

**ALGUMAS QUESTÕES AMBIENTAIS PERMEANDO O ENSINO DE
QUÍMICA: O QUE PENSAM OS ESTUDANTES**

**SOME ENVIRONMENTAL QUESTIONS ABOUT CHEMISTRY EDUCATION:
WHAT THE STUDENTS THINK.**

Viviane de Paula Gouveia^{*}
Sheila Rodrigues Oliveira^{**}
Ana Luiza de Quadros^{***}

Resumo

Com o objetivo de investigar a percepção de estudantes do final do Ensino Médio sobre poluição e alguns impactos ambientais a ela relacionados, desenvolvemos a presente pesquisa. Os pesquisados pertencem a quatro escolas da região metropolitana de Belo Horizonte. Percebemos que, mesmo terminando o Ensino Médio, os estudantes têm dificuldade em explicar os impactos ambientais mais tratados pela mídia. Entendemos, pela análise dos dados coletados, que a cultura do dia-a-dia prevalece nos estudantes em comparação com a cultura mais científica, desenvolvida nas escolas.

Palavras-chave: impactos ambientais, ensino de química, aprendizagem.

Abstract

The major goal of our research is the investigation of the perception of high school students in four schools in Belo Horizonte about environmental impacts. It was observed that even after high school conclusion, it is hard to explain the environmental impacts showed by usual national media. After data analysis, it was noticed that non-scientific point of view predominates in the students.

Key-words: environmental impact, chemistry education, learning.

^{*} Professora de Química – Escola Politécnica de Minas Gerais - POLIMIG

^{**} Estudante de pós-graduação - Departamento de Química – ICEx - UFMG

^{***} Professora de Ensino de Química - Departamento de Química – ICEx - UFMG

1. INTRODUÇÃO

Essa investigação parte do princípio de que o ensino de química tem um importante papel na formação dos estudantes da educação básica. Com conhecimentos fundamentais discutidos ao longo de todo Ensino Médio, na disciplina Química, consideramos que os estudantes deveriam ser capazes de envolver-se com questões políticas, sociais, econômicas e ambientais dessa ciência, com argumentos concisos, que demonstrassem um conhecimento razoável do assunto, favorecendo a participação dos mesmos na sociedade em que vivem.

É na escola, através do estudo das teorias e das explicações científicas para os fenômenos do mundo, que as discussões podem auxiliar os estudantes a entenderem os processos químicos que ocorrem no cotidiano. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM – (BRASIL, 1999, p. 30) as informações de caráter mais científico, quando veiculadas pelos meios de comunicação, podem ser superficiais, errôneas ou exageradamente técnicas e, se assim forem, levarão a uma compreensão parcial da realidade. Nessa compreensão parcial está, também, a visão do que seja química e do seu papel na sociedade.

São comuns comentários feitos nos meios de comunicação, pela população em geral e também pelos estudantes, que produtos que “contêm química” são perigosos, prejudiciais à saúde, ou mesmo artificiais. Normalmente, esses comentários referem-se a aditivos químicos, produtos tóxicos como pesticidas ou inseticidas, dejetos industriais ou poluição. É uma visão limitada e pouco refletida, que está presente não apenas em quem não conhece ou não estudou química, mas também entre os que já passaram pela educação básica e até mesmo pelo ensino superior.

Como professor, quando argumentamos sobre a necessidade de estudar química para entender o mundo na constituição dos materiais – inclusive de nosso próprio corpo -, na transformação desses materiais e no desenvolvimento de novos artefatos tecnológicos, esses argumentos parecem não ser suficientemente capazes de ampliar a visão da química dos nossos estudantes. A química e os produtos químicos serem vistos como perigosos e/ou artificiais nos leva a afirmar que a disciplina de química e os conhecimentos nela

presentes deveriam ser capazes de ampliar essa visão e, assim, promover um amadurecimento crítico de nossos alunos frente aos problemas ambientais provocados por certos materiais e como estes podem ser minimizados ao conhecermos química.

De acordo com os PCNEM (BRASIL, 1999)

o aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (p. 31).

Além da relação do conhecimento químico trabalhado no Ensino Médio com a tecnologia, também fazem parte das perspectivas atuais de ensino a contextualização, a interdisciplinaridade e os temas transversais. Assim, os temas de interesse da química e presentes no dia-a-dia da sociedade vêm sendo apontados como possibilidade de contextualização, à medida que são vistos inseridos no contexto. A minimização das fronteiras entre as diversas disciplinas mais facilmente seria atingida, em função de que os temas de interesse da química certamente não contemplam uma única área do conhecimento, o que tornaria o ensino com um caráter mais interdisciplinar.

Para ampliar a formação dos estudantes, os PCNEM (BRASIL, 1999) também indicam o uso de temas transversais. Tomazello e Ferreira (2001), ao tratarem de educação ambiental, argumentam o crescimento significativo no Brasil, principalmente após a inserção da mesma como um tema transversal nos PCN.

Outra tendência contemporânea no ensino trata das concepções dos estudantes e a evolução das mesmas. Segundo Schnetzler (1995, p. 27) os estudantes chegam às aulas de química com idéias preconcebidas sobre vários fenômenos e conceitos químicos e que essas idéias são, em geral, pouco refletidas e, portanto, distintas das que lhes serão ensinadas. Baseado nessa percepção, a aprendizagem é vista como sinônimo de evolução conceitual, ou seja, evolução nas formas de explicar os fenômenos do mundo físico.

Vigotski (1999), em seus escritos sobre aprendizagem, trata da Zona de Desenvolvimento Proximal – ZDP. Segundo ele os estudantes têm conhecimentos que lhes permitem resolver ou explicar situações, que chama de Nível de Desenvolvimento Real - NDR. Com o auxílio de outros – professor, colegas – pode chegar a outro nível que

chama de Desenvolvimento Potencial - NDP. A diferença entre um nível e outro é a ZDP. A função da escola e do professor seria, então, partir daquilo que o estudante já sabe e fazê-lo evoluir conceitualmente.

Mortimer (1996) trata dos perfis conceituais, afirmando que o estudante não abandona sua forma de pensar mas, ao evoluir conceitualmente, vai formando zonas de perfis conceituais. Este autor destaca, também, que a tomada de consciência do próprio perfil ou da própria forma de pensar é fundamental para que o estudante evolua conceitualmente.

Consideramos que produzir aprendizagem em Química é uma atividade complexa e que depende da inserção do professor e do conteúdo com o qual ele trabalha nas tendências atuais de ensino, promovendo evolução conceitual e permitindo ao estudante uma maior possibilidade de inserir-se plenamente na sociedade, interferindo positivamente sobre ela.

Millar (2003), ao analisar a presença de ciências nos currículos para todos os estudantes e as características do currículo de ciência, levantou alguns argumentos justificando essa presença e faz algumas considerações a cerca da educação científica e do ensino de ciências oferecido aos discentes. Segundo ele, há uma “insatisfação” derivada da percepção de que pouco conhecimento científico vem sendo assimilado e compreendido pela maior parte dos estudantes. Essa análise do autor é baseada em resultados de pesquisas divulgadas apontando a dificuldade de estudantes e adultos em compreender ciências e apresentarem confusão no entendimento de idéias científicas básicas.

Baseado em discussões anteriores, ele sintetizou a importância da presença das ciências nos currículos em quatro grandes argumentos, que são: econômico, utilitário, democrático e cultural e social.

No argumento econômico seria considerada a necessidade de formarmos especialistas que sejam capazes de desenvolver tecnologias e, conseqüentemente, trazer desenvolvimento ao país. O segundo argumento é o da utilidade. Neste, a ciência é vista como necessária para o entendimento de aspectos da vida cotidiana. Para ambos o próprio autor impõe limitações: poucos estudantes continuarão os estudos nessa área e, portanto,

não justificaria o ensino para todos e pensar que as pessoas se sentirão melhor por conhecer o funcionamento de um artefato tecnológico, por exemplo, não é justificativa suficiente para o ensino de ciências, a menos que se pense mais seriamente na “aplicabilidade” do conhecimento, de forma a promover um maior conhecimento tecnológico sobre os fenômenos, que permita atuar sobre os mesmos.

O argumento democrático alega que apenas os sujeitos conhecedores de ciências teriam condições de participar de discussões, debates ou decisões sobre temas relacionados à ciência em sociedade. Mas, segundo ele, não sabemos definir qual o aprofundamento necessário desse conhecimento e nem podemos prever que fenômenos acontecerão no futuro, quando os atuais alunos estarão exercendo a cidadania.

O quarto argumento é chamado de cultural e social. Como a principal aquisição e produto definidor da nossa cultura, a ciência é vista como necessária. E como forma de pensar, deve ser passada para novas gerações. E, por ser cada vez mais especializada, torna-se difícil para um leigo o entendimento dessa forma científica de pensar. Esse parece ser o argumento mais considerado pelo autor.

Apesar de nenhum dos argumentos se justificar sozinho, vamos destacar o argumento utilitário, por ser bastante usado pelos professores (QUADROS e LIMA, 2006). Nesse caso, a presença da Química é justificada como uma possibilidade de discutir temas importantes que envolvem, entre outros, questões ambientais.

Interessou-nos saber o que os estudantes, ao final da educação básica, entendem sobre fenômenos ambientais, em turmas as quais o tema combustíveis e fenômenos ambientais provocados pela queima de combustíveis foi desenvolvido, como parte do conhecimento de um grupo de funções orgânicas e identificar algumas concepções que os estudantes têm sobre a poluição ambiental causada pelos combustíveis mais usados e a relação dos produtos liberados nessa transformação com alguns fenômenos ambientais que podem provocar ou estão provocando impactos significativos ao ambiente.

Considerando que a química é uma ciência que busca explicações para as coisas físicas do mundo e que, pela sua natureza filosófica e abstrata, é carregada de teorias, essas, uma vez aceitas pela comunidade científica, passam a fazer parte do rol de conhecimentos científicos. Os estudantes, ao ingressarem na escola e durante o tempo que

permanecem nela, convivem com outras formas de explicar o mundo que não a usada pela ciência.

A escola deve propiciar a esses estudantes a vivência com a cultura científica, de forma que eles se apropriem do conhecimento pedagógico para explicar as coisas do mundo. Partindo de dois trabalhos já realizados anteriormente (GOUVEA, 2006 e OLIVEIRA, 2006) e com o objetivo de identificar como os estudantes em final de Ensino Médio explicam algumas questões ambientais e como se posicionam em relação à opção por combustíveis, desenvolvemos o presente trabalho.

2. METODOLOGIA

Enquanto grupo de professoras preocupadas com a forma como o conhecimento químico é tratado nas salas de aula do Ensino Médio e, nesse caso, especialmente com aquele que trata dos materiais compostos principalmente por carbono, hidrogênio e oxigênio, ou seja, a química classificada como orgânica, desenvolvemos e aplicamos um instrumento de coleta de dados contendo questões que visavam identificar como estudantes relacionam o conteúdo ministrado no terceiro ano do ensino médio com problemas ambientais ligados à realidade vivida por eles e pela população em geral. As questões usadas versaram sobre problemas ambientais e os conceitos químicos relacionados a cada um deles. Para este trabalho, selecionamos as questões referentes a combustão, enfatizando a combustibilidade dos materiais orgânicos mais comuns e os efeitos dessa combustão no meio ambiente.

Como alguns problemas ambientais são bastante citados pela mídia em geral, acabam sendo levados para a sala de aula, ou pelos estudantes – que têm curiosidade sobre o assunto – ou pelos próprios professores, na tentativa de mostrar o vínculo da química com os temas tratados pela mídia.

Inicialmente selecionamos quatro professores licenciados em química, os quais afirmaram terem desenvolvido alguns temas químicos que envolviam os impactos ambientais que desejávamos explorar. Conhecendo o conteúdo desenvolvido por cada um dos professores, em suas aulas de química, passamos à confecção do instrumento que

usaríamos para a coleta de dados. Esse consistia de várias questões envolvendo alguns impactos ambientais. Para este trabalho selecionamos as questões relacionadas à combustão/combustibilidade.

Enfatizamos que todos os professores afirmaram que o conhecimento sobre combustão – seus reagentes e produtos – havia sido desenvolvido em sala de aula e que o efeito de cada um dos produtos no ambiente havia sido objeto de preocupação nas aulas. A primeira questão foi de caráter aberto, versando sobre a escolha de combustível e a preocupação ambiental e, na segunda, os estudantes escolheriam um problema ambiental que considerassem grave, entre os citados por nós e justificariam a escolha.

O instrumento de coleta de dados, contendo as questões, foi aplicado a 91 estudantes, divididos em quatro turmas de diferentes escolas da região metropolitana de Belo Horizonte. As turmas envolveram 50 estudantes de escolas particulares de ensino, todos do turno diurno e os demais de escolas públicas, sendo 23 do turno diurno e 18 do noturno. Esses estudantes tinham, na época em que o instrumento foi aplicado, idades que variavam entre 17 a 23 anos. O instrumento foi aplicado por um dos pesquisadores, junto com o professor da disciplina.

Consideramos, baseadas em Mortimer e Braga (2003), que a presença de gêneros de discursos do cotidiano ou do senso comum surgem, nas aulas de ciências, em função da ênfase e importância que é dada à relação entre fatos científicos e aspectos da vida cotidiana. Driver et al (1999), falam das formas de “senso comum” de explicar os fenômenos e que elas representam o conhecimento do mundo descrito dentro da cultura do dia-a-dia. Assim, quando o estudante explica, em sala de aula, um fato ou fenômeno baseando-se apenas em conhecimentos que “ouviu falar”, mesmo de maneira equivocada e sem base no conhecimento científico formal, chamamos a isso de cultura do dia-a-dia. A cultura científica seria decorrente da vivência com a explicação da ciência para as coisas do mundo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O instrumento de coleta de dados foi aplicado pelo próprio professor das turmas, acompanhado de um dos pesquisadores, numa das últimas aulas do terceiro ano do Ensino Médio. Aos estudantes foi disponibilizada até uma hora para a resposta, mas a grande maioria deles usou cerca de trinta minutos. O professor convidou-os a responder, explicando os objetivos. Os mesmos mostraram-se dispostos a participar e colaborar tanto com o professor quanto com a pesquisa.

As questões propostas foram de caráter geral e esperávamos que as justificativas solicitadas nos dessem uma idéia razoável sobre o conhecimento que estudantes de final do Ensino Médio teriam sobre alguns fenômenos que prejudicam o ambiente no qual vivemos.

A primeira questão foi elaborada considerando que as quatro turmas participantes haviam estudado, em sala de aula, os combustíveis derivados do petróleo, o álcool e a combustão, enfatizando a combustão completa e a incompleta. A questão foi *“Os carros de passeio chamados ‘flex’ podem usar tanto gasolina quanto álcool (etanol). Digamos que você é uma pessoa preocupada com a poluição atmosférica e vai escolher, independentemente do preço, o combustível que menos polui. Qual você escolheria? Baseado em que fez essa opção?”*.

Tínhamos a expectativa de que esses estudantes fossem capazes de analisar criticamente os combustíveis usados em carros de passeio, também em termos de efeitos ambientais e não apenas no caráter econômico. As respostas elaboradas pelos mesmos aparecem na Tabela 1, agrupadas de acordo com a nossa interpretação das justificativas. O número de justificativas é maior do que o número de participantes, em função de que alguns dos estudantes apresentaram mais de uma justificativa para a escolha do combustível.

Resposta	Justificativa	Nº. de justificativas	Total de justificativas	Porcentagem %
Álcool	Libera menos toxinas.	48	99	92,5
	Produto natural.	22		
	Recurso Renovável	13		
	Não possui enxofre.	4		
	É mais puro.	4		

Gasolina	Não é adulterado.	4	8	7,5
	Não justificou.	4		
	É obtida do petróleo.	2		
	O álcool possui metanol.	2		
	Libera menos partículas.	2		
	Evapora mais rápido.	2		

TABELA 1 – Respostas referentes à opção pelos combustíveis álcool ou gasolina.

Como esperávamos, a maioria dos estudantes escolheu, como combustível menos poluente, o álcool etílico ou etanol. Essa nossa expectativa tem origem na grande divulgação junto à mídia brasileira, sobre o uso do álcool como combustível, que viria substituir a gasolina em função da crise iminente do petróleo e no grande incentivo governamental ao plantio de cana-de-açúcar e construção de usinas de álcool, visando a produção de álcool combustível.

Entre as justificativas utilizadas para explicar a opção pelo álcool etílico ou etanol, alguns estudantes expressaram mais de um motivo, ressaltando ser um conjunto de fatores que proporcionam uma menor emissão de poluentes. A opção de 48 estudantes para a escolha do álcool etílico como menos poluente considerou uma menor quantidade de toxinas liberada ao meio ambiente, após a combustão.

De acordo com as respostas dos alunos concluímos que há uma noção de que a gasolina possui, em sua composição, um número maior de substâncias que o álcool e que, durante a queima desse combustível, será eliminado para o meio ambiente um número também maior de toxinas. Essa observação fica nítida no argumento abaixo (a), usado por um dos estudantes, que menciona um desses componentes tóxicos presentes na gasolina e que não estaria presente no álcool.

(a) *O álcool, pois ele não possui enxofre quando é queimado no motor, sendo que o enxofre é muito poluente.*

Observando essas justificativas, percebemos que há dúvida quanto à origem dos combustíveis. No argumento seguinte (b) o pesquisado relata ser o álcool mais natural que a gasolina, porém ambos provêm de fontes naturais. Isso pode ser um indício de que esses estudantes não concebem bem a diferença entre produto natural, artificial e,

possivelmente, de sintético. O mesmo equívoco foi cometido por outros 21 pesquisados, exemplificados em (c) e (d).

(b) (...) *afinal é mais natural, sua fonte é renovável e sua combustão não elimina gases poluentes como a gasolina.*

(c) (...) *sua composição é natural.*

(d) (...) *feito de cana de açúcar, um recurso natural.*

Outros estudantes escolheram o álcool como melhor opção por considerá-lo mais puro ou sem adulteração. Provavelmente isso se deve ao fato de ser, freqüentemente, vinculado na mídia notícias sobre adulteração de gasolina.

Dos pesquisados, oito deles afirmaram ser a gasolina um combustível de melhor qualidade. Dentre as justificativas apresentadas para o uso da gasolina e não do álcool destacamos (e):

(e) (...) *o álcool é composto pelo metanol e ele é altamente tóxico.*

Esse aluno afirmou ter metanol na composição do álcool etílico. Pelo fato de ser o metanol um combustível conhecidamente tóxico, tornaria o álcool etílico um produto que liberaria mais toxinas para o ambiente. O metanol é um dos produtos secundários que podem estar presentes no álcool após o processo de fermentação. É, também, uma das substâncias que são utilizadas como agentes desnaturantes em alguns países, assim como o etanal e outros (SHREVE e BRINK JR., 1997). Os agentes desnaturantes¹ têm por objetivo alterar aspectos do álcool etílico combustível para evitar sua ingestão. Essa medida evita que este álcool seja utilizado por fabricantes de bebidas alcoólicas, pois os impostos que recaem sobre o álcool desnaturado são menores.

Os demais pesquisados que corroboram com a opção de uso da gasolina, dois afirmaram que, por ser derivada do petróleo, é menos poluente, sem explicar o motivo da

¹ No Brasil, segundo a Anvisa (2000) todo o álcool comercializado deve conter um agente desnaturante exceto para o álcool utilizado na fabricação de bebidas alcoólicas. Porém, o álcool combustível é regulamentado pela Agência Nacional do Petróleo, gás natural e biocombustíveis – ANP – que estabelece, em resolução própria (ANP, 2005) as especificações do Álcool Etílico Anidro Combustível (AEAC) e do Álcool Etílico Hidratado Combustível (AEHC) comercializados pelos diversos agentes econômicos em todo o território nacional.

menor poluição. Outros dois afirmaram que a queima da gasolina libera menos partículas ao ambiente e os demais usaram a volatilidade como justificativa já que, ao considerarem a gasolina mais volátil, consideram-na um melhor combustível.

Na opção pelos combustíveis, podemos perceber uma noção de poluição que se refere apenas aos efeitos dos produtos da combustão, ignorando a poluição decorrente do processo que da origem ao combustível. A escolha do álcool como combustível, tanto neste trabalho quanto na opinião da população em geral, está associada apenas à menor liberação de toxinas durante a combustão. Será que, ao analisar poluição, chega-se a pensar na produção desses combustíveis e o que ela significa em termos de qualidade do ar? Provavelmente não. Em artigo publicado em jornal de grande circulação, do estado do Mato Grosso do Sul², a autora denuncia o alto índice de poluição atmosférica causada pela queima dos resíduos da cana de açúcar, nas lavouras. Ela ressalta que:

Os cientistas brasileiros e de outros países comprovaram que a exposição aos poluentes liberados durante a queima da cana-de-açúcar ou de outros materiais vegetais tem causado o adoecimento e a morte de milhares de pessoas todos os anos. Isto tem sido bastante óbvio para quem mora nas regiões onde há plantações de cana, cujo período de queima coincide, exatamente, com o aumento da procura de pacientes por serviços médicos, em hospitais e postos de saúde. É importante enfatizar que os poluentes tóxicos presentes na fumaça proveniente da queima da biomassa (lenha, cana, pasto, etc) causam não só problemas respiratórios mas, também, circulatórios. Ou seja, alguém com hipertensão, ou acidente vascular, ou infarto, pode estar sendo vítima dos efeitos dos poluentes atmosféricos provenientes da queima da cana ou de outros vegetais. (p. 2^a)

A pesquisadora apresenta referências que corroboram com os argumentos que apresenta. Fica evidente que poluição não é apenas aquela decorrente da queima do combustível, mas também aquela decorrente da forma de produção, ainda precária, do combustível brasileiro. Certamente esse é um fator que deveria ser mais discutido, entendido e considerado, principalmente nessa época em que a produção de álcool

² HESS, Sônia. Tentativas de Homicídio. In: *Jornal Correio do Estado/MS* em 04/03/2008, p. 2^a.

combustível tem recebido incentivos governamentais e sido considerada como solução para os carros de passeio, frente à crise do petróleo.

Há métodos mecanizados para a colheita da cana-de-açúcar, que evitariam a queimada antes da colheita manual, mas que ainda não estão presentes na maioria das lavouras de cana-de-açúcar. Apesar de este trabalho centrar-se apenas na poluição decorrente da queima dos combustíveis, julgamos importante chamar a atenção para este fato, com intuito de colaborar com discussões futuras.

Na segunda questão, listamos alguns fenômenos ambientais, solicitando aos estudantes que escolhessem aqueles que, na opinião deles, poderiam ser consequência de combustões. Uma vez feita esta primeira escolha, eles deveriam selecionar um fenômeno que entendessem como mais grave e comentá-lo, justificando a escolha. A questão foi:

“A queima de combustíveis é uma preocupação de toda a sociedade, pelos poluentes que joga na atmosfera, causando impactos ambientais. Diariamente os jornais noticiam problemas relacionados à poluição. O trecho abaixo foi retirado do site Rota Brasil Oeste:

‘O diretor do Programa de Proteção Ambiental do Ministério do Meio Ambiente, Rui de Góes Leite Barros, informou que o Brasil deve entrar imediatamente nas negociações para a segunda fase do Protocolo de Kyoto, que vai estabelecer as normas de redução da poluição mundial a partir de 2012.’

a) *Entre os impactos ambientais, marque com um “X” os que você julga serem consequência da queima de combustíveis .*

- | | |
|--------------------------------------|---|
| () Efeito estufa | () Terremotos |
| () Destruição da camada de ozônio | () Problemas respiratórios à população |
| () Derretimento das calotas polares | () Chuva ácida |
| () Elevação do nível do mar | () Furacões |

b) *Entre aqueles que você marcou, escolha o que considera como mais grave, re-escrevendo-o abaixo. .*

c) *Justifique a escolha feita e descreva o que você conhece sobre esse impacto.”*

Esperávamos, com esta questão, que os estudantes fossem capazes de associar a queima de combustíveis a, principalmente, efeito estufa, derretimento das calotas polares, elevação do nível do mar, problemas respiratórios à população e chuva ácida.

O efeito estufa é provocado por certos gases chamados ‘estufa’, presentes na atmosfera e, entre eles, $\text{CO}_2(\text{g})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, $\text{NO}_x(\text{g})$ e $\text{CH}_4(\text{g})$. É graças à presença desses gases que a temperatura do nosso planeta permite a vida. O gás carbônico, CO_2 , é produto da combustão dos hidrocarbonetos e do álcool etílico ou etanol. Assim, caso o efeito estufa fosse associado ao aquecimento global – causado pelo excesso de gases estufa - este fenômeno poderia ser facilmente associado à queima de combustíveis. O aquecimento global causaria o derretimento das calotas polares e a elevação do nível do mar, como consequência imediata.

Os problemas respiratórios à população são decorrência, principalmente, da presença de material particulado no ar. A combustão incompleta poderia, então, pela liberação de partículas sólidas e outros gases, agravar esse problema. A chuva ácida, se considerada a queima do enxofre que, normalmente, está presente nos combustíveis de origem fóssil, também é uma consequência da combustão.

Os fenômenos que não esperávamos serem diretamente associados à combustão são a destruição da camada de ozônio, os terremotos e os furacões. A destruição da camada de ozônio é, normalmente, associada à emissão de cloro-fluor-carbonetos (CFC's) no ar. Os terremotos se associam, principalmente, ao movimento de placas tectônicas e os furacões à convergência de frentes de frio e/ou calor. Portanto, estes três últimos fenômenos, se consideradas essas informações, não seriam escolhidos. Os impactos relacionados pelos pesquisados estão na Tabela 2.

Impacto	Nº. de alunos que mencionaram o impacto	Porcentagem %
Efeito estufa	74	19,9
Problemas Respiratórios	63	17,0
Chuva Ácida	59	15,9
Destruição da Camada de Ozônio	58	15,6
Derretimento das Calotas Polares	54	14,6

Elevação do Nível do Mar	37	10,0
Terremotos	15	4,0
Furacões	11	3,0

TABELA 2: Relação de respostas referente aos impactos assinalados na letra a da questão 2.

O efeito estufa, a chuva ácida e os problemas respiratórios foram bastante citados e, como já descrito, podem ser associados à da combustão, quando em excesso no ar. O derretimento das calotas polares e a elevação do nível do mar são conseqüências do aquecimento global do planeta, advindo de um excesso de gases estufa na atmosfera. Mas o derretimento das calotas polares parece ter sido mais percebido como problema, enquanto a elevação do nível do mar não o foi. Embora sejam problemas gerais decorrentes do aquecimento global, notamos uma certa “hierarquização” decorrente, acreditamos, da maior ou menor divulgação dos mesmos pela mídia.

A destruição da camada de ozônio também foi associada à combustão. Essa associação até poderia ser feita considerando a combustão da gasolina como causa secundária, mas a associação primária da destruição da camada de ozônio é com a emissão de CFC's no ar. Não identificamos, neste trabalho, a relação feita entre este impacto e a combustão e, por isso, a deixamos para trabalhos futuros.

Ao solicitarmos que escrevessem o impacto que consideravam como mais grave (item b), esperávamos identificar qual deles causa preocupação. A relação dos impactos citados como o mais importante pelos pesquisados, se encontra na Tabela 3.

Impacto Ambiental	Número de Alunos que			
	Citaram o fenômeno	Descrevem o fenômeno	Tem idéia vaga do fenômeno, mas ainda confusa.	Manifestam grande confusão ao descrever o fenômeno
Efeito Estufa	39	4	22	13
Destruição da camada de ozônio	18	-	7	11
Problemas respiratórios	17	-	8	9
Furacões	5	-	-	5

Derretimento das calotas polares	4	4	-	-
Chuva ácida	2	-	2	0
Elevação do Nível do mar	2	-	2	-

TABELA 3: Relação de respostas referente aos impactos julgados mais importantes e à explicação dos mesmos.

Dos participantes dessa pesquisa, quatro deles não responderam a este item da questão dois e, por isso, não fazem parte dos dados da Tabela 3.

Podemos observar que o efeito estufa continua sendo citado como o fenômeno que mais causa preocupação. Este fenômeno também vem recebendo destaque na mídia, o que pode colaborar com a escolha feita pelos estudantes. Apesar de considerá-lo como o mais grave, o conhecimento sobre o assunto ainda é restrito. Destacamos um trecho comentado (f) a qual consideramos como a descrição mais próxima do fenômeno:

(f) O efeito estufa consiste na acumulação de gases poluentes na atmosfera, impedindo a saída dos raios solares. Esse é um grave impacto ambiental, pois provoca a elevação da temperatura global, responsável pelo derretimento das calotas polares aumentando, assim, o nível do mar, o que poderá inundar cidades litorâneas. Além disso, pode levar a extinção espécies animais e vegetais.

Esta descrição não é completa. Ao referir-se aos gases poluentes, o estudante pode estar considerando outros, além dos que são chamados de “estufa”. Ao dizer que esses gases impedem a saída de raios solares, desconsidera-se completamente a ação dos raios – UV e IV – na atmosfera e nas moléculas dos gases estufa. Mas como isso não é, normalmente, tratado no Ensino Médio, não esperávamos que isso aparecesse. Mesmo assim a destacamos por ser a única que considerou a diferença entre efeito estufa e aquecimento global e as conseqüências imediatas do aquecimento global do planeta.

Ao justificarem a escolha do efeito estufa como o mais grave, houve uma tendência a descrever as conseqüências do fenômeno e não uma tentativa de explicá-lo, como havíamos solicitado. E isso se repetiu para os demais fenômenos. Também percebemos que

apenas o lado negativo do fenômeno “efeito estufa” foi destacado pelos pesquisados. O fato de que os gases “estufa” presentes na atmosfera mantêm a temperatura do planeta num nível que permite a existência de vida não foi considerado.

A destruição da camada de ozônio foi o segundo fenômeno da lista de impactos ambientais considerados graves. Também esse fenômeno não foi adequadamente descrito, evidenciando o pouco conhecimento químico que os alunos têm sobre ele, conforme pode ser percebido abaixo (g).

(g) A camada de ozônio é uma proteção que nós temos contra os raios solares. A poluição jogada pelos veículos e usinas vai, cada vez mais, corroendo ela, causando seu buraco e facilitando a passagem dos raios à terra. Essa destruição favorece outros impactos ambientais que eu marquei.

Nesse comentário (g) a associação foi feita com a combustão, por considerar que “a poluição jogada pelos veículos”, junto com os resíduos que as usinas liberariam na atmosfera, seriam os responsáveis pela destruição da camada de ozônio. Os gases provenientes da combustão possivelmente afetam também a camada de ozônio, mas estão longe de serem os principais responsáveis pela diminuição significativa dessa camada em determinadas regiões do planeta. O uso da palavra “buraco” parece estar amplamente disseminado. Cirino e Souza (2008), ao descreverem os resultados de pesquisa realizada com estudantes de Ensino Médio sobre a destruição da camada de ozônio, afirmaram que o uso da palavra buraco, para descrever a diminuição da cada de ozônio em certas regiões, é adequada. Preocupa-nos o entendimento que estudantes têm do fenômeno. Para pensarmos em termos de reposição dessa camada, parece-nos mais adequado o termo “diminuição”.

Os problemas respiratórios provocados pelos resíduos ou produtos da combustão aparecem como o terceiro mais grave. De forma geral, há a percepção de que a poluição atmosférica afeta a saúde das pessoas, principalmente o aparelho respiratório. Mas não há qualquer descrição de quais seriam os produtos da combustão responsáveis por isso. Entre as respostas dadas, destacamos (h) abaixo:

(h) *Porque quando chega a trazer problemas à população, os níveis de poluição são muito concentrados.*

Pelo que temos percebido, nas aulas de química de Ensino Médio não há uma preocupação com o efeito do material particulado, presente no ar, com a saúde da população, mesmo tendo sido identificado partículas sólidas como produto da combustão. Para fazer uma explicação coerente deste fenômeno, o estudante precisaria tratar conhecimentos escolares de forma interdisciplinar. E, se a escola tem dificuldade em desenvolver conteúdos de forma interdisciplinar, não podemos esperar que nossos estudantes o façam.

Chamou-nos a atenção o fato de que a chuva ácida, em comparação com os três fenômenos anteriores, ter sido pouco citada ou não considerada como grave. Provavelmente porque, no Brasil, a chuva ácida não é considerada uma preocupação ou não faz parte do rol de informações envolvendo a ciência que mais veiculam na imprensa. As poucas descrições feitas (i) envolvem conhecimentos presentes em materiais de divulgação científica e na própria mídia.

(i) *A chuva ácida destrói o ambiente, corrói mármore e destrói a vegetação, sendo prejudicial à saúde.*

Corroer o mármore e destruir a vegetação pode ser um conhecimento decorrente de reportagens sobre o efeito da chuva ácida noutros países e, por isso, não ser considerado um problema grave aqui no Brasil.

O derretimento das calotas polares, os furacões e os terremotos também não foram considerados preocupantes entre os estudantes pesquisados. Os quatro pesquisados que citaram como mais importante o derretimento das calotas polares explicaram o fenômeno. Provavelmente isso aconteceu por ser uma explicação simples, que pode ser feita mesmo por quem não tenha um conhecimento científico mais apurado. Um exemplo disso é o fragmento (j) abaixo:

(j) *Com o derretimento das calotas polares o nível do mar aumentaria, gerando graves problemas e até inundações em várias cidades.*

Nas descrições feitas sobre os fenômenos e que classificamos como “confusos”, a maior parte dos pesquisados cita um impacto ambiental e acaba, na descrição, misturando características de outros impactos ou mesmo descrevendo outro impacto que não o citado. Exemplificando isso, um aluno cita (1) furacão, mas sua descrição refere-se aos terremotos.

(1) É um grande problema para a população. Furacão é um tremor debaixo do mar que deixa muitas pessoas sem casas.

Esses problemas ambientais, apesar de alguns conteúdos da Química serem relacionados a eles, não foram trabalhados especificamente nas salas de aula pesquisadas. Mas a combustão é um conhecimento presente nas aulas de Químicas desses estudantes. Por isso, esperávamos que eles conhecessem os efeitos principais dos produtos oriundos dessa transformação. A nossa experiência em sala de aula e as pesquisas que temos realizado com estudantes de ensino médio nos mostra que, ao estudar transformações químicas, a combustão é normalmente citada e/ou discutida. Parece lógico que, se o ensino de química tem um importante papel na formação dos estudantes da educação básica, eles deveriam conhecer os problemas que afetam o mundo em que vivem e explicá-los sob a ótica da ciência e, entre eles, os problemas ambientais relacionados à combustão.

Se isso não está acontecendo, podemos supor que as escolas não estão trabalhando dentro das perspectivas inovadoras do ensino, que ressaltam a contextualização, a interdisciplinaridade e a formação para a cidadania. Se essas perspectivas não fizerem parte do trabalho de cada um de nós, professores de Química, como promover uma visão mais ampla do que seja química e produtos químicos? Como esses estudantes serão capazes de envolver-se com questões políticas, sociais, econômicas e ambientais, participando ativamente da sociedade em que vivem, com o conhecimento que demonstraram ter?

Através das descrições feitas pelos estudantes para os fenômenos ambientais tratados neste trabalho, entendemos que eles não foram capazes de elaborar uma explicação que pudesse ser considerada adequada ao nível de conhecimento que eles deveriam ter.

4. E, CONCLUINDO...

A análise das respostas dos estudantes que estavam em processo de conclusão do Ensino Médio, acentuou a preocupação com a maneira como o conhecimento químico vem colaborando na formação dos mesmos. Se o conhecimento que a maioria dos estudantes tem sobre os fenômenos ambientais é esse que demonstraram no instrumento de coleta de dados usado neste trabalho, então podemos afirmar que o ensino de química não tem auxiliado na formação de cidadãos capazes de participar ativamente da sociedade.

Considerando que as orientações curriculares presentes nos PCNEM apontam para a construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas e para a inserção desse estudante como cidadão, na sociedade, acreditamos que esses pesquisados, se precisassem opinar sobre situações relativas aos impactos ambientais, teriam poucas condições de fazê-lo, se dependessem exclusivamente do conhecimento do qual se apropriaram até então.

O conhecimento químico presente na escola, mesmo que adaptado à vida escolar, mantém um vínculo com o dia-a-dia de todos nós. Ao citarem os problemas ambientais, os estudantes pesquisados não são capazes de usar o conhecimento escolar para explicar os fenômenos. Parece-nos que não pensam sobre o mundo usando a química. Isso pode estar acontecendo em função de que o estudante não é levado a tomar consciência de seus próprios modelos de explicação e compreensão do mundo e, portanto, não tem como reconhecê-los como limitados ou equivocados, num processo de desconstrução/reconstrução de saberes.

Para promover a apropriação de conceitos científicos provavelmente faz-se necessário o questionamento do conhecimento do dia-a-dia, configurando-se a sala de aula de química num processo de negociação, de luta de idéias e de construção de novas formas de pensar sobre o mundo material. A aprendizagem, conforme já foi dito, é sinônimo de evolução conceitual. Se os estudantes continuam usando a cultura do dia-a-dia, significa que não evoluíram conceitualmente na escola.

A linguagem usada pelos estudantes neste trabalho está muito próxima daquela usada pelos meios de comunicação não especializados. Por que são capazes de se apropriar

da linguagem da mídia e não dos conceitos usados pela ciência? Podemos considerar o uso dessa linguagem pelo próprio professor, já que esses impactos ambientais não são devidamente tratados na maioria dos livros didáticos de Química que os professores usam para preparar suas aulas (SILVA, 2006; LOBATO, 2007).

Será que os cursos de formação de professores preparam o professor para desenvolver ou falar sobre esses temas em sala de aula? Provavelmente não, e isso se justificaria por ser uma formação no porvir, ou seja, não conhecemos suficientemente os impactos ambientais que serão considerados importantes, a ponto de fazerem parte do debate de sala de aula, quando os hoje alunos de licenciatura estiverem atuando como professores de Química, apesar de termos fortes indícios sobre alguns deles. Tanto isso é real que os impactos que hoje consideramos problemas ambientais, poderiam não o ser na época em que alguns desses professores cursaram a licenciatura.

Apesar de Millar (2003) considerar que o argumento de utilidade não se justifica sozinho como motivo para a existência de disciplinas da área de ciências, nem mesmo essa utilidade está sendo “cumprida”. A oportunidade que os estudantes têm de entender fenômenos químicos que ocorrem na natureza, através da disciplina de química, pode não estar sendo bem aproveitada no Ensino Médio, o que resulta num entendimento parcial e/ou equivocado de fenômenos cujas conseqüências já se fazem sentir no nosso mundo.

Consideramos que, se o ensino de química fosse desenvolvido a partir de temas químicos relevantes e de interesse dos estudantes, os mesmos poderiam mais facilmente perceber a química como uma forma de explicar o mundo e os fenômenos nele presentes. Um conhecimento teórico com o qual eles não sabem o que fazer acaba provocando esse tipo de resultado: reproduzem a cultura do dia-a-dia e não se apropriam da cultura científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf> >. Acesso em 28 ago. 2008.

CIRINO, M. M. e SOUZA, A. R. O Discurso do alunos de Ensino Médio a respeito da “Camada de Ozônio”. **Revista Ciência & Educação**. v. 14, nº. 1, 2008, p.115 – 134.

DRIVER, R. et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Revista Química Nova na Escola**. p. 31 – 40. Maio, 1999.

LOBATO, A. C. **A abordagem do Efeito Estufa nos livros de ciência: uma análise crítica**. Monografia de Especialização. Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

GOUVEIA, Viviane de Paula. **Estudo das concepções dos alunos de 3ª série do Ensino Médio sobre a solubilidade de compostos orgânicos**. Monografia de Graduação. Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

MILLAR, R. Um Currículo de Ciência voltado para a compreensão de todos. **Revista ENSAIO**, v. 5, nº 2, p. 139-154, out. 2003

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, nº. 1, 1996.

MORTIMER, E. F. e BRAGA, S. A. M. Os gêneros de discurso do texto de Biologia dos livros didáticos de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências**. v. 3, nº 3, p. 56 – 74, 2003.

OLIVEIRA, Sheila Rodrigues. **A Química Orgânica no ensino Médio: análise da apropriação de conhecimentos pelos alunos**. Monografia de Graduação. Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

QUADROS, A. L. e LIMA, M. E. C. A área de Ciências na concepção de professores de Ensino Médio e alunos do ENCI - Ensino por Investigação, modalidade a distância. In: **XIII Encontro Nacional de Ensino de Química**. 2006, Campinas – SP.

SCHNETZLER, R. P. Importância, Sentido e Contribuições de Pesquisas para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v.1, nº. 1, maio 1995, p. 27 – 31.

SHREVE, R. Norris e BRINK JR, Joseph A. **Indústrias de processos químicos**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.



Vol. 11 nº1 junho 2009

SILVA, C. N. **A Discussão do Efeito Estufa nos Livros de Química do Ensino Médio e Superior.** Monografia (graduação) – Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

TOMAZELLO, M. G. C. e FERREIRA, T. R. C. Educação ambiental: que critérios adotar para avaliar a adequação pedagógica de seus projetos? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, nº. 2, 2001, p. 199 – 207.

VIGOTSKI, L. S. **A Formação Social da Mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1999.

Data de recebimento: 17/05/08

Data de aprovação: 05/08/08

Data de versão final: 04/09/08