

ASCENSÃO E QUEDA DOS CFCS COMO ESTUDO DE CASO: DIFERENTES ESTÁGIOS DE CONSCIENTIZAÇÃO ACERCA DE RISCOS QUÍMICOS.

VIANA BONINI, H. (1); CORIO, P. (2) y PORTO, P. (3)

(1) QUÍMICA FUNDAMENTAL. Universidade de São Paulo helael@iq.usp.br

(2) Universidade de São Paulo. paola@iq.usp.br

(3) Universidade de São Paulo. helael@iq.usp.br

Resumen

Ao criar novas substâncias, todo químico precisa lidar com a possibilidade de essas substâncias oferecerem algum tipo de perigo. Este trabalho se apresenta como um estudo de caso, que pode servir aos educadores em química como motivador de reflexões a respeito do gerenciamento dos riscos ambientais inerentes à atividade dos químicos. O estudo é focado na trajetória da preparação, uso e descoberta dos riscos ambientais dos compostos conhecidos como clorofluorocarbonos (CFCs). Para isso foram consultados artigos científicos do período enfocado, além de fontes secundárias em história e em filosofia da química. Pode-se classificar as concepções dos químicos a respeito dos riscos oferecidos pelas substâncias produzidas por eles em três dimensões: individual, ambiental local e ambiental global – sendo que esta emerge definitivamente na década de 1970.

Objetivos

Para o senso comum, não é difícil associar produtos químicos à poluição ou a danos para a saúde. O profissional de química, porém, necessita desenvolver uma visão mais elaborada a respeito dos riscos de sua atividade. Considerando que uma das principais atividades dos químicos na atualidade é a criação de novas substâncias, é preciso lidar com a possibilidade de essas substâncias oferecerem algum tipo de perigo. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar um estudo de caso, que pode servir aos educadores

em química como motivador de uma discussão crítica a respeito da necessidade de se gerenciar os riscos ambientais inerentes à atividade dos químicos.

Marco teórico

Muitos autores já destacaram a importância da história e da filosofia da ciência para o ensino de ciências (Matthews, 1994; Cachapuz, 2005). Neste trabalho, consideramos que a discussão de um caso histórico pode ser muito útil para promover reflexões, entre estudantes de química, a respeito da atividade dos profissionais dessa área. Não se trata, porém, de olhar para o passado promovendo um julgamento do que foi feito “certo” ou “errado”, à luz de critérios atuais. Tendo a nova historiografia da ciência (Alfonso-Goldfarb e Beltran, 2004) como referencial, consideramos importante tentar compreender os episódios do passado no contexto em que ocorreram, analisando quais eram os critérios da época, e buscando refletir também a respeito da evolução dos critérios utilizados pelos químicos através dos tempos. Também a filosofia da química – cujo estudo tem recebido importantes contribuições nos últimos anos (Baird et al., 2006) – pode oferecer elementos relevantes para essa reflexão.

Metodologia

O trabalho foi desenvolvido como um estudo de caso (Yin, 2003) em história da ciência, abrangendo também questões da filosofia da química. O estudo é focado na trajetória da preparação, uso e descoberta dos riscos ambientais dos compostos conhecidos como clorofluorocarbonos, ou CFCs. Para desenvolvê-lo, foram consultados artigos científicos do período focado, além de fontes secundárias em história e em filosofia da química.

Resultados e discussão

Um reflexo da revolução propiciada pela química no século XX pode ser observado no exponencial crescimento do número de novas substâncias sintetizadas: no final do século XX já estavam catalogadas cerca de 19 milhões de substâncias; no início do século XIX eram somente algumas dezenas (Schummer, 1999). A química definitivamente se institucionalizou na forma de pesquisa industrial, voltada para a criação e produção comercial de novos materiais (Mauskopf, 1993).

A expansão da indústria química gerou preocupações a respeito da degradação das condições de vida no entorno das instalações industriais. Alguns sinais de alerta foram dados já nos anos 1950, como o episódio da Baía de Minamata no Japão, e o início do questionamento do uso de pesticidas (Laszlo, 2006). Com o tempo, acumularam-se evidências de que os danos ambientais não ficavam restritos ao entorno das indústrias: podiam se espalhar por regiões muito amplas. Até que, na década de 1970, ficou claro que a questão ambiental assumia escala planetária.

Os primeiros CFCs foram produzidos nos anos 1920. A partir da década seguinte, passaram a ser empregados industrialmente como fluidos refrigerantes, sendo produzidos em larga escala (DuPont, s.d.). Sua utilização foi crescendo, especialmente em equipamentos para refrigeração e como propelentes em aerossóis, pois os CFCs eram tidos como “estáveis e não tóxicos” - até serem responsabilizados pela destruição do ozônio estratosférico.

Em 1970, o cientista inglês James Lovelock descobriu um CFC (o triclorofluorometano, ou CFC-11) na atmosfera sobre a Irlanda. Posteriormente, verificou que a concentração de CFC-11 e CFC-12 na atmosfera era de 0,23 nanomol/mol - correspondendo, aproximadamente, a toda produção mundial de CFCs até aquela data. Isso foi considerado atípico na ocasião, pois a maioria dos poluentes conhecidos desaparecia aos poucos da atmosfera, por meio de processos chamados “sumidouros” - como a chuva (Kirchhoff, 2004). Lovelock inicialmente considerou que acompanhar os CFCs poderia ser útil para monitorar os movimentos das massas de ar, em função da inércia química desses compostos.

Em reunião conjunta de químicos e meteorologistas em 1972, F. Sherwood Rowland, da Universidade da Califórnia, ficou intrigado ao conhecer a pesquisa de Lovelock. Especialista em cinética química e fotoquímica, Rowland sabia que os CFCs não poderiam permanecer inalterados para sempre na atmosfera. No ano seguinte, ele e Mário Molina, então um pós-doutorando, lançaram-se a rastrear a perambulação dos CFCs pela atmosfera. Perceberam que os CFCs, estáveis na troposfera, podiam ser decompostos pela radiação ultravioleta da estratosfera (Storlarki & Cicerone, 1974). Nessa situação, esses compostos geram átomos de cloro, que reagem rapidamente com as moléculas de ozônio. O mecanismo proposto por Molina e Rowland (1974) para explicar a destruição do ozônio estratosférico foi recebido com reservas, não se tendo constituído de imediato um consenso em torno da potencial ameaça desse fenômeno. De acordo com Laszlo (2006), a reação inicial da indústria química foi de contrariedade e obscurantismo, e incluiu tentativas de destruir a credibilidade dos cientistas que fizeram os estudos. Em 1985, porém, cientistas do levantamento antártico britânico chocaram a comunidade científica com seu trabalho sobre a maciça destruição do ozônio estratosférico do pólo sul, a qual ocorria desde o final dos anos 1970 (Seinfeld e Pandis, 2006). Esse fenômeno, ao ganhar notoriedade na imprensa, tornou-se popularmente conhecido como “buraco na camada de ozônio”. As pesquisas conduziram à celebração do Protocolo de Montreal (1987), pelo qual 180 países estabeleceram metas para reduzir a produção e o consumo dos CFCs (Hass, 1992).

Conclusões

A década de 1970 foi um momento marcante para a emergência de uma consciência de responsabilidade ambiental no seio da comunidade química. Profundas modificações ocorreram não apenas no âmbito individual dos cientistas, mas também no modo como as indústrias químicas passaram a encarar a questão ambiental (Laszlo, 2006). Pode-se observar que as concepções dos químicos sobre os riscos associados a novas substâncias transformam-se gradualmente. Em um primeiro momento, suas preocupações em relação a uma nova substância sintetizada em laboratório se voltam para a eventual toxicidade, no que podemos considerar uma dimensão individual. O florescimento da indústria química despertou as preocupações em relação ao entorno das fábricas - uma dimensão ambiental local. A partir dos anos 1970, emerge a consciência de uma nova escala de risco - a dimensão ambiental global. Promover reflexões sobre essas diferentes dimensões pode ser muito relevante na formação de um profissional de química mais crítico e ciente de suas responsabilidades diante da sociedade.

Referências

Alfonso-Goldfarb, A. M.; Beltran, M. H. R. (orgs.). *Escrevendo a história da ciência*. São Paulo: Educ/Fapesp, 2004.

Baird, D.; Scerri, E.; MacIntyre, L. (eds.). *Philosophy of Chemistry: synthesis of a new discipline*. Dordrecht: Springer, 2006.

Cachapuz, A. A necessária renovação no ensino de ciências. São Paulo: Cortez, 2005.

DuPont Company. *The History of Refrigerants Timeline*.

http://refrigerants.dupont.com/Suva/en_US/about/history/index.html. Acessado em 10/10/2008.

Hass, P. M. Banning Chrolofluorocarbons: epistemic community efforts to protect stratospheric ozone. *International Organization*. 46(1): 187-224, 1992.

Kirchhoff, V. *et alii*. Buraco na camada de ozônio: novidades no sul. *Ciência Hoje*. 17(99): 6-7, 1994.

Laszlo, P. On the self-image of chemists, 1950 – 2000. *Hyle – International Journal for Philosophy of Chemistry*. 12(1): 99 – 130, 2006.

Matthews, M.R. *Science Teaching – the role of history and philosophy of science*. New York: Routledge, 1994.

Mauskopf, S. H. Introduction. In: Mauskopf, S. H. (ed.) *Chemical Sciences in the Modern World*. Filadélfia: University of Pennsylvania Press, 1993.

Molina, M. J.; Rowland, F. S. Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atomc-atalsed destruction of ozone. *Nature*, 249: 810-812, 1974.

Schummer, J. Coping with the Growth of Chemical Knowledge. *Educación Química*, 10(2): 92-101, 1999.

Seinfeld, J. H.; Pandis, S.N. *Atmosferic chemistry and physics: from air pollution to climate chance*, 2a. ed. New York: Wiley, 2006.

Storlarki, R. S.; Cicerone, R. J. Stratospheric Chlorine: a Possible Sink for Ozone. *Canadian Journal of Chemistry* 52: 1610-1615, 1974.

Yin, R. K. *Case Study Research: Design and Methods*. Londres: SAGE, 2003.

CITACIÓN

VIANA, H.; CORIO, P. y PORTO, P. (2009). Ascensão e queda dos cfcs como estudo de caso: diferentes estágios de

conscientização acerca de riscos químicos.. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1803-1806
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1803-1806.pdf>