diferentes colocações. Na Atividade 3 os estudantes responderam questões para orientar a discussão final sobre a tabela. As questões são apresentadas na Figura 3.

Atividade 3 – INVESTIGANDO AS TABELAS DE TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO

Nome: _____ Turma _____

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 decompõem 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 destacado 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 o resíduo degradável 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 dos consumidores. Este tipo de informação poderia induzir as pessoas a pensarem que podem jogar resíduos biodegradáveis 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 e consumir de forma responsável. Outro aspecto diz respeito ao fato de que a degradação dos materiais não é um processo instantâneo. Assim, resíduos jogados de forma indevida permanecem no ambiente ocasionando a poluição visual.

Os processos de degradação envolvem transformações químicas. Os materiais podem 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, colocar como solução para a questão dos resíduos sólidos plásticos a produção de plásticos degradáveis acaba por reduzir esforços 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 desperdício de recursos naturais, água e energia, pois, ao se degradar, o resíduo perde o potencial de reciclagem mecânica e de recuperação energética.

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 estudantes listaram os seus principais problemas, 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 pudessemos 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 dessa atividade solicitava que os estudantes 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.

Foi possível observar que as respostas 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 acerca dos dados e da forma de produzi-los. Além disso, tivemos a intenção de criar um contexto para que se pensasse sobre a possibilidade da veiculação de informações sobre os materiais que incluíssem critérios mais relevantes para o gerenciamento de resíduos sólidos.

Vamos destacar a questão 8 que solicitava a explicitação de 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 estudantes destacam 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

Referências

- ANASTAS, P. T. e WARNER, J. C. *Green chemistry: theory and practice*; Oxford: Oxford University Press, 1998.
- ANASTAS, P. T. e EGBALI, N. *Green chemistry: principles and practice. Chemical Society Reviews*, v. 39, p. 301-312, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *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: ABNT, 2008.
- BAKHTIN, M. M. *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

amplo que tem como objetivo a incorporação de princípios de CTS 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 estudantes 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.

A questão ambiental é muitas vezes tratada de maneira simplificada e é necessário ampliar a visão dos estudantes 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.

A análise da tabela criou condições para que os estudantes 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 ou os fatores que devem ser levados em conta ao se optar por uma rota sintética a partir de uma análise

dos princípios da Química Verde.

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 de 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.

Alfredo Luis Martins Lameirão Mateus (almateus@gmail.com) possui graduação em Química e mestrado em Química Inorgânica pela Universidade de São Paulo (USP) e doutorado em Química Inorgânica pela University of Florida. Atualmente é professor associado no Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte, MG – BR. **Andréa Horta Machado** (ahortamachado@gmail.com) possui licenciatura em Química e bacharelado pela UFMG, mestrado e doutorado em Educação – Metodologia de Ensino – pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é professora associada no Colégio Técnico da UFMG. Belo Horizonte, MG – BR. **Patrícia Andrade Aguiar** (pathbh@gmail.com) possui licenciatura em Química pela UFMG e é professora do Grupo Bernoulli, Rede de Ensino Colegium, G8 Pré-vestibular. Belo Horizonte, MG – BR.

_____. *Marxismo e filosofia da linguagem*. São Paulo: Hucitec, 2005.

BAZZO, W. A. A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica. *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 28, n. 1, p. 83-99, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. *Catálogo nacional de cursos técnicos*. Área profissional: química. 1ª ed. Brasília: MEC, 2008. Disponível em http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=52151-catalogo-nac-cursos-tec-pdf&category_slug=novembro-2016-pdf&Itemid=30192, acessada em Julho 2019.

_____. _____. _____. *Parâmetros curriculares nacionais*:

ensino médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações curriculares para o ensino médio, vol. 2. Brasília: Ministério da Educação, 2006

CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o ensino de ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

CORRÊA, A. L. L. e DE ARAÚJO, M. S. T. Aspectos do enfoque CTS no ensino profissional técnico de nível médio do CEFETMG a partir da visão dos alunos participantes da XXII MOSTRA específica de trabalhos e aplicações. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 3, n. 3, p. 524-534, 2013.

GARCIA, E. E. C. *Plástico e meio ambiente: uma visão através da avaliação do ciclo de vida – ACV*. 2007. Disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2007/08/eloisia_elen.pdf, acessada em Julho 2019.

LENARDÃO, E. J.; FREITAG, R. A.; DABDOUB, M. J.; BAPTISTA, A. C. F. e SILVEIRA, C. C. Green chemistry – os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

LINSINGEN, I. V. CTS na educação tecnológica: tensões e desafios. In: *Atas do I Congresso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS + I*. México D. F., 2006.

MACHADO, A. H. *Aula de química – discurso e conhecimento*, vol. 1. Ijuí: Editora Unijuí, 1999.

MATEUS, A. L. *Química em questão*, vol. 1. 1ª ed. São Paulo: Claro Enigma, 2012.

_____; MACHADO, A. H. e AGUIAR, P. A. Durabilidade de materiais e sustentabilidade: abordagem CTSA em atividades para o ensino profissional de química. In: *Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)*. Salvador, BA, 2012. Disponível em <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7828/5553>, acessado em Julho 2019.

_____; _____ e BRASILEIRO, L. B. Articulação de conceitos químicos em um contexto ambiental por meio do estudo do ciclo de vida de produtos. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 4, p. 231-234, 2009.

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.

SADLER, T. D. e FOWLER, S. R. A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Science Education*, v. 90, n. 6, p. 986-1004, 2006.

SANTOS, W. L. P. e 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*, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2002.

Abstract: *Material's Degradation Timetable: a Context for Environmental Chemistry in a Chemistry Technician Course.* This work describes the use of activities in an Environmental Chemistry class in a secondary level Chemistry technician course. The activities have as references the Science Technology Society (STS) approach, Green Chemistry principles, product life-cycle analysis, and ideas related to sustainability. The proposed activities deal with how data are presented in the so-called material's degradation timetables. The main goal of the activities is to make explicit the complexity of factors involved in the choice of materials. The use of the activities has given us evidences that students will not always look at data critically unless prompted.

Keywords: STS approach, environmental chemistry, professional education