

Análise histórica das percepções de risco associadas à destruição da camada de ozônio: uma possível ferramenta para a formação de estudantes de química.

Historical analysis of risk perceptions associated with the destruction of the ozone layer: a didactical tool for chemistry undergraduate students.

Resumo

A destruição da camada de ozônio foi um dos assuntos mais discutidos pela comunidade científica nas décadas de 1970 e 1980. Todavia, detalhes relevantes dos argumentos utilizados na época são desconhecidos por estudantes de graduação em química na atualidade. Com o propósito de aproximar essas discussões dos alunos, e assim aprimorar sua formação, é proposto aqui o uso da Teoria Cultural para analisar as percepções de risco associadas à camada de ozônio presentes no periódico *Chemical & Engineering News*, através da análise de editoriais, resenhas de livros e cartas enviadas pelos leitores.

Palavras-chave: camada de ozônio, percepções de risco, Teoria Cultural, história da ciência, ensino de química.

Abstract

The destruction of the ozone layer was one of the most discussed scientific issues in the 1970s and 1980s. However, relevant details of the discussion are currently not known by undergraduate chemistry students. The present work aims at offering a way to bridge this gap in the initial formation of chemists, by discussing different views on risk perception. Cultural Theory is used here to investigate risk perception related to the ozone layer, as expressed in editorials, book reviews and letters published in the journal *Chemical & Engineering News* from 1974 to 1991.

Key words: ozone layer, risk perception, Cultural Theory, history of science, chemical education.

Introdução

No Parecer CNE/CES 1303/2001, que trata das “Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química”, encontra-se a indicação de que a formação superior do

profissional de química deve considerar “uma formação mais geral do estudante, com a inclusão, nos currículos institucionais, de temas que propiciem a reflexão sobre caráter, ética, solidariedade, responsabilidade e cidadania”. O Parecer estabelece que o profissional de química deve ser capaz de “refletir sobre o comportamento ético que a sociedade espera de sua atuação e de suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político”, e também “saber reconhecer os limites éticos envolvidos na pesquisa e na aplicação do conhecimento científico e tecnológico”. Uma forma de promover essas reflexões no ensino de graduação é por meio da discussão de estudos de casos históricos (Martins, 1990; Stinner *et alii*, 2003; Wong *et alii*, 2008). Tendo isso em vista, este trabalho visa enfatizar uma polêmica questão ambiental que se desenrolou nas últimas décadas do século XX. O material aqui apresentado se oferece como fonte para reflexões que podem ser fundamentais para a conscientização de futuros profissionais de química a respeito do impacto de suas atividades e de seu papel na sociedade atual.

Dentre as diversas perturbações ambientais ocorridas ao longo do século XX, foi selecionada para investigação a “destruição da camada de ozônio”, por ser esse um tema de grande repercussão nas décadas de 1970 e 1980. Os embates pertinentes a esse assunto podem ser divididos em três momentos distintos: 1) discussões sobre a possibilidade de destruição do ozônio estratosférico por aviões supersônicos, como o *Concorde* (início da década de 1970) e, principalmente, pelos clorofluorocarbonos (em 1974, Molina e Rowland propuseram que os radicais cloro que estariam atuando na decomposição da camada de ozônio seriam originados da fotólise de clorofluorocarbonos pela radiação ultravioleta); 2) embates acerca do significado das imagens de satélites artificiais divulgadas a partir de 1984, que sugeriam a existência de um “buraco” na camada de ozônio estratosférico sobre o continente Antártico; e 3) identificação experimental do aumento da concentração de radicais monóxido de cloro na estratosfera (1987) e assinatura do Protocolo de Montreal (1989).

Tendo em vista esses momentos, serão focalizadas neste trabalho as transformações nas percepções de risco relacionadas aos CFCs, de parte da comunidade química dos EUA, considerando sua parcela mais ligada à indústria. A razão para a escolha dessa parcela se deve ao fato de a reação inicial da indústria química para a possibilidade de destruição da “camada de ozônio”, que se estendeu por mais de uma década, ter sido de contrariedade e de obscurantismo – incluindo tentativas de destruir a credibilidade dos cientistas que fizeram esses estudos (Laszlo, 2006). Para conduzir esta investigação, optou-se pela escolha de um periódico voltado para o público de químicos industriais, no qual houvesse espaços de discussão que permitissem identificar os argumentos utilizados na época e propiciassem assim o envolvimento dos estudantes de química da atualidade. A busca resultou na seleção do periódico *Chemical & Engineering News*, publicado pela *American Chemical Society*. Nesse periódico estão presentes editoriais, resenhas de livros e cartas de leitores sobre a destruição da camada de ozônio. A primeira carta identificada sobre o tema foi publicada em abril de 1975, e o primeiro editorial sobre o assunto foi publicado em 1974. Considerando que as discussões acerca da camada de ozônio permearam as décadas de 1970 e 1980, foram fixados os anos de 1974 e 1991 como datas limites para o levantamento dos dados a serem analisados.

Como critério para análise do material encontrado, foi escolhida a Teoria Cultural proposta por Douglas e Wildavsky (1982). Essa teoria sugere a existência de quatro visões de mundo distintas: a individualista, a igualitária, a fatalista e a hierárquica. Cada uma dessas visões consiste em modos distintos de perceber e justificar as relações sociais, podendo ser representadas por quatro quadrantes cujos eixos vertical e horizontal correspondem às dimensões “grade” e “grupo”, respectivamente (Figura 1).

A dimensão “grade” depende do grau com que os indivíduos estão vinculados ao seu papel social. Assim, por exemplo, a dimensão grade tem valor alto no caso das instituições militares (cada indivíduo apresenta um função bem definida dentro de uma hierarquia), e tem valor baixo entre os indivíduos que fazem parte de um grupo de ativistas ambientais (neste caso, a hierarquia entre os membros do grupo é tênue, valorizando a participação de cada membro na tomada de decisões).

Já a dimensão “grupo” está relacionada ao sentimento de pertencimento, ou à solidariedade entre os participantes de uma unidade social. Quando os indivíduos interagem muito entre si e dedicam a maior parte do seu tempo ao grupo, o valor da dimensão grupo é alto – como, por exemplo, entre os membros de uma seita religiosa. Em contrapartida, a dimensão grupo possui valores baixos entre membros de uma comunidade competitiva e empreendedora (nesse caso, a obtenção do lucro individual é o principal objetivo).

		<i>Grade</i>	
		alta	
<i>Grupo</i>	baixa	fatalista	hierárquica
			alta
		individualista	igualitária
		baixa	

Figura 1 - Modelo de grade-grupo que integra a Teoria Cultural de Douglas e Wildavsky (Douglas *et alii*, 2003).

Para relacionar a Teoria Cultural com a análise das percepções de risco associadas à destruição do ozônio estratosférico foi construída a Tabela 1, que resume a linha de argumentação característica de cada visão de mundo. De acordo com essa perspectiva, a visão hierárquica é denotada pelos químicos que: 1) apontam a necessidade de um consenso científico e de experimentos cruciais para que as hipóteses da destruição da camada de ozônio, e da formação do buraco na “camada de ozônio” sobre a Antártica, sejam aceitas; e 2) citam autoridades (que podem ser científicas) e artigos científicos ao longo da argumentação. No caso da visão igualitária, a possibilidade de riscos que impliquem em prejuízos para as gerações futuras justifica o banimento de produtos químicos – nesse caso, os protestos contra os agentes causadores do impacto são veementes. Esta visão está relacionada com o que viria a ser chamado de Princípio da Precaução (Lacey, 2006). Para os indivíduos que possuem visão individualista, os seus interesses pessoais, movidos pela competição de mercado, sobrepujam os interesses da coletividade. Dessa maneira, os possíveis riscos associados aos CFCs não deveriam inibir a sua produção industrial – logo, a percepção de risco envolvida é baixa –, já que seriam vários os benefícios propiciados por esses compostos. No tocante aos fatalistas, é comum o sentimento de falta de controle sobre o mundo. Assim, como a Natureza é imprevisível, os riscos não podem ser previstos pelos seres humanos.

Fatalista	Hierárquica
<ul style="list-style-type: none"> • Não há nada a fazer; • Não temos controle sobre a Natureza (nem para o bem, nem para o mal). 	<ul style="list-style-type: none"> • Consideram a opinião dos cientistas que querem a proibição dos CFCs, pois a Natureza tem um limite; ou • Consideram a opinião dos cientistas que não querem a proibição, pois a Natureza pode cuidar de si mesma.
Individualista	Igualitários
<ul style="list-style-type: none"> • Não se pode proibir; proibição é ameaça à liberdade; • A Natureza cuida de si. 	<ul style="list-style-type: none"> • Duvidam dos cientistas (que dizem não haver perigo); • A Natureza é frágil; • É preciso proibir os CFCs se há risco para as gerações futuras.

Tabela 1 – Diferentes percepções dos riscos associados aos CFCs e à destruição da camada de ozônio, associadas às quatro visões de mundo descritas pela Teoria Cultural.

Metodologia

Para investigar a maneira como o banimento dos CFCs e a destruição da camada de ozônio estavam sendo debatidos pela comunidade química nas décadas de 1970 e 1980, diversos periódicos da área foram consultados. Com base nessa busca, identificou-se que o periódico *Chemical & Engineering News* era o mais apropriado para a pesquisa, em função de estar voltado tanto para questões científicas quanto tecnológicas. Além disso, suas páginas incluem editoriais, resenhas de livros e cartas de leitores – espaços em que é possível expressar diferentes pontos de vista, o que nos permitiu observar os principais argumentos envolvidos no debate que constitui o foco da investigação.

Foram analisados um total de dez editoriais, quatro resenhas de livros e cinquenta e uma cartas de leitores da revista *Chemical & Engineering News*, publicados entre 1974 e 1991. Como critérios de escolha dos editoriais, foram adotados dois parâmetros: (1) compatibilidade com os temas da destruição do ozônio estratosférico e/ou dos riscos químicos; (2) citação nas cartas enviadas pelos leitores que tratam desses mesmos temas. Os editoriais selecionados seguem pelo menos um desses parâmetros. As quatro resenhas se referem a livros que abordam a destruição da camada de ozônio estratosférico. As cartas foram selecionadas tendo como critério abordarem percepções de risco relacionadas à destruição do ozônio. Após o levantamento dessa amostra, procedeu-se a sua análise, tendo como referencial a Teoria Cultural de Douglas e Wildavsky. Os argumentos utilizados em cada editorial, resenha ou carta foram analisados, e cada um desses textos foi classificado em uma das quatro visões de mundo descritas pela Teoria Cultural. Os casos em que houve dúvida foram discutidos pelos dois pesquisadores até que se chegasse a um consenso.

Resultados e discussões

Análise dos Editoriais

Na Tabela 2 estão listados os editoriais publicados no periódico *Chemical & Engineering News* selecionados conforme os critérios apresentados acima. Pode-se observar uma concentração de editoriais na década de 1970, sendo que sete desses editoriais foram assinados por Albert Plant, então editor da revista. Diante de uma situação em que ainda havia escassez de informações científicas sobre a destruição do ozônio, os editoriais de Plant registram opiniões que reforçam a imprudência em se banir os CFCs e os aviões supersônicos, ressaltando a importância comercial e social dessas invenções. Assim, apesar de citar a inexistência de evidências robustas que justificassem o banimento desses produtos tecnológicos, a ênfase nos aspectos econômicos, evidenciada nos editoriais, aponta para uma visão individualista.

Os demais editoriais publicados se alinham com a visão hierárquica, destacando a necessidade de experimentos cruciais que fornecessem evidências inquestionáveis.

Ano	Data	Título	Autor
1974	23/09	Voting for Chemistry	Albert F. Plant
1974	30/09	Another disaster threatens	Albert F. Plant
1975	21/07	Reaction, overreaction, anticipation	Albert F. Plant
1975	17/11	The right to write	Albert F. Plant
1976	02/02	A matter of responsibility	Albert F. Plant
1976	09/02	The struggle continues	Albert F. Plant
1976	20/12	The impact of stratospheric aviation	Harold S. Johnson Departamento de Química – Universidade da Califórnia, Berkeley.
1978	15/05	Scientists and the holistic approach	Russel Peterson Chefe do Gabinete de Avaliação de Tecnologias, Congresso dos EUA.
1980	08/09	The bond between chemistry and society	George E. Brown Jr. (Partido Democrata, Califórnia) – Presidente do Subcomitê da Câmara dos Deputados dos EUA para a Ciência, Pesquisa e Tecnologia.
1980	22/09	Academic silence	John McKetta – professor de engenharia química da Universidade do Texas, Austin.
1986	24/11	The sky is falling, maybe for real	Michael Heylin

Tabela 2 - Editoriais publicados em *Chemical & Engineering News* sobre a destruição da camada de ozônio e/ou riscos químicos, entre os anos de 1974 e 1991.

Análise das resenhas de livros

Ao longo do período selecionado foram publicadas quatro resenhas de livros que tratam, mesmo que indiretamente, da destruição da “camada de ozônio” (Tabela 3). Esses livros foram escritos para o grande público e, como característica comum, seus conteúdos deixam transparecer uma visão de mundo igualitária. Assim, a possibilidade, ainda que não

totalmente certa, de risco ambiental – por exemplo, a destruição do ozônio estratosférico pelos CFCs –, já seria suficiente para o banimento dos compostos causadores de uma perturbação, de acordo com essa posição cautelosa.

Entretanto, a opinião dos autores das resenhas nem sempre concorda com essa posição. Quando o resenhista é um cientista (Block, Cicerone), percebe-se que o escrutínio se alinha com a valorização das evidências científicas, deixando clara a visão hierárquica do autor da resenha. Por outro lado, as resenhas escritas pela jornalista Pamela Zurer refletem a valorização de interesses coletivos mais amplos, e as possíveis consequências que a destruição da “camada de ozônio” traria para a humanidade. Por exemplo, o título de uma dessas resenhas, *Sacrificing CFCs to save the Ozone Layer*, é bem ilustrativo dessa posição. Essas constatações não chegam a ser inesperadas, considerando o caráter mais hierárquico das instituições científicas, e o maior caráter igualitário do meio em que trabalham os jornalistas.

Ano	Data	Título da resenha	Livros analisados	Autor da resenha
1979	16/07	The continuing controversy about ozone	“The ozone war” – Lydia Dotto e Harold Schiff	Peter Block Pesquisador senior na Pennwalt Corp.
1988	14/11	Sacrificing CFCs to save the Ozone Layer	“Stones in Glass House: CFCs and ozone depletion” – Douglas G. Cogan; e “Saving our skins: technical potential and policies for elimination of ozone-depleting chlorine compounds” – Arjun Makhijani, Annie Makhijani, Amanda Bickel	Pamela Zurer Jornalista responsável pela cobertura da destruição da camada de ozônio para a revista C&EN
1990	02/04	Scientists, CFCs, and the Ozone Layer	“Ozone Crisis: the 15-year evolution of sudden Global Emergency” – Sharon L. Roan, John Wiley e cols.	Pamela Zurer
1990	16/04	Our Planet’s Environmental Cataclysm	“The End of Nature” – Bill McKibben	Ralph Cicerone – Chefe do Departamento de Geociências da Universidade da Califórnia, Irvine.

Tabela 3 - Resenhas de livros sobre a destruição da camada de ozônio, publicadas entre os anos de 1974 e 1991 na revista *Chemical & Engineering News*.

Análise das cartas enviadas por leitores

Entre os anos de 1975 e 1991 foram publicadas um total de cinquenta e uma cartas contemplando discussões relacionadas às percepções de risco associadas à possível destruição do ozônio estratosférico. Tendo em vista os diferentes “momentos” delineados na introdução, constata-se que: trinta dessas cartas datam da década de 1970, quatro são consequências das imagens registradas do buraco na camada de ozônio no continente Antártico (a partir de 1984), e dezessete correspondem ao período após 1987, marcado pela ratificação do Protocolo de Montreal (1989).

Nas cartas de leitores analisadas, a visão hierárquica foi observada em trinta e seis delas. É importante enfatizar que, dentro da visão hierárquica, estão incluídas posições que se

alinham com os cientistas que consideravam a destruição da camada de ozônio pelo ser humano como sendo uma realidade; aquelas próximas às opiniões dos cientistas mais céticos quanto a essa influência; e também os indecisos, que estavam à espera de evidências mais robustas. Menções a autoridades científicas e ao domínio da Natureza pela ciência são recorrentes nessas cartas. Os seguintes fragmentos são representativos:

Por fim, o trabalho de Groves, Mattingly e Tuck [Nature, 273, 711, 29 de junho de 1978], juntamente com outros autores em outros periódicos, cada vez mais apontam para o fato de a produção antropogênica de quantidades enormes de CO₂ propiciar a aceleração da geração de ozônio estratosférico, e com isso abrandar as reações que podem agir para reduzi-lo. (Montfort A. Johnsen, 20 de agosto de 1979, p. 3).

... os europeus atualmente não [se posicionaram em] aceitar ou rejeitar a validade da teoria de Rowland e Molina, mas acredito que há tempo para desenvolver uma melhor posição científica antes dos eventuais controles que precisariam ser impostos caso a teoria se mostre correta. (B. Peter Block, 24 de setembro de 1979, p. 5).

O homem, com a ajuda da ciência, pode controlar seu ambiente. Vamos ser realistas e manter a prova na perspectiva correta. (Howard P. Moore, 19 de janeiro de 1976, p. 5).

A visão de mundo individualista, por sua vez, contabiliza oito cartas ao longo do período analisado – sendo que seis dessas cartas foram publicadas até 1977. A valorização da importância comercial e/ou social dos clorofluorocarbonos é um tópico comum a elas:

Talvez os clorofluorocarbonos das latas de aerossol não sejam os vapores mais saudáveis para nós estarmos respirando. Mas, se um item de comércio dessa importância deve ser banido, que seja pela razão correta! [*i.e.*, não pela suposta destruição da camada de ozônio.] (William N. Maclay, 25 de julho de 1977, p. 2).

Caso a nossa sociedade tecnologicamente avançada esteja disposta a aceitar as hipóteses, a presunção, a suspeita, ou o medo como uma base razoável para a tomada de decisões, então realmente não progredimos muito em relação às práticas da idade das trevas. A defesa contra dragões e a execução de bruxas suspeitas foram, talvez, menos prejudiciais à sociedade do que a proibição dos clorofluorocarbonos, ciclamato e energia nuclear, etc., sem provas verificáveis de perigo, pois as práticas anteriores afetaram uma porcentagem bem menor de pessoas. (A. L. Jones, 13 de dezembro de 1976, p. 5).

Contemplando a visão igualitária, foram identificadas sete cartas. Nestas, pode-se perceber claramente a preferência pelo banimento das fontes causadoras da redução do ozônio estratosférico diante dos eventuais efeitos negativos dessa perturbação (aumento da incidência da radiação ultravioleta e o conseqüente aumento dos casos de câncer):

Químicos não deveriam ver os ambientalistas como se fossem inimigos: químicos querem compreender moléculas e sintetizar novas moléculas; os ambientalistas querem preservar a sustentabilidade e a saúde da Terra para as gerações futuras. (Silverstein, 29 de abril de 1991, p. 3).

A primeira possibilidade é a que está sendo proposta por muitos no momento presente, ou seja, proibição dos aviões supersônicos ou dos clorofluorometanos. Uma vez que a existência humana pode funcionar facilmente sem esses aviões e sem clorofluorometanos, esta abordagem me parece atraente. (Julian Heicklen, 25 de outubro de 1976, p. 5.)

A visão de mundo fatalista não foi detectada dentro da comunidade química estudada. Provavelmente, a formação dos leitores em áreas de ciências da Natureza e afins (como a engenharia) inibe a consolidação deste tipo de visão de mundo, que incluiria, por exemplo, a ideia de que a Natureza é imprevisível.

Observando a distribuição de cartas nos três períodos delineados na introdução deste trabalho, constata-se que somente uma carta foi publicada entre os anos de 1980 e 1986. Essa lacuna se deve à incerteza que ainda pairava sobre o assunto, associada à falta de novos indícios que propiciassem o ressurgimento do debate, inibindo assim a participação dos leitores. Constata-se também que a visão individualista perde força no final da década de 1970. Uma das possíveis razões para esse decréscimo parece estar ligada ao fato de os leitores passarem a preferir os argumentos dos cientistas céticos quanto à destruição do ozônio estratosférico – a partir de 1986, oito das quinze cartas que se alinham com a visão de mundo hierárquica manifestam dúvidas quanto à realidade da destruição da camada de ozônio.

As perspectivas de risco e formação do químico

Em qualquer dos seus campos de atuação, o químico vai se deparar com as possíveis consequências ambientais decorrentes do uso de substâncias químicas. Lidar com essas consequências exige uma compreensão sistêmica do problema, para que soluções plausíveis sejam encontradas.

Focando no episódio da destruição da camada de ozônio, o estudo das percepções de risco sob o ponto de vista da Teoria Cultural permite que várias concepções sobre essa temática sejam explicitadas e discutidas. Assim, em vez de simplesmente aceitar que a camada de ozônio está sendo destruída e que os CFCs devem ser abolidos, o estudante de química pode compreender o processo construtivo dessas idéias – bem como a variação das percepções de risco – dentro de uma parcela da comunidade química. O estudo de caso apresentado neste trabalho mostra que esse processo envolveu não apenas a produção de evidências científicas (que foram interpretadas e valorizadas de maneiras diferentes ao longo do tempo), mas também outros aspectos da interação entre a química e a sociedade (como os interesses econômicos e sociais envolvidos no banimento de um importante conjunto de insumos industriais).

Para aproximar essa pesquisa da sala de aula, acreditamos que um primeiro passo seria a discussão do estudo de caso histórico sobre a camada de ozônio – o qual é descrito em detalhes por Christie (2000) – com licenciandos e/ou professores de química em formação continuada. Após essa etapa, poderia ser proposto um debate, com um grupo defendendo o banimento dos CFCs, e o outro, a continuidade do seu uso. Para a preparação dessa atividade, os debatedores consultariam os argumentos apresentados nas cartas, editoriais e resenhas de livros publicados no periódico *Chemical & Engineering News*. Em atividade posterior, a Teoria Cultural de Douglas e Wildavsky seria então discutida e relacionada aos argumentos propostos no debate, o que poderia favorecer o processo de metacognição de todos os participantes.

Considerações finais

O estudo de caso aqui delineado sugere que a Teoria Cultural de Douglas e Wildavsky (1982) apresenta potencial de aplicabilidade que transcende às Ciências Sociais, sendo um interessante referencial teórico para a compreensão das percepções de risco de uma comunidade frente a problemas ambientais. Portanto, pode ser útil também no contexto do ensino de ciências. A partir do estudo dessas percepções de risco, pode-se perceber a maneira

como o próprio conhecimento sobre um dado tema vai se modificando de acordo com as pesquisas realizadas.

Tendo em vista que a sociedade atual necessita de químicos preparados para identificar, debater e remediar os problemas ambientais contemporâneos, a discussão das variações das percepções de risco associadas a um problema ambiental em um período determinado – como, por exemplo, a destruição da camada de ozônio – pode fornecer, aos estudantes de química, ferramentas necessárias para que eles possam enxergar a sua própria atividade profissional dentro de uma perspectiva que integra valores éticos, tais como o Princípio de Precaução (Lacey, 2006), com conhecimentos científicos.

Nesse contexto, o estímulo a debates sobre o banimento dos CFCs, seguido pela sistematização dos resultados a luz da teoria Cultural de Douglas e Wildavsky, abarca concomitantemente aspectos científicos e sociais. Expostos a essas ideias, os participantes são estimulados a refletir acerca de suas próprias concepções, o que pode motivá-los a apresentar uma visão mais complexa acerca do conhecimento científico quando estiverem atuando como docentes.

Referências Bibliográficas

Christie, M. *The ozone layer*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

Douglas, M.; Wildavsky, A. *Risk and Culture. An Essay on the Selection of Technological and Environmental Dangers*. Los Angeles(CA): University of California Press, 1982.

Douglas, M.; Thompson, M.; Verweij, M. Is Time Running out? The Case of Global Warming. *Daedalus*, 132, 2, 98-107, 2003.

Lacey, H. *Scientiae Studia*. São Paulo, 4, 3, 373-392, 2006.

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

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

Stinner A. *et al.* The Renewal of Case Studies in Science Education. *Science & Education*. 12: 617–643, 2003.

Wong, S. L., Hodson, D., Kwan, J.; Yung, B. H. Y. Turning crisis into opportunity: Enhancing student-teachers' understanding of nature of science and scientific inquiry through a case study of the scientific research in Severe Acute Respiratory Syndrome. *International Journal of Science Education*. 30, 1417–1439, 2008.