

## Ensino por Temas: A Qualidade do Ar Auxiliando na Construção de Significados em Química

**Mirra Angelina Neres da Silva e Ana Luiza de Quadros**

Neste trabalho, relatamos uma experiência de aulas de química por temas, usando o tema qualidade do ar. Para desenvolvê-lo, partimos de dados da FEAM/MG sobre a qualidade do ar em Belo Horizonte. A proposta temática foi aplicada em três escolas da rede pública. Ela se baseia nos pressupostos do movimento ciência, tecnologia e sociedade e representa uma tentativa de promover o letramento científico. Ao iniciarmos a proposta, notamos dificuldade nos estudantes em empregar o conhecimento escolar na explicação de fenômenos cotidianos. No entanto, explorando temas recorrentes na mídia e empregando os conceitos químicos para explicá-los, pudemos perceber um aumento no interesse pela química e um grande engajamento nas aulas.

► ensino por temas, qualidade do ar, letramento científico ◀

40

Recebido em 08/08/2013, aceito em 11/06/2014

**E**nsinar química para estudantes da educação básica tem se mostrado como um grande desafio para a maior parte dos professores e principalmente para os estudantes dos cursos de licenciatura em química. Problemas relacionados com a pouca aprendizagem e ao desinteresse dos estudantes com aquilo que a escola oferece como conteúdo necessário à formação para a cidadania têm sido discutidos pela comunidade científica especializada.

Como professores em formação inicial e continuada, sentimo-nos desafiados a encontrar caminhos que possam auxiliar na compreensão da escola como um todo e nos aspectos que possam melhorar o ensino de química. Partimos do pressuposto de que ensinar essa área a partir de temas de interesse da química e dos estudantes pode produzir mais aprendizagem. Neste trabalho, relatamos a experiência de ensino usando os dados monitorados pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM) sobre a qualidade do ar em Belo Horizonte (BH).

A proposta temática foi elaborada em conjunto pelos envolvidos no Projeto Práticas Motivadoras de Química: estudantes de licenciatura, professores da educação básica e

professores formadores. O projeto vem sendo desenvolvido no Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais em parceria com três instituições de ensino da educação básica. O tema qualidade do ar foi escolhido tendo como base alguns pressupostos do movimento ciência-tecnologia-sociedade (CTS) e considerando o uso de tendências contemporâneas de ensino e aprendizagem. Esse trabalho faz o relato de uma experiência na qual tínhamos a intenção de promover o letramento científico.

O tema qualidade do ar foi escolhido tendo como base alguns pressupostos do movimento ciência-tecnologia-sociedade (CTS) e considerando o uso de tendências contemporâneas de ensino e aprendizagem. Esse trabalho faz o relato de uma experiência na qual tínhamos a intenção de promover o letramento científico.

### Referencial teórico

O agravamento dos problemas ambientais nas décadas de 1950, 1960 e 1970, causado principalmente pela intensificação das atividades industriais e pelo emprego de armas químicas e nucleares em confrontos internacionais, motivou a disseminação de movimentos sociais questionando o modelo de desenvolvimento econômico. Esses grupos defendiam o desenvolvimento de ações visando minimizar os impactos ambientais e a promoção da cidadania a partir

dos princípios de ética, solidariedade, fraternidade, respeito ao próximo e generosidade. Esses movimentos possibilitaram os estudos de CTS como campo interdisciplinar (Cutcliffe, 1990).

Com base nesses princípios, o movimento CTS possibilitou o desenvolvimento de estudos sobre as consequências do uso da tecnologia, a discussão de questões relacionadas à ética no exercício das atividades científicas nos diversos campos nos quais se aplicam e intensificou o debate em torno do desenvolvimento da biotecnologia. Partindo do princípio de que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia trazem consequências diretas à sociedade, adeptos desse movimento consideraram adequado o preparo do cidadão para julgar os artefatos tecnológicos que são disponibilizados e para fazer opções conscientes.

Foi consideravelmente rápida a inserção das ideias do movimento CTS na educação, principalmente nos currículos de ciências, nos quais o conhecimento específico deve ser tratado em seus aspectos mais amplos, considerando os contextos sociais, históricos e epistemológicos. No Brasil, a vertente CTS aparece como cenário no documento Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Isso é facilmente perceptível na divisão das áreas de conhecimento para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias; códigos e linguagem e suas tecnologias; e ciências humanas e suas tecnologias. É possível perceber a tendência em aproximar a tecnologia e os artefatos tecnológicos do ensino das ciências básicas e, entre elas, a química.

Na parte desses documentos (PCNEM) que trata do ensino de química, a formação do cidadão é enfatizada. Santos e Schnetzler (2010) entendem que o ensino de ciências contribuirá para a formação da cidadania à medida que favorecer a participação dos alunos na vida comunitária. Assim sendo, esses autores argumentam sobre a necessidade de promover a participação dos estudantes para que eles se engajem nas decisões da comunidade em que estão inseridos. É assim que concebemos uma educação para cidadania como educação para tomada de decisão, o que implica na necessidade de desenvolver a faculdade de julgar.

Além disso, Santos (2011, p. 303) afirma que

*[...] a educação em química deve, também, desenvolver no indivíduo o interesse pelos assuntos sociais vinculados à química, de forma que ele assuma uma postura comprometida em buscar posicionamentos sobre o enfrentamento dos problemas ambientais e sociais vinculados às aplicações da química na sociedade.*

Nesse contexto, a interdisciplinaridade e a contextualização se tornam elementos essenciais no currículo CTS, pois propiciam o desenvolvimento concomitante de conteúdos específicos da química vinculados a temas que incluem aspectos sociocientíficos, ambientais e econômicos. Mortimer e Santos (2001) descrevem o papel do movimento CTS na

concepção de ciência, tanto entre os cientistas como entre a sociedade em geral. Para eles,

*O movimento CTS surgiu, então, em contraposição ao pressuposto cientificista, que valorizava a ciência por si mesmo, depositando uma crença cega em seus resultados positivos. A ciência era vista como uma atividade neutra, de domínio exclusivo de um grupo de especialistas, que trabalhava desinteressadamente e com autonomia na busca de um conhecimento universal, cujas consequências ou usos inadequados não eram de sua responsabilidade. [...] A crítica a tais concepções levou a uma nova filosofia e sociologia da ciência que passou a reconhecer as limitações, responsabilidades e cumplicidades dos cientistas, enfocando a ciência e a tecnologia – C&T como processos sociais. (p. 96)*

Como vimos, o movimento CTS desenvolveu-se em um contexto de crítica ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico. Intrinsecamente associado ao movimento CTS está o conceito de letramento científico. Embora se aproximem em objetivos, esses movimentos possuem origens diferenciadas. Este surgiu mais por pressões sociais que envolveram razões diversas como as econômicas e até as de ordem prática (Aikenhead, 1997). Os dois movimentos se aproximam principalmente ao destacarem a função social do ensino de ciências.

Sobre o uso dos termos letramento ou alfabetização, Soares (1998, p. 47) faz a distinção entre eles. Segundo ela, o termo alfabetização tem sido empregado com o sentido mais restritivo de ação de ensinar a ler e a escrever, enquanto o termo letramento refere-se ao “estado ou condição de quem não apenas sabe ler e escrever, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam a escrita”. Assim, uma pessoa letrada, nessa perspectiva, é capaz de ler e compreender palavras, articulando-as aos vários contextos e, a partir disso, expressar opiniões sobre os assuntos científicos. Shamos (1995) e Santos (2007) consideram que o letramento científico propriamente dito – *true scientific literacy* – envolve o domínio vocabular dos termos científico, mas passa também pelo domínio dos conceitos científicos pelo desenvolvimento de processos cognitivos de alto nível de elaboração mental de modelos explicativos para os processos e fenômenos.

Santos (2008) afirma que o letramento científico não se trata de preparar o cidadão para operar as ferramentas tecnológicas ou desenvolver habilidades nos alunos que os tornem aptos a lidarem com novas tecnologias. Segundo ele, um cidadão letrado deve ser capaz de participar de decisões democráticas sobre ciência e tecnologia e de questionar a ideologia dominante do desenvolvimento tecnológico.

A inclusão de aspectos sociocientíficos nas aulas de química da educação básica considera a possibilidade de promover o letramento científico à medida que contempla questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e à tecnologia (Santos, 2002). Essas orientações

têm sido preconizadas por diversos autores (Kolsto, 2001; Ramsey, 1993; Ratcliffe, 1998; Ratcliffe; Grace, 2003; Rubba, 1991; Zeidler et al., 2005) e podem ser agrupados nas seguintes categorias: 1) relevância – encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas de seu cotidiano e desenvolver responsabilidade social; 2) motivação – despertar maior interesse pelo estudo de ciências; 3) comunicação e argumentação – ajudá-los a verbalizar, ouvir e argumentar; 4) análise – ajudá-los a desenvolver raciocínio com maior exigência cognitiva; 5) compreensão – auxiliá-los na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência (Ratcliffe, 1998).

Neste trabalho, relatamos a experiência de ensino com o tema qualidade de ar, desenvolvido e aplicado a estudantes de escolas públicas de Minas Gerais em uma tentativa de auxiliá-los a fazer uma leitura do mundo próximo a eles e que até então era desconsiderado. A partir dos dados sobre a qualidade do ar da região central de BH, disponibilizados pela FEAM/MG, elaboramos um conjunto de atividades que permitiram articular o conhecimento químico a aspectos geográficos, econômicos e sociais.

## Metodologia

42

A presente proposta fez parte de um projeto de aulas temáticas que vem sendo desenvolvido na UFMG por um conjunto de estudantes de licenciatura em química. Esse tema foi proposto ao grupo participante do projeto, formado pelos licenciandos, por três professores da educação básica e pelo coordenador do projeto. Após ampla discussão, foi desenvolvido em 10 turmas de estudantes do 1º, 2º e 3º anos do ensino médio.

As aulas foram ministradas pelos licenciandos, estagiários nessas escolas. Atendidos os trâmites legais, as aulas foram gravadas em vídeo. Para tal, uma câmera foi posicionada na parte lateral da sala, de forma que pudesse registrar as ações dos professores e a participação dos estudantes. Esses vídeos foram analisados posteriormente.

A aula foi organizada em três atividades principais, sendo cada uma delas aplicada em duas horas-aula realizadas em sequência. Na primeira atividade, usamos um conjunto de fotografias mostrando situações do contexto para identificar as concepções dos estudantes sobre fatores que afetam a qualidade do ar e, em seguida, fizemos um estudo do ozônio troposférico por meio de dados obtidos na FEAM. Na segunda atividade, continuamos o estudo da presença dos gases  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$  e  $\text{SO}_2$  na atmosfera de BH, também a partir de dados coletados pela FEAM. A terceira atividade foi organizada para que fossem identificados alguns efeitos desses gases.

A FEAM monitora a presença das substâncias ozônio, monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio, dióxido de enxofre e materiais particulados no ar de BH e outros municípios de Minas Gerais. O monitoramento em BH e em sua região metropolitana é feito em seis pontos de coleta. Nosso trabalho envolveu dados coletados na Praça da Estação, ponto central da capital.

Em trabalho desenvolvido por Sobrinho (2009) intitulado *Um estudo feito por meio de gráficos do ar que respiramos em Belo Horizonte*, os dados da FEAM sobre a qualidade do ar foram transformados em gráficos. Selecionamos alguns destes para inserir a discussão mais específica sobre a qualidade do ar. Nesse trabalho, nós usamos esses gráficos para promover aprendizagens químicas em sala de aula.

Para análise dos resultados, assistimos aos vídeos em conjunto e fizemos um levantamento das falas que mostravam as concepções prévias dos estudantes e das falas que representavam evolução nessas concepções. Os resultados são descritos a seguir.

## A proposta temática e os resultados obtidos

A partir da nossa própria percepção das aulas e da análise dos vídeos, relatamos os resultados obtidos usando a mesma divisão de aulas relatadas na metodologia. Assim, este relato está dividido por atividades, sendo cada uma delas realizada em duas horas-aula ministradas em sequência.

### a) Iniciando o tema

Para introduzir o tema qualidade do ar, iniciamos apresentando aos estudantes um conjunto de 14 fotografias previamente selecionadas que tratavam de: (1) usina hidrelétrica; (2) criação de gado; (3) área desmatada; (4) vulcão em atividade; (5) congestionamento do trânsito; (6) aglomerado de prédios nos centros urbanos; (7) refinaria de petróleo; (8) produção de carvão; (9) exploração ilegal de madeira; (10) oceano; (11) formação do smog fotoquímico na Cidade do México; (12) plantio de arroz; (13) aterro sanitário; e (14) aumento populacional. Organizados em grupos, os estudantes foram convidados a separá-las em duas categorias, sendo a primeira referente a situações ou ambientes que não alteram a composição da atmosfera e a segunda, àquelas que podem alterar.

Esse trabalho com as fotos foi realizado com a finalidade de avaliar o conhecimento prévio dos alunos em relação ao tema alterações atmosféricas e com o intuito de identificar quais contextos eles relacionam mais diretamente com poluição ou com qualidade de vida. Cada uma das fotografias representava situações ou ambientes que influenciam direta ou indiretamente na composição da atmosfera.

As fotos escolhidas pelo maior número de estudantes, como situações nas quais há interferência na qualidade do ar, foram aquelas que representavam o desmatamento, o congestionamento de veículos, a refinaria de petróleo e o aterro sanitário. Para a maior parte dos estudantes, as fotografias que representavam uma usina hidrelétrica, uma plantação de arroz e o oceano mostram situações que praticamente não promovem alterações, já que essas não foram escolhidas pelos grupos.

Quando os grupos foram convidados a justificar cada uma das escolhas realizadas, pudemos notar que a maioria apresentou dificuldade em formular uma explicação e, quando argumentaram sobre o problema, a explicação referente

à causa era limitada. Por exemplo, ao justificarem a escolha da foto que mostrava um congestionamento no trânsito, os estudantes disseram que o fizeram porque os carros liberam o CO<sub>2</sub> do cano de escapamento e que isso estava relacionado com o aquecimento global. Entretanto, o aumento da frota de veículos está associado a diversos fatores que podem alterar a composição da atmosfera, tais como: a expansão de áreas pavimentadas cujos materiais que as compõem podem absorver energia solar, promovendo aquecimento dessas regiões; o desmatamento para a construção de vias e rodovias; o assoreamento de rios e lagos devido ao excesso de pavimentação; entre outros. O fato de os alunos identificarem os veículos e a emissão de gás carbônico como o único problema presente naquele contexto explicita uma análise limitada do contexto, provavelmente decorrente de informações veiculadas nos meios de comunicação sobre o aquecimento global e da não veiculação de outros problemas sociais e ambientais trazidos pela infraestrutura necessária para atender ao excesso de veículos.

Ao notarmos que os estudantes culpavam os carros por problemas ambientais, questionamos sobre o direito de cada habitante de ter um carro e transitar com ele para inserir a ideia de que as nossas escolhas podem originar problemas. Provocamos essa discussão para que os estudantes pensassem sobre suas próprias responsabilidades em relação à situação destacada na foto em questão.

Para as fotografias que apresentavam uma área desmatada, um aterro sanitário e uma refinaria de petróleo, na qual havia uma chaminé com queima de vapores na saída, fizemos a mesma discussão, tentando identificar o que os estudantes percebiam como problemático em cada uma delas e em que nível eles se percebiam como responsáveis pela situação. Em todas essas situações, os estudantes não se mostraram corresponsáveis pelos problemas presentes.

O fato de as Fotos 1, 2 e 12, que representavam respectivamente uma usina hidrelétrica, uma plantação de arroz e o oceano, não terem sido escolhidas por nenhum grupo mostra que não era o conhecimento científico que estava permeando as escolhas. Quando chamamos a atenção para a Foto 1, percebemos que a usina hidrelétrica só foi vista como ruim em termos de sua construção. A ocupação de grandes áreas de terra, a desapropriação de famílias que vivem da agricultura, a destruição do habitat de espécies animais e a produção de metano pela decomposição da matéria verde submersa na água só foram consideradas a partir do nosso questionamento. A plantação de arroz e a criação de gado foram percebidas como benéficas pela produção de alimentos. Quando questionamos sobre os danos ambientais que a plantação de arroz e a criação de gado provocam, os estudantes demonstraram estranhamento ou desconhecimento.

Passamos a focar nos resultados da medição dos gases na área central de BH. Apresentamos aos estudantes o trabalho de monitoramento da qualidade do ar realizado pela FEAM. Notamos pouco conhecimento sobre o trabalho dessa fundação e sobre os objetivos do monitoramento dos gases. A primeira discussão foi em torno do gráfico (Figura 1) que

relaciona o aumento da concentração média de ozônio ao longo dos meses nos anos de 1999 a 2002.

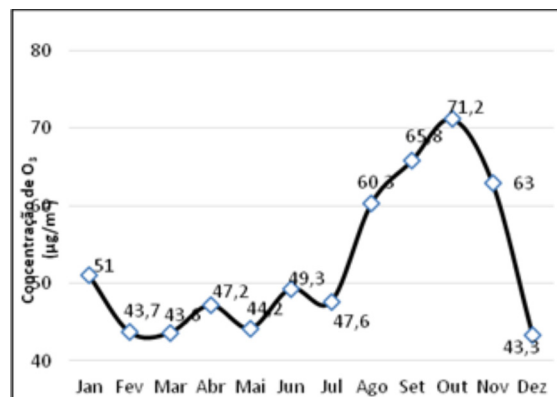


Figura 1: Gráfico da concentração média de O<sub>3</sub> nos anos de 1999 a 2002 na Praça Rui Barbosa, Belo Horizonte. Fonte: Relatórios da FEAM/MG.

Ao solicitarmos uma explicação para o aumento da concentração do ozônio no intervalo que compreende os meses de agosto, setembro e outubro, notamos que os estudantes não conseguiram formular uma explicação. Alguns atribuíram a alta concentração de ozônio ao aumento da incidência da radiação solar durante a primavera e, assim, indicaram que a energia solar pode ser um dos fatores que propiciam a formação do ozônio. Na discussão, levantou-se a hipótese de que esse comportamento esteja relacionado ao fato de o verão em BH ser muito chuvoso e a radiação solar total ser diminuída em função da chuva, em contraste com os meses seguintes, que são de pouca ou nenhuma precipitação. As chuvas só voltam a acontecer em BH em torno do final de outubro. Os estudantes só passaram a relacionar a incidência de chuvas com a qualidade do ar a partir dessa discussão.

Passamos a discutir esse fato em termos de reações gasosas que acontecem na atmosfera e que levam à formação do ozônio troposférico. A Figura 2 mostra um conjunto de equações que dão uma ideia da relação entre a radiação e a formação de radicais livres, responsáveis pela formação do ozônio.

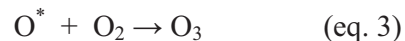
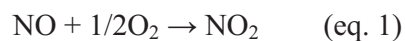


Figura 2: Síntese das reações que representam a formação do ozônio troposférico.

Ainda sobre o monitoramento de ozônio, apresentamos um novo gráfico (Figura 3), relacionando a concentração de ozônio aos dias da semana para as medidas feitas no ano de 2002.

Perguntamos aos estudantes se os dados constantes nesse gráfico tinham alguma relação com a nossa exposição ao sol, ou seja, se esses dados poderiam ser usados como ferramenta

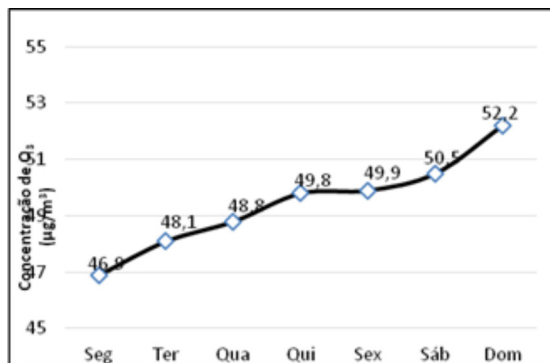


Figura 3: Gráfico das concentrações médias de O<sub>3</sub> durante os dias da semana do ano de 2002. Fonte: Relatórios da FEAM/ Praça Rui Barbosa.

para escolher o melhor dia da semana para se expor ao sol na área central de BH. A maioria dos estudantes considerou essa relação e indicou que o melhor período para se expor ao sol seria o final de semana, visto que a concentração de ozônio foi maior nesse período. Outros não souberam responder por desconhecerem a importância da camada de ozônio para os seres vivos.

A postura dos estudantes indicou que não sabiam estabelecer diferenças entre o ozônio troposférico e o ozônio estratosférico, que são originados a partir de reações distintas e apresentam diferentes funções. Ao notarmos essa dificuldade, retomamos o estudo da atmosfera e das camadas que a compõem. Nesse estudo, destacamos o conceito de atmosfera e a composição/características de cada camada, baseando-nos em Martins e colaboradores (2009). Assim, os estudantes perceberam que os dados da FEAM sobre o ozônio não eram uma ferramenta adequada para escolher o melhor dia para se expor ao sol, pois o ozônio formado na troposfera é considerado um poluente e o aumento de sua concentração está associado a uma maior incidência de doenças respiratórias, por exemplo. Essa questão foi importante para destacarmos a diferença entre o ozônio da troposfera, um poluente, e o ozônio da estratosfera que funciona com um filtro para alguns tipos de radiação. O papel benéfico do ozônio na estratosfera era bastante conhecido entre os estudantes, porém o modo como o ozônio protege os seres vivos da radiação UV não se apresentou de forma clara. Por isso, a aula foi dirigida para que a formação do ozônio troposférico fosse mais bem entendida. Segundo Andrade e Sarne (1990), a radiação ultravioleta dissocia o oxigênio molecular em oxigênio atômico, conforme está representado nas equações 4 e 5.



Na equação 5, o M representa uma molécula de oxigênio ou nitrogênio que permanece inalterada na reação. Ainda segundo Andrade e Sarne (1990), o O<sub>3</sub> formado pode também ser dissociado pela radiação ultravioleta (equação 6). Esses dois fenômenos, que ocorrem continuamente, conferem a

capacidade de retenção desse tipo de radiação na estratosfera.



O fenômeno diminuição da camada de ozônio passou a ser objeto de ampla discussão na sala de aula. O efeito dos CFCs e dos BrFCs, encontrados até poucos anos atrás nos refrigeradores, sprays, aparelhos de ar condicionado e equipamentos industriais, e o de alguns solventes voláteis usados na produção de cola e etiquetadores foram objetos de interesse do grupo. O estudo envolveu os trabalhos de Mozeto (2001) e Martins e colaboradores (2009).

### b) A segunda aula

Outros três gráficos foram selecionados para que pudéssemos enfatizar também a formação da chuva ácida. Iniciamos fazendo a investigação das concepções prévias em relação à presença de NO<sub>2</sub> e CO na atmosfera, mais precisamente na região central de BH. Em seguida, apresentamos os dados da FEAM em relação a esses gases. As Figuras 4 e 5 mostram dois dos gráficos usados. Eles foram construídos usando as concentrações médias de NO<sub>2</sub> e CO ao longo das semanas do ano de 2002.

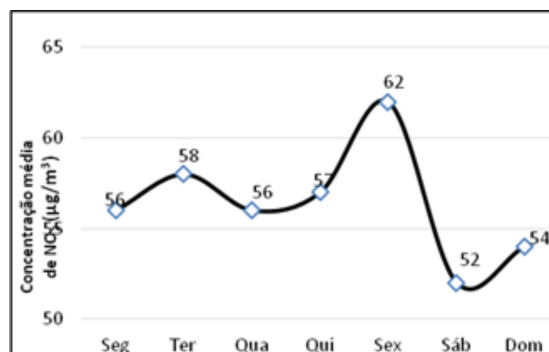


Figura 4: Gráfico das concentrações médias de NO<sub>2</sub> durante os dias da semana do ano de 2002. Fonte: Relatórios da FEAM/ Praça Rui Barbosa.

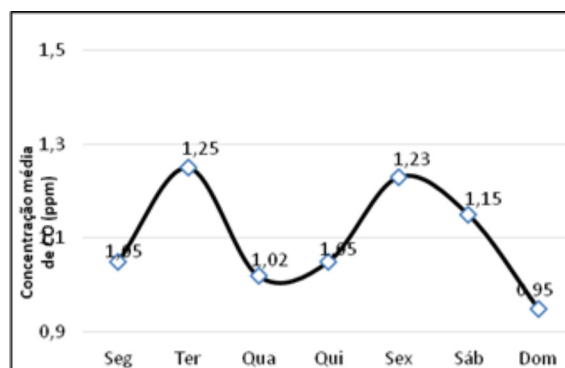


Figura 5: Gráfico das concentrações médias de CO nos dias da semana do ano de 2002. Fonte: Relatórios da FEAM/ Praça Rui Barbosa.

Os estudantes foram convidados a estabelecer uma relação entre as variações nas concentrações desses gases,

considerando a região em que foram coletados. Pedimos que explicassem a variação de concentração desses gases ao longo da semana. O aumento da emissão de CO e NO<sub>2</sub> nas sextas-feiras foi prontamente associado ao fluxo de veículos, já que é facilmente percebido esse aumento no centro da cidade. No entanto, a terça-feira gerou algumas dúvidas, já que o NO<sub>2</sub> teve uma média de aumento menor, quando comparado com o CO.

Para um melhor entendimento, a discussão se dirigiu para as possíveis fontes desses gases. Parece ser consenso entre especialistas que a emissão veicular é responsável por grande parte dos gases poluentes, incluindo o monóxido de carbono. Entretanto, o fato de o CO estar em concentração maior que o NO<sub>2</sub> nas terças-feiras, na região central de BH, parece não ser explicado apenas pela emissão, necessitando um conhecimento sobre possíveis fontes desse gás no local e na época em que essa medida foi feita.

Na Figura 6, encontra-se o gráfico que descreve a média das concentrações de SO<sub>2</sub> ao longo dos meses, considerados os dados obtidos nos anos de 1996, 1998, 1999 e 2000.

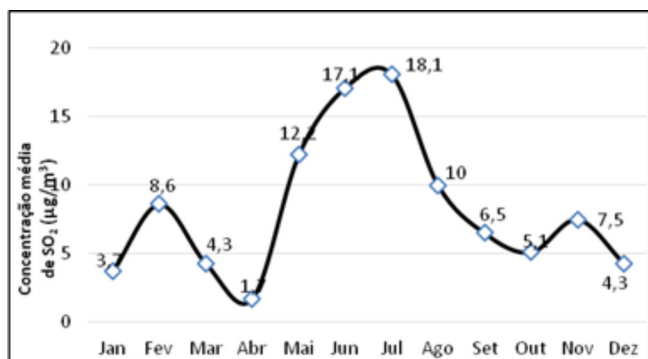


Figura 6: Gráfico da concentração média de SO<sub>2</sub> durante os meses dos anos de 1996, 1998, 1999 e 2000. Fonte: Relatórios da FEAM/Praça Rui Barbosa.

Em relação à Figura 6, os estudantes foram chamados a explicar o fato de a concentração de SO<sub>2</sub> aumentar no intervalo que compreende os meses de maio, junho e julho, baseando-se nos índices pluviométricos. De um modo geral, identificaram que nesse período os índices pluviométricos eram baixos. No entanto, eles não conseguiram explicitar as origens dessa relação. Assim, focamos nas reações que o SO<sub>2</sub> sofre em contato com a água presente na atmosfera, gerando o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Conhecendo as reações do SO<sub>2</sub> e do NO na atmosfera, foi fácil para os estudantes formularem uma explicação para a diminuição da concentração desse gás a partir da incidência de chuva, que se inicia normalmente a partir da primavera e se intensifica no verão. Os meses de maio, junho e julho são os de menor incidência de chuvas em BH. A partir disso, os estudantes puderam compreender como as chuvas promovem a diminuição da concentração desse poluente na atmosfera.

O tempo restante da aula foi usado para discutir as consequências da chuva ácida e a incidência de chuva com essas características no Brasil e na região metropolitana de BH.

### c) A terceira aula

Para dar continuidade ao estudo do fenômeno de chuva ácida, realizamos o experimento de queima de enxofre em ambiente fechado com a presença de uma pétala de rosa, exatamente como apresentado no livro didático de química, *Interações e Transformações* (GEPEQ, 1993). A observação dos efeitos na planta e na água, quando os gases liberados são dissolvidos nesta, mostrou-se significativa para os estudantes.

Com a intenção de que os estudantes identificassem as características físico-químicas dos gases liberados na combustão, principalmente o caráter ácido desses gases, fizemos um experimento que permitiu a eles entenderem o efeito de indicadores em soluções ácidas, básicas e neutras, usando para isso um ácido típico (HCl(aq)) e uma base típica (NaOH(aq)). Em seguida, eles testaram os indicadores em algumas soluções disponibilizadas a eles (água sanitária, amônia, bicarbonato de sódio, limão, Sprite e vinagre). Alguns se mostraram muito surpresos com o fato de o Sprite ser ácido e do bicarbonato ser básico. A partir disso, iniciamos uma discussão sobre o fato de as pessoas tomarem uma solução de bicarbonato quando estão com azia.

Posteriormente, realizamos uma atividade para caracterizar a natureza dos gases da combustão. Os estudantes tiveram que aproximar a extremidade aberta de um erlenmeyer a uma lamparina acesa, de forma que parte do gás liberado ficasse retido neste. Posteriormente adicionaram a esse erlenmeyer uma solução aquosa de azul de bromotimol. Com essa atividade, eles foram capazes de identificar a natureza ácida dos gases da combustão, quando observaram a mudança de cor do indicador. A partir desse experimento, os próprios estudantes resgataram a discussão sobre chuva ácida, que foi estendida até o final da atividade.

*Ensinar química a partir de um contexto não conhecido: o que aprendemos?*

Como foi dito por Santos (2008), um cidadão letrado deve ser capaz de participar de decisões democráticas sobre ciência e tecnologia e de questionar a ideologia dominante do desenvolvimento tecnológico. Para que esse cidadão possa participar ativamente na sociedade, ele precisa fazer uma boa leitura do ambiente à sua volta para poder se posicionar criticamente.

A proposta temática visava inserir esses estudantes na discussão de problemas sociais e ambientais que interferem diretamente na nossa qualidade de vida. Os dados sobre a qualidade do ar, organizados a partir do monitoramento feito pela FEAM, despertaram o interesse dos estudantes e favoreceu a discussão sobre aspectos químicos envolvendo os gases atmosféricos, tais como a camada de ozônio e a chuva ácida.

Em aulas que realizamos cerca de três meses depois, nessas mesmas turmas, apresentamos a medida da FEAM para a qualidade do ar naquela semana (esses dados são atualizados toda semana no site). Observando que os dados

levavam a uma boa qualidade do ar, um dos estudantes fez o seguinte comentário: “Também, choveu a semana passada inteirinha!”. Isso, para nós, foi um indicativo importante de que esse estudante estava mais apto a analisar o contexto apresentado e argumentar sobre ele.

Os estudantes, que creditavam a responsabilidade sobre os danos ambientais a outros (carros, governo etc.), passaram a se ver como corresponsáveis. Apesar de acreditarmos que o desenvolvimento desse tema tenha sido importante, temos certeza que a responsabilidade de cada um deve ser retomada permanentemente para que ocorra um aumento constante de consciência sobre o assunto.

Além disso, consideramos a disciplina de química como o *locus* para que as questões ambientais sejam entendidas. O desconhecimento dessas questões pode limitar a participação desses alunos como cidadãos. Como poderão avaliar as políticas públicas na área de urbanização, transporte e infraestrutura sem levar em consideração os aspectos socioambientais que norteiam essas questões? Além disso, a

educação ambiental é um tema previsto no PCN e, também por isso, deve compor a atividade docente.

Desenvolver aulas temáticas usando dados da FEAM sobre a qualidade do ar e dar ao estudante a oportunidade de se tornar um sujeito ativo do processo foi uma experiência que gerou conhecimento, principalmente para os estagiários/professores que ministraram o tema. A mudança principal ocorreu no planejamento da aula: em vez de ensinar química, ensinamos a ler o mundo a partir da química. Para os professores em formação, certamente houve uma melhora no entendimento sobre os processos de ensino e aprendizagem e sobre a necessidade de considerar as tendências contemporâneas de ensino.

---

**Mirra Angelina Neres da Silva** (mirrajolie@yahoo.com.br) é licenciada em Química pela UFMG. Belo Horizonte, MG – BR. **Ana Luiza de Quadros** (aquadros@qui.ufmg.br), licenciada em Química, mestre em Educação nas Ciências (UNIJUÍ), doutora em Educação (UFMG), é professora de ensino de química no Departamento de Química/ICEx/UFMG. Belo Horizonte, MG – BR.

## Referências

AIKENHEAD, G.S. STL and STS: common ground or divergent scenarios? In: JENKINS, E. (Ed.). *Innovations in science and technology education*, v. VI. Paris: UNESCO, 1997. p. 77-93.

CUTCLIFFE, S.H. Ciencia, tecnologia y sociedad: un campo interdisciplinar. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Eds.). *Ciência, tecnologia y sociedad: estudos interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos; Leioa: Universidad del País Vasco, 1990. p. 20-41.

GEPEQ. Grupo de Pesquisa em Educação Química. *Interações e transformações: química para o segundo grau* (livro do aluno). São Paulo: EDUSP, 1993.

KOLSTØ, S.D. Scientific literacy for citizenship; tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, v. 85, n. 3, p. 291-310, 2001.

MARTINS, C.R.; PEREIRA, P.A.P.; LOPES, W.A.; ANDRADE, J.B. Ciclos globais de carbono, nitrogênio e enxofre: a importância na química da atmosfera. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 5, p. 28-41, 2003.

MORTIMER, E.; SANTOS, W. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

MOZETO, A.A. Química atmosférica: a química sobre nossas cabeças. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 1, p. 41-49, 2001.

RAMSEY, J. The science education reform movement: implications for social responsibility. *Science Education*, v. 77, n. 2, p. 235-258, 1993.

RATCLIFFE, M. Discussing socio-scientific issues in science lessons: pupils' actions and the teacher's role. *School Science*

*Review*, v. 79, n. 288, p. 55-59, 1998.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open University Press, 2003.

RUBBA, P. Integration STS into school science and teacher education; beyond awareness. *Theory into Practice*, v. 30, n. 4, p. 303-315, 1991.

SANTOS, W.L.P. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Ciência & Tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

\_\_\_\_\_. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.

\_\_\_\_\_. *Aspectos sociocientíficos em aulas de química*. 2002. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

\_\_\_\_\_. A química e a formação para a cidadania. *Educ. Quím.*, v. 22, n. 4, p. 300-305, 2011.

SANTOS, W.L.P.; SCHNETZLER, R.P. *Educação e química: compromisso com a cidadania*. 4. ed. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2010.

SHAMOS, M.H. *The myth of scientific literacy*. New Brunswick: Rutgers University Press, 1995.

SOARES, M.B. *Letramento: um tema em três gêneros*. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

SOBRINHO, W.P. *Um estudo feito por meio de gráficos do ar que espiramos em Belo Horizonte*. Monografia (Licenciatura em Química) – Universidade Federal de Minas Gerais: Belo Horizonte, 2009.

ZEIDLER, D.L.; SADLER, T.D.; SIMMONS, M.L.; HOWES, E.V. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, v. 89, n. 3 p. 357-377, 2005.

**Abstract:** *Theme-oriented Teaching: the quality of air as a means of meaning making in chemistry.* This study reports on theme-oriented chemistry class experiences based on the theme “quality of air”. Quality of Air data in Belo Horizonte provided by the Minas Gerais State Environmental Agency (FEAM/MG) were used as a starting point. The theme was presented to classes in three public school based on the premises of the movement Science, Technology and Society, STS, which seeks to promote science literacy. At first, we observed that the students had difficulty in using knowledge acquired at school to explain daily-life phenomena. However, upon the discussion of themes that are recurrent in the media and applying chemistry concepts to explain them, we observed a greater interest from the students in chemistry and a greater participation in class.

**Keywords:** Theme-oriented education, quality of air, scientific literacy.