



Ensino a partir de temas: é favorecida a apropriação de conceitos científicos?

Teaching based on themes: is the appropriation of scientific concepts favoured?

André Correa Ferreira

Escola Estadual Professor Leopoldo de Miranda
andrecf2@yahoo.com.br

Ana Luiza de Quadros

Universidade Federal de Minas Gerais
aquadros@qui.ufmg.br

Victor Augusto Bianchetti Rodrigues

Universidade Federal de Minas Gerais
victorbianchetti@gmail.com

Resumo:

A melhoria da qualidade do ensino é um dos grandes desafios da atualidade. Embora envolva toda a sociedade, a pressão por essa melhoria é maior na sala de aula. Diante disso, o ensino de Química a partir de temas, considerando os pressupostos do movimento CTS, tem ganhado espaço dentre as tendências contemporâneas de ensino. Porém, quando se trata da aprendizagem dos estudantes, essa questão ainda é polêmica. Nesse trabalho, planejamos e desenvolvemos uma sequência didática envolvendo a qualidade do ar e analisamos a apropriação de conceitos científicos pelos estudantes. A partir da análise dos dados, percebemos que os estudantes usaram conceitos científicos para explicar uma situação proposta em uma avaliação escrita, mas poucas vezes fizeram uso desses conceitos em um debate oral sobre uma questão sociocientífica. Temos, portanto, indícios de que os estudantes não veem o debate como um momento de aprendizagem ou um momento de construir argumentos usando o conhecimento científico desenvolvido nas aulas.

Palavras-chave: Ensino de Química; Qualidade do ar; Apropriação de Conceitos Científicos.

Abstract:

Improving the quality of teaching is one of the greatest challenges of our times. Though it involves the whole society, the pressure for this improvement is bigger in the classroom. Thus, context-based teaching, considering the STS movement, has made considerable progress among contemporary trends in Chemistry education. However, when it comes to student learning, this issue is still controversial. In this study, we planned and developed a didactic sequence focusing on 'air quality' and analyzed the students' appropriation of scientific concepts. From the data analysis, we noticed that students used scientific concepts to explain a situation proposed during written evaluation, but rarely did they employ these concepts in an oral debate on a socio-scientific issue. It is our understanding that the students do not see the debate as a moment of learning, nor as a moment to conceive arguments using the scientific knowledge that was developed in the classroom.

Key words: Chemistry Education; Air Quality; Appropriation of Scientific Concepts.



Resumen:

La mejora de la calidad de la educación es el gran desafío de nuestro tiempo. A pesar de que ello implica a toda la sociedad, la presión de esta mejora es mayor en el aula. Por lo tanto, la enseñanza de la Química por medio de temas, teniendo en cuenta el movimiento CTS, ha ganado terreno entre las tendencias contemporáneas de la educación. Pero cuando se trata del aprendizaje de los estudiantes, este tema sigue siendo controvertido. En este trabajo proponemos y desarrollamos una secuencia didáctica sobre la calidad del aire y analizamos la apropiación de los conceptos científicos por los estudiantes. A partir del análisis de los datos, nos dimos cuenta de que los estudiantes utilizan los conceptos científicos para explicar una situación propuesta en una evaluación escrita, pero rara vez se hizo uso de estos conceptos en un debate oral sobre un tema social y científico. Tenemos, por lo tanto, un indicio de que los estudiantes no ven el debate como un momento de aprendizaje o una ocasión para construir argumentos que utilizan los conocimientos científicos desarrollados en clase.

Palabras clave: Educación Química; Calidad del Aire; Aprendizaje de los Conceptos Científicos.

Introdução

A discussão sobre a melhoria da qualidade do ensino como um todo tem se intensificado desde o século passado e, por esse motivo, novas estratégias de ensino têm surgido (Carvalho, 2004). No Brasil, alguns documentos oficiais têm norteado novas ações pedagógicas para a educação de nível básico, com destaque para a Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996 (Brasil, 1996), para os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1999; Brasil, 2002) e para o texto preliminar da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2015).

No campo do ensino de Química e de Ciências, têm recebido destaque os pressupostos do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), principalmente o ensino a partir de temas do contexto social e a formação cidadã. Nessa abordagem, o ensino ocorre por meio da problematização de questões sociais relevantes, como é o caso das questões ambientais, econômicas, energéticas, relacionando-as com os domínios tecnológicos e científicos, a fim de construir elementos para que os estudantes possam se posicionar criticamente acerca do tema em discussão (Auler, 2007).

Diante disso, muitas pesquisas indicam que a abordagem CTS pode potencializar o engajamento dos estudantes no estudo das Ciências, uma vez que o ensino é promovido de maneira mais significativa para eles (Aikenhead, 1994). Assim, é oportunizado aos estudantes apresentar contribuições mais consistentes em sala de aula, o que pode gerar um espaço de argumentação em que podem emergir valores e conceitos que foram sendo apropriados ao longo da trajetória pessoal e escolar desses estudantes (Freitas Villani, Zuin, Reis, & Oliveira, 2006). Mas o que tem sido relatado sobre a aprendizagem de conceitos científicos pelos estudantes, no ensino de Ciências, quando esse é promovido a partir de temas? Ao que nos parece, esse tem sido um aspecto não consensual e com pouca presença na literatura.

Temos participado de projetos nos quais o ensino a partir de temas tem sido usado para promover uma formação mais sólida dos professores de Química. Porém, neste trabalho, dirigimos a nossa atenção para a aprendizagem dos estudantes. Assim, por meio de uma sequência didática



temática desenvolvida em duas turmas do primeiro ano de uma escola de Educação Básica, da rede pública do estado de Minas Gerais, Brasil, analisamos a apropriação de conceitos científicos tanto em um instrumento de avaliação escrita quanto em um debate em torno de uma situação polêmica.

Contextualização teórica

Alguns autores (Miller, 1983; National Research Council, 1996; Sasseron, 2013; Santos, 2007) apontam a perspectiva de ensino a partir de temas do contexto como uma oportunidade para que os estudantes avancem em direção ao Letramento Científico. Para eles, o ensino de Ciências na perspectiva CTS pode tornar os conceitos científicos mais significativos para os estudantes, fazendo com que eles tenham maior potencial de se apropriar desses conceitos para aplicá-los em situações problema.

Já para outros pesquisadores (Auler, 2007; Campbell & Lubben, 2000; Smith & Bitner, 1993), entretanto, o ensino de Ciências a partir de temas não apresenta vantagens em relação ao ensino tradicional no que se refere à aprendizagem do conhecimento científico e, em alguns casos, no desenvolvimento de habilidades. Campbell e Lubben (2000) apontam que a aprendizagem de conceitos científicos em uma abordagem temática é dificultada, uma vez que quando os temas sociais são discutidos, os estudantes usam, predominantemente, argumentos não científicos.

Diante disso, os resultados das pesquisas em ensino de Ciências com enfoque CTS não são consensuais quando se trata da apropriação de conhecimentos científicos. Enquanto alguns autores afirmam que o ensino por temas com enfoque CTS apresenta resultados considerados decepcionantes, ou aquém das possibilidades, outros indicam que o ensino nessa perspectiva apresenta resultados considerados satisfatórios sobre a aprendizagem dos conceitos científicos pelos estudantes.

Embora tenhamos ciência dessas duas visões antagônicas sobre o resultado do ensino por temas na aprendizagem dos estudantes, partimos da hipótese de que os estudantes se engajam mais nas aulas quando o assunto tratado faz parte da vivência deles. Esse engajamento não garante a aprendizagem, mas é um dos requisitos para que ela aconteça. Assim, nosso olhar sobre a literatura se dirige para essa forma de ensinar Ciências.

O ensino de Ciências a partir de temas implica na seleção de um tema que possa despertar o interesse dos estudantes e que, ao mesmo tempo, possa ser favorável à introdução de conceitos científicos que sejam relevantes para potencializar a compreensão do tema abordado. Assim, pode ocorrer o desenvolvimento de conceitos científicos a partir dos ambientes social e tecnológico, que são conhecidos pelos estudantes. Nesse sentido, por meio da análise das relações entre os domínios científicos, tecnológicos e sociais, o ensino com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) tem como um dos objetivos fornecer aos estudantes ferramentas para que eles compreendam as próprias experiências cotidianas (Aikenhead, 1994).

Stolk, De Jong, Bulte e Pilot (2011) e De Vos, Bulte e Pilot (2002) defendem que o currículo fundamentado em temas deve ser organizado por unidades temáticas, ao invés de unidades orientadas por conteúdos. Ainda segundo os autores, cada uma dessas unidades deve abordar um tema diferente e deve ser estruturada em três partes. Na primeira parte, um problema relacionado ao contexto da



unidade temática e de provável interesse dos estudantes é apresentado. É esperado que essa problematização inicial engaje os estudantes no estudo sobre conceitos científicos necessários para compreender aspectos tecnológicos relacionados ao problema. Em uma segunda etapa, a unidade temática deve conter atividades que oportunizem a discussão desses conceitos científicos, sempre os relacionando ao contexto. Por último, é desejável que a unidade temática possibilite aos estudantes a oportunidade de articular os conceitos científico-tecnológicos para investigar o problema inicial. Nesse sentido, os estudantes podem se posicionar diante dessas questões e propor respostas ou soluções (De Vos et al., 2002; Stolk et al., 2011).

A ideia apresentada anteriormente vai ao encontro do que Aikenhead (1994) propõe para o currículo CTS. De acordo com esse autor, os currículos também devem ser orientados por temas de interesse da sociedade, culminando no estudo da tecnologia e da ciência envolvidas nesses temas. A Figura 1, a seguir, apresenta um diagrama elaborado por Aikenhead para nortear o desenvolvimento de um currículo fundamentado nos pressupostos do movimento CTS.

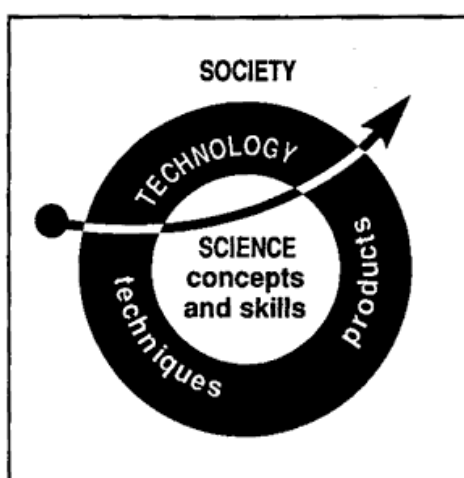


Figura 1. Sequência para o ensino de Ciências CTS (Aikenhead, 1994).

Para Aikenhead (1994), a seta do esquema anterior indica o percurso em que as atividades de um currículo fundamentado nos pressupostos do movimento CTS devem percorrer. Nesse sentido, o tema de trabalho deve ser inserido a partir de um aspecto da sociedade com relevância para os estudantes. A partir de um questionamento inicial, os estudantes devem pensar em aspectos tecnológicos, mesmo que superficiais, para começar a elaborar uma resposta para o problema proposto.

Destarte, cria-se a necessidade de se estudar conceitos científicos relacionados ao domínio tecnológico, a fim de potencializar a compreensão desse. Munidos dos conhecimentos científicos necessários, os estudantes devem ser conduzidos a rediscutir os aspectos tecnológicos para compreendê-los a partir da articulação do conhecimento científico apropriado. Por fim, os estudantes podem voltar à questão inicial (da esfera social) e se posicionar diante dela, levando



em conta a ciência e a tecnologia.

Outra vertente que pode ter surgido a partir do movimento CTS é a argumentação científica (Newton, Driver, & Osborne, 1999). Essa autora afirma que as práticas argumentativas permitem a construção de uma imagem do conhecimento científico como um conjunto dinâmico, provisório e socialmente construído por meio de explicações. Millar e Osborne (1998) e Wang e Schmidt (2001) afirmam que as discussões em sala de aula, por meio de questões controversas, representam potencialidades na construção de uma imagem mais real e humana do empreendimento científico e na promoção do letramento científico indispensável a uma cidadania responsável.

Nesse sentido planejamos e desenvolvemos uma sequência didática envolvendo a qualidade do ar nos grandes centros urbanos. A partir dela envolvemos os estudantes em um debate sobre uma proposta de lei (fictícia), que limitaria a circulação de veículos nos grandes centros urbanos.

Metodologia

Nesta seção serão apresentados e justificados a abordagem, o percurso e os instrumentos metodológicos que serão utilizados neste trabalho. A preocupação em realizar um estudo sobre o ensino CTS como perspectiva de ensino de Ciências e seus desdobramentos para a apropriação de conceitos científicos pelos estudantes nos guiou para a escolha de conduzir qualitativamente essa investigação.

Como nosso objetivo foi de analisar a aprendizagem dos estudantes a partir de um conjunto de aulas temáticas, fez-se necessária a realização de uma intervenção em um contexto escolar. Nossa primeira etapa foi, então, planejar a sequência didática. Escolhemos o tema qualidade do ar, embora tivéssemos clareza de que apenas alguns aspectos poderiam ser trabalhados no conjunto de oito aulas que tínhamos disponível. A segunda etapa consistiu no desenvolvimento dessa sequência junto aos estudantes e na coleta de dados. Por fim, analisamos as contribuições do ensino de Ciências na perspectiva CTS para o processo de ensino e aprendizagem. Passamos, a seguir, a descrever cada uma dessas etapas.

a) Sobre a elaboração da sequência didática

A sequência didática utilizada neste trabalho foi desenvolvida considerando os pressupostos do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade para o ensino de Ciências, ou seja, em uma perspectiva temática (Aikenhead, 1994). Dessa forma, acreditamos que seria possível produzir dados que elucidassem o entendimento sobre como essa abordagem de ensino poderia (ou não) contribuir para o processo de ensino e aprendizagem na disciplina de Química.

A sequência foi iniciada com reportagens que abordaram dados sobre o aumento da frota de veículos automotores no Brasil, bem como uma pequena discussão acerca do impacto que esse aumento provoca no trânsito dos grandes centros urbanos do país. Em seguida, lemos e discutimos um texto que apresentava dados sobre a saúde nas grandes cidades e a relação disso com a poluição gerada pela utilização de automóveis. Também foram trabalhados alguns desdobramentos ambientais relacionados às emissões de gases poluentes. Com isso, pretendíamos problematizar a queima de combustíveis fósseis e algumas consequências de reações químicas dessa natureza



para o meio ambiente.

A sequência planejada considerou dados sobre a qualidade do ar divulgados pelas fundações estaduais de meio ambiente¹. Alguns dados disponibilizados por essas fundações, nos sites, foram transformados por nós em gráficos. Esses gráficos mostravam a variação dos óxidos de enxofre (SO_2), do monóxido de carbono (CO), do ozônio (O_3) troposférico e dos óxidos de nitrogênio (NO_2) durante a semana (para um período específico) ou nos meses de um determinado ano. A partir desses gráficos um conjunto de questões foi planejada, para que fossem discutidas em aula.

Em seguida, para promover a oportunidade de os estudantes entenderem como alguns desses gases são produzidos, planejamos uma aula abordando o funcionamento dos carros e dos conversores catalíticos e sistematizamos alguns conceitos sobre reações químicas de relevância para o desenvolvimento do nosso estudo.

Feito isso, realizamos um experimento de produção de chuva ácida para abordarmos o fenômeno e relacionarmos ele à combustão. Nesse experimento ocorria a acidificação do ar e da água presente no sistema em que se deu o experimento. Por fim, organizamos uma simulação de votação de uma determinada lei, em um congresso. Os estudantes se organizaram em três partidos políticos fictícios, e argumentaram sobre uma lei que limitava o fluxo de veículos nos grandes centros urbanos, culminando na votação da mesma. A redação da lei, bem como as características de cada partido, foram propostas pelos pesquisadores. A lei proposta consistia em limitar o consumo anual de combustível em 300 litros por carro. Os "partidos" deveriam se posicionar contra ou a favor da aprovação da lei, ou ainda a favor da alteração do texto da lei para incorporar metas de expansão e melhoria do transporte público. Cada partido deveria criar argumentos e defender sua posição na simulação da plenária.

a) Sobre o desenvolvimento da sequência didática e a coleta de dados

A sequência didática descrita foi desenvolvida em uma escola estadual de Minas Gerais com duas turmas de 1º ano do Ensino Médio regular, do turno da manhã. A escola em que se deu esse trabalho tem aproximadamente 17 anos e é relativamente pequena (possui, no máximo, nove turmas por turno). Ela se situa em um bairro de classe média/alta, mas atende a estudantes que são, em sua maioria, de classe baixa, oriundos de outros bairros. As duas turmas possuíam aproximadamente 35 estudantes cada. O engajamento desses estudantes nas atividades didáticas propostas pelos professores foi considerado satisfatório, por ser acima da média para essas turmas. Em geral, eles participam das discussões quando estimulados e realizam os trabalhos e tarefas propostas. Ao desenvolvermos a sequência didática, a participação foi acima da média nas duas turmas. Essa percepção foi possível em função de um dos autores ser professor regente nas duas turmas em que a sequência foi desenvolvida.

Para facilitar a análise dos dados, optamos por gravar em vídeo todas as aulas desenvolvidas, envolvendo a sequência de aulas descrita. Além disso, na avaliação formal desses estudantes foi adicionada uma questão que foi objeto de análise para este trabalho.

¹ No Brasil, em cada estado há uma Fundação Estadual de Meio Ambiente, responsável pelas questões ambientais presentes no seu estado.



a) Sobre a análise dos dados

A análise dos dados buscou identificar indícios de apropriação de conceitos científicos no desenvolvimento da sequência didática. Para isso a equipe de autores assistiu aos vídeos das aulas. A última das aulas – a do debate – foi transcrita integralmente, para facilitar a análise. A análise visando identificar se os estudantes fizeram uso dos conceitos científicos foi feita sobre a questão escrita e sobre a aula do debate.

Resultados

Ao propormos este trabalho, havíamos partido da hipótese de que o engajamento dos estudantes aumenta quando o professor trata de uma situação conhecida por eles. Nesse sentido, o ensino por temas se justificaria. Percebemos, ao desenvolver a sequência didática, que o engajamento realmente foi maior. Isso foi ainda mais significativo na aula em que houve a simulação de um congresso, com a discussão de uma lei, por partidos políticos fictícios. Com isso já podemos afirmar que a abordagem CTS se mostrou eficaz no incentivo à curiosidade e na construção de um debate.

No entanto, esse engajamento não garante que houve apropriação dos conceitos científicos. Assim, analisamos as respostas à questão proposta durante a avaliação formal dos estudantes e o debate (congresso). Apresentamos, a seguir, cada uma dessas análises:

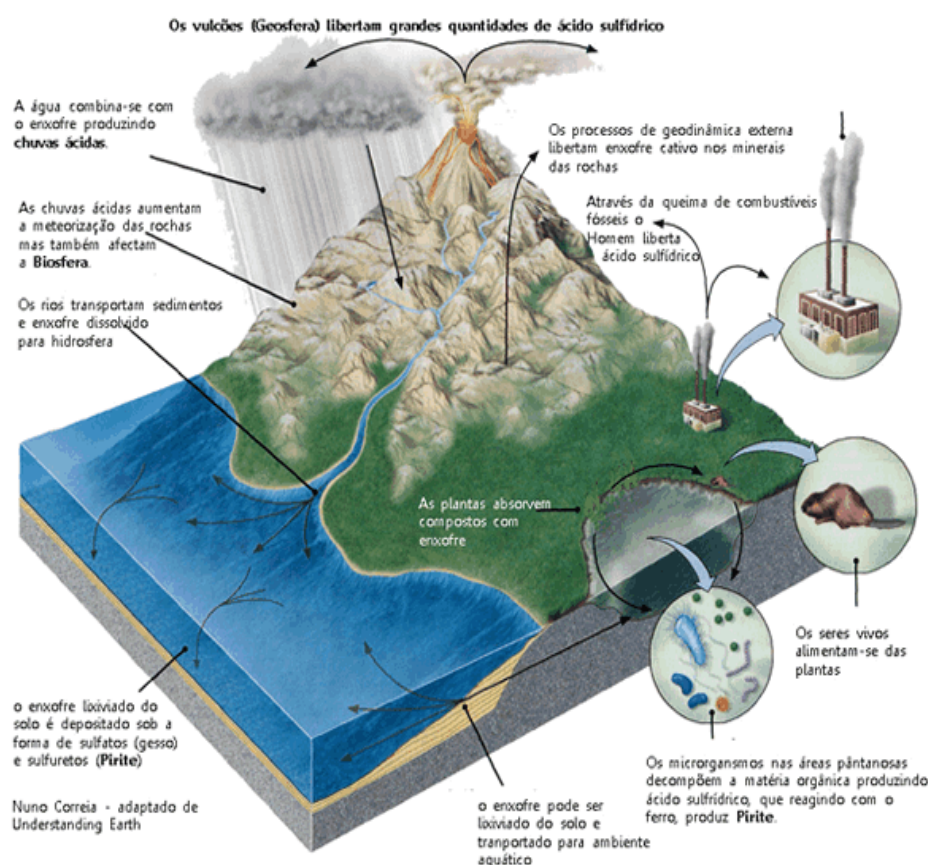
a) A questão proposta na prova formal da escola

A questão proposta encontra-se no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1. Questão proposta aos estudantes, no instrumento de avaliação formal (prova).



Observe o esquema abaixo, que representa o ciclo biogeoquímico do enxofre. Trata-se de um processo natural. Abaixo da figura estão duas questões para você responder. Seu trabalho não é descrever a imagem e sim explicar como a imagem se relaciona com o fenômeno real que acontece da formação da chuva ácida. Ao responder, procure inserir as seguintes palavras-chave: transformação química, acidez, ciclo biogeoquímico. Veja as questões após a figura.



Fonte: Adaptado de GROTZINGER e PRESS (2006).

- Explique por que os caminhos do enxofre na natureza podem ser representados na forma de um ciclo.
- Explique a formação da chuva ácida e como a ação do homem tem agravado esse fenômeno.



Observamos, nas respostas construídas pelos estudantes, algumas tendências em relação ao que foi solicitado. No primeiro comando da questão era solicitada explicação sobre o uso da palavra "ciclo" ao se referir à presença do enxofre na natureza. No segundo comando foi solicitado uma explicação sobre a formação da chuva ácida e a ação humana sobre esse fenômeno.

Em relação ao primeiro comando, notamos que poucos estudantes responderam a essa questão. Como a resposta era única e deveria versar sobre os dois itens, muitos deles ignoraram o primeiro comando, atendo-se a explicar a chuva ácida. Dos 67 estudantes que fizeram a prova, 34 se referiram ao ciclo, em uma tentativa de explicar o enxofre na natureza. Destacamos a resposta do estudante Marcos que, apesar de cometer alguns erros conceituais, procura explicar o enxofre como cíclico.

O ciclo biogeoquímico é normal na terra e o enxofre faz parte de um ciclo porque ele passa por vários tipos de transformações químicas, se movendo por vários locais. Mas o enxofre também afeta a natureza porque ele diminui o pH da terra fazendo que a acidez da terra fique maior. A chuva ácida se forma com a liberação de gases na atmosfera como o NO_2 e ácidos como o enxofre, e então quando chove esses gases se misturam com a chuva e produzem a chuva ácida. (Marcos)

Ao escrever que o enxofre afeta o pH do solo, o estudante pode ter pensado nesse elemento como cíclico, ou seja, que o enxofre presente nos combustíveis, ao ser queimado, se transforma em óxido de enxofre que, ao reagir com a água, forma a chuva ácida. Ao chegar ao solo a chuva ácida vai diminuir o pH do solo, prejudicando a produção de alimentos. No entanto, da forma como elaborou sua resposta, não é possível perceber se ele realmente construiu um entendimento adequado do fenômeno.

Observamos três redações que relacionaram o ciclo do enxofre com outros ciclos, duas dessas falavam sobre o ciclo da água. A aluna Adriana tenta descrever o ciclo do enxofre interligando-o ao ciclo da água, de maneira conceitualmente equivocada.

O enxofre é produzido frequentemente todos os dias por nós mesmos pela liberação de gases e a queima de combustíveis fósseis, que chegam aos rios e matas (plantas) afetando o ciclo biogeoquímico. O ciclo da água também é afetado pois esses poluentes que vão para os rios evaporam junto com a água formando a chuva ácida. [...](Adriana)

Não fica evidente, neste trecho de resposta, que a aluna se apropriou adequadamente dos conceitos de formação da chuva ácida. Entretanto observamos uma tentativa de conectar conhecimentos prévios à aplicação da sequência didática com o que estava sendo requisitado pela avaliação. Um movimento que, se bem direcionado, pode ser proveitoso para o aprendizado. Outra redação, do estudante Cláudio, tenta comparar o ciclo do enxofre com os ciclos biogeoquímicos em geral, não utilizando, no entanto, muitas terminologias próprias da ciência.

Pode ser chamado de ciclo biogeoquímico pois o enxofre passa pelas ordens naturais dos solos, ar, os elementos das nuvens e os da natureza, o ciclo do enxofre é quase igual a todos os outros ciclos, sempre no ritmo da natureza onde termina e começa novamente o ciclo. [...](Cláudio)

De alguma forma, Cláudio pode ter escrito que o enxofre "passa" pelos solos, ar e nuvens para comunicar, sem o léxico próprio da Ciência, que os elementos se combinam e recombina



continuamente na natureza formando diversos tipos de materiais, e de alguma forma essa trajetória de recombinações pode ser representada ciclicamente. Entretanto não é possível fazer essa extrapolação a partir deste pequeno trecho de resposta.

Em relação ao segundo comando, notamos algumas características que se repetiram em vários estudantes. Alguns construíram explicações sobre o fenômeno chuva ácida, mas não o relacionaram com a frota de veículos, o que foi bastante explorado durante o desenvolvimento da sequência didática. Outros, ao explicarem, relacionaram o fenômeno às ações humanas, sem detalhar essas ações. O terceiro grupo cita os veículos como responsáveis ou co-responsáveis pelo fenômeno em questão. Para esse segundo comando, destacamos a resposta de três estudantes.

A chuva ácida é uma das principais consequências da poluição do ar. A queima de carvão e petróleo libera resíduos gasosos como óxidos de nitrogênio e de enxofre. Eles reagem com a água formando ácidos. Essas transformações químicas, dos óxidos com a água, formam ácido nítrico e sulfúrico, presentes nas precipitações das chuvas.

Devido à sua acidez, essas chuvas alteram a composição dos solos, mudam o pH das águas dos rios, atingem fauna e flora e também atingem a cadeia alimentar. Essa chuva é responsável pela corrosão de monumentos, rochas e prédios. Acaba matando também os peixes. (Paulo)

Na resposta do estudante Paulo podemos perceber que ele descreve adequadamente o fenômeno, fornecendo uma ideia coerente sobre a formação da chuva ácida. Também foi capaz de apresentar algumas consequências na natureza. Ao fazer isso ele se utilizou de dois dos três conceitos químicos que estavam no comando da questão (transformação química e acidez), e usou outros que não fazem parte da linguagem do dia a dia: óxidos, pH e outros. No entanto, não relacionou o fenômeno à frota de veículos, sendo genérico ao se referir à queima de carvão e petróleo. A resposta a seguir é da estudante Maria.

A chuva ácida é um fenômeno natural formado por poluentes e água. Com a mistura dos gases poluentes com os átomos da água ocorre uma transformação química e forma um ácido, mas a superprodução de poluentes pelo homem tem agravado esse problema fazendo a chuva ter uma acidez mais elevada prejudicando muitos animais e plantas e destruindo monumentos. (Maria)

Ao construir essa resposta Maria nos mostra conhecimento sobre o pH ácido da água da chuva, em condições normais. Ao citar o termo "superprodução" parece estar se referindo à produção de gases acima do que poderia ser considerado normal e, assim, causar a poluição que torna a chuva muito ácida, vindo a se tornar um fenômeno preocupante. Ela, assim como outros colegas, considera a interferência humana nesse agravamento do fenômeno, mas não cita como seria essa interferência. Destacamos, ainda, a resposta de Débora.

A chuva ácida é um dos maiores problemas ambientais da atualidade. É muito comum nos centros urbanos e áreas que contêm indústrias.

Primeiro, ocorre a queima de combustíveis e, conseqüentemente, as produções de gases poluentes. A reação desses gases com a água altera a acidez natural da chuva, diminuindo seu pH.

A acidez natural da água não causa nenhum dano à natureza e nem para a saúde. O



problema é que o lançamento de gases poluentes na atmosfera (que consequentemente ocorre uma transformação química na água) por veículos automotores, indústrias, usinas termelétricas, entre outros, tem só aumentado, tanto a quantidade quanto a acidez da chuva.

A chuva ácida pode danificar estátuas, pode prejudicar a saúde, deixar a água imprópria para o consumo, pode matar peixes e outros seres vivos. (Débora)

A resposta de Débora representa um grupo de respostas que considera os veículos como responsáveis ou co-responsáveis pela chuva ácida. Ela também apresenta conhecimentos sobre o pH normal da água da chuva e também usa o conceito de pH. Ao tratar da causa do problema usa os veículos automotores, as indústrias e as usinas termelétricas. Assim como ela, um grupo de 22 estudantes associou os veículos e, por consequência, os gases de escapamento, como causas do fenômeno em questão.

Em relação ao uso dos conceitos científicos, o comando inicial da questão já indicava três conceitos que deveriam estar presentes nas questões. Como alguns estudantes ignoraram o primeiro comando, o ciclo biogeoquímico nem sempre apareceu. Os demais estavam em praticamente todas as respostas. Além desses notamos o uso de inúmeros outros conceitos que não são comuns na linguagem cotidiana e que podem ser oriundos da sequência didática desenvolvida nas duas turmas. São eles átomos, resíduos gasosos, composição dos solos, pH, reagentes, produtos, lixiviação, combustíveis fósseis, vapor d'água, além de usarem a representação química de vários gases que estão relacionados ao fenômeno estudado.

b) Os argumentos presentes no debate

Para organizar o debate os estudantes foram divididos em três grupos – chamados de partidos políticos, de nomes fictícios – e deveriam se preparar para defender um ponto de vista: aprovação, não aprovação ou alteração parcial do texto da lei. A dinâmica consistia em o grupo escolher um representante para apresentar a proposta deles e, após, iniciar o debate com todos os estudantes. Para organizar esse debate foi estabelecido que as perguntas deveriam ser direcionadas a um partido. Portanto, ao fazer a pergunta, o estudante deveria dizer a qual partido estava dirigindo a pergunta.

Nosso primeiro olhar sobre esses dados permitiu observar que os estudantes, de uma forma geral, assumiram o papel que lhes foi destinado pelo professor se referindo ao “nosso partido” ou, como fez um estudante durante o debate geral, ao responder a um colega. Ele comentou: “Você não entendeu o que disse o nosso vereador Roberto!”

Na apresentação inicial feita pelos três representantes dos partidos políticos em cada uma das salas (seis pessoas, portanto), os argumentos usados foram de cunho social, econômico, administrativo e ambiental. Passamos a apresentar cada um deles, embora esses argumentos estejam, direta ou indiretamente, imbricados.

b.1 Argumentos de cunho social

Nesse grupo os estudantes consideraram alguns fatores que envolvem a população em geral. O principal deles se refere a um possível desemprego, como consequência de fatores econômicos. Transcrevemos parte da fala de um representante, que consideramos que, no fator social, explorou mais o desemprego. Ele afirma:



(...) a gente não quer que essa lei seja aprovada por que o povo brasileiro vai ser prejudicado, por que a economia vai cair, vai ter desemprego e muitas pessoas vão ser demitidas no geral. Pensem assim, se você pegar um carro econômico e fizer a média de quanto ele gasta por mês e fizer o cálculo por ano (...) e ainda considerando que cerca de 5% do nosso PIB, ele é só da indústria automobilística e acabando com a gasolina... dando 300 litros de gasolina por ano, conseqüentemente vai ter desemprego. Os postos vão parar de vender gasolina, o dono do posto não vai conseguir manter os empregados, as fábricas de automóveis também vão produzir menos. O cidadão não vai querer manter o carro porque não vai querer sair de carro e daí as fábricas também vão ter que diminuir o seu lote, a sua produção de carros. Tudo isso vai gerar desemprego e ninguém quer isso! (Representante 1 – Turma 1)

O deslocamento de trabalhadores de suas casas ao local de trabalho levou o representante do segundo grupo a inserir, em seus argumentos, o direito de ter combustível disponível para fazer esse deslocamento. Nesse caso, outras formas de deslocamento, como é o caso do transporte público, não foram consideradas. O representante do grupo 2 da turma 2 também argumentou sobre o deslocamento dos trabalhadores, mas nesse caso mencionando grupos mais específicos de trabalhadores, tais como taxistas, policiais, motoboy. A seguir estão transcritas partes desses dois argumentos.

Tipo assim, essa lei não é boa para os cidadãos. 300 litros de gasolina durante o ano todo? Gente, se a gente for pensar, como que vai ficar? E quem sai de carro todo dia para trabalhar? Quem mora longe, como que vai ficar? Se fosse no máximo, como o Gustavo estava falando ((se referindo ao colega anterior)), se o carro fizer oito quilômetros de distância com um litro, não vai dar. Quem mora, vamos supor, se for em Contagem, se for uma cidade para a outra e for trabalhar, tem muita gente que faz isso, não tem como. (Representante 2 – Turma 1)

(...) porque se a pessoa trabalha longe ou tem uma moto e tem que ir longe pra trabalhar, um motoboy, por exemplo, ele tira o sustento da moto dele. Aí, sem a gasolina, ele não vai ter condições de pagar 2 mil reais por litro ultrapassado. O taxista também, o taxista que leva gente, ele usa gasolina como é que ele vai ficar pra levar todos seus passageiros? E também o Uber, o policial também, ele usa carros, motos, como é que eles vão proteger a cidade sem gasolina? (Representante 2 – Turma 2)

Um dos grupos (Representante 1 da turma 2) argumentou, inclusive, pelo direito do cidadão de consumir. Segundo ele,

Porque a gente usa muito o meio de transporte e gasta combustível e não tem como regular esse tanto de combustível principalmente por pessoa. Particularmente, eu, com meu carro, com meu dinheiro, eu sou capaz de gastar o tanto que eu quiser, por exemplo. (Representante 1 – Turma 2)

Ao que nos parece, nesse caso, os direitos individuais prevaleceram sobre os direitos da coletividade.

b.2 Argumento de cunho administrativo

Inserimos nesse agrupamento os argumentos que se referiam à administração do país, mais especificamente os que citavam o governo federal como responsável ou co-responsável. Nesse sentido, um dos grupos destacou a falta de planejamento do país, que não permitiu que fossem construídas alternativas para o transporte. A seguir transcrevemos parte de um argumento com essa abordagem:



Como a gente não tem uma estrutura eficaz de ferrovias, de metrô, o pessoal acaba indo de casa pro trabalho em carro próprio e automóvel. O cidadão comum que muitas vezes tem seu automóvel, não pode ser penalizado de forma alguma a pagar pela falta de planejamento das autoridades. (Representante 1 – turma 1)

Ao argumentar contra a aprovação da lei que limita o consumo anual de combustível, um dos grupos cita as condições do transporte público no Brasil e o pouco investimento nesse meio de transporte.

Não vai poder ir de carro, vai ter que usar ônibus. Mas e as pessoas... tem muita gente! Imagina todo mundo usando o ônibus. Se hoje em dia já tá todo mundo reclamando do transporte público que demora, imagina se todo mundo estivesse usando o mesmo! Por que não ofereceram um transporte melhor antes de propor essa lei? (...). (Representante 2 – turma 1)

Quando esse estudante citou “ofereceram” um transporte melhor, entendemos que ele se refere às autoridades que administram o país. Esses estudantes deixam transparecer que o sistema de transporte público não tem qualidade e que não há um investimento público na melhoria desse meio de transporte. Nesse sentido, se posicionam contrários à limitação do uso de veículos de passeio.

b.3 Argumento pela preservação ambiental

Nessa categoria inserimos os argumentos que tratavam de questões ambientais e que, portanto, eram favoráveis a aprovação da lei em discussão.

Nós estamos percebendo que a poluição dos carros prejudica muito os animais, as pessoas, também as plantas (...). Então a gente precisa pensar em combustíveis mais sustentáveis para não prejudicar tanto. Mas enquanto não tivermos esses combustíveis, essa lei tem que ser aprovada. (...)

Nosso grupo é a favor da aprovação desta lei. Nós concluímos que com a diminuição de combustíveis fósseis podemos diminuir os impactos ambientais que acarretam fatores que podem ser prejudiciais para o meio ambiente, como o efeito estufa e o aquecimento global e afetam a nossa saúde. Algumas medidas sustentáveis podem ser adotadas para que haja uma harmonia entre a indústria automobilística e o meio ambiente. Por exemplo, a utilização de biocombustíveis e de gás natural que emitam menos poluentes na atmosfera. Mas para que isso aconteça é necessário que o sistema governamental invista no transporte coletivo incentivando a população a diminuir a quantidade de automóveis na cidade, que são os principais responsáveis pela emissão de poluentes; investir nas estradas; corredores exclusivos para ônibus; investir nas ciclovias e, obviamente, nos ônibus. Assim a população será incentivada e conscientizada para usufruir do transporte público de qualidade. Assim, o ambiente urbano e a natureza podem andar lado a lado.

Podemos observar que há posicionamentos favoráveis à restrição ao uso de veículos, desde que outras ações sejam realizadas para oferecer alternativas de transporte. De maneira geral, podemos dizer que eles imergiram no tema e discutiram a proposta de lei, para simular uma votação. No entanto, nossa intenção era de analisar a apropriação de conceitos científicos durante um debate simulado, envolvendo a limitação do uso de veículos.

Pudemos observar que os estudantes, ao argumentar sobre a aprovação ou não da lei, de uma



maneira geral não utilizaram a Ciência para fundamentar os posicionamentos apresentados no debate. Somente em alguns momentos conceitos científicos emergiram nos discursos dos estudantes. Destacamos, a seguir, alguns conceitos científicos abordados durante o debate, mesmo que de maneira superficial: emissão de poluentes, combustíveis fósseis, impactos ambientais, biocombustíveis, efeito estufa, aquecimento global.

Considerações Finais

Desenvolvemos este trabalho com a intenção de analisar a apropriação (ou não) de conceitos científicos pelos estudantes, quando as aulas de Química são desenvolvidas a partir de um tema. Para isso desenvolvemos uma sequência didática usando a qualidade do ar como tema. Analisamos a partir de um instrumento de avaliação escrito e de um debate em torno de uma situação polêmica.

A análise dos dados nos mostrou que os estudantes se engajaram nas atividades propostas, o que vem ao encontro dos trabalhos de Aikenhead (1994). Em pesquisas desenvolvidas pelo seu grupo, este autor afirma terem encontrado indícios de que os estudantes se engajam mais no estudo sobre Ciências quando o ensino é promovido na perspectiva temática. Em nosso trabalho, houve um bom engajamento dos estudantes, que participaram ativamente das aulas envolvendo a sequência didática, principalmente na atividade final, em que eles simularam um debate acerca da aprovação ou não aprovação de uma lei fictícia.

Sobre a apropriação de conceitos científicos pelos estudantes, percebemos dois resultados quase antagônicos. No instrumento de coleta de dados escrito, que fez parte da avaliação formal da escola/disciplina, os estudantes usaram conceitos científicos diversos para responder ao que fora proposto. No momento do debate, o uso de conceitos científicos ficou reduzido a alguns poucos estudantes, mesmo todos tendo participado ativamente.

Sabemos que aulas envolvendo debates de questões polêmicas não são regra na Educação Básica, ou seja, poucas vezes acontecem. Assim, é possível que os estudantes não entendam o debate como um momento de aprendizagem ou como um momento de construir argumentos usando o conhecimento científico desenvolvido nas aulas. Os argumentos elaborados antes mesmo do debate trouxeram questões sociais, administrativas e ambientais, mas nenhuma delas enfatizava o conhecimento científico.

Acreditamos que estratégias como o debate, o uso de questões polêmicas, entre outras, devem ser inseridas no planejamento dos professores, para que os estudantes possam entendê-las como parte do processo de aprendizagem. Ainda mais importante é o desenvolvimento da percepção de que o conhecimento científico pode (e deve) ser usado para justificar as ações políticas e sociais tomadas por quem legisla pelo país.

Analisar os resultados em termos de apropriação de conceitos científicos a partir de um debate promovido em sala de aula trouxe dados que não corresponderam a nossa expectativa inicial. No entanto, eles nos mostram o quanto o mundo da Ciência ainda está distanciado do mundo real projetado pelos estudantes. Os conceitos científicos foram usados para responder uma questão proposta durante a prova, mas não foram usados para se posicionar em relação a um fato político/ambiental.



Agradecimentos

FAPEMIG – Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais

Referências

- Aikenhead, G. (1994). What is STS Science Teaching? In J. Solomon, J., & G. Aikenhead (Eds.), *STS Education: International Perspectives on Reform* (pp. 47-59). New York: Teachers College Press.
- Auler, D. (2007). Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, 1 (n. especial), 05-25.
- Brasil (1996). *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB Nº 9394/96*. De 20 de dezembro de 1996. Brasília.
- Brasil (1999). *Parâmetros Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação (MEC)/ Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC).
- Brasil (2002). *PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/ SEMTEC.
- Brasil (2015). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação. Consultado em 9 de dezembro, 2015, em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/conheca>
- Campbell, B., & Lubben, F. (2000). Learning science through contexts: helping pupils make sense of everyday situations. *International Journal of Science Education*, 22(03), 239-252.
- Carvalho, A. M. P. (2004). *Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática* (1.ª Ed.). São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- De Vos, W., Bulte, A., & Pilot, A. (2002). Chemistry curricula for general education: Analysis and elements of a design. In *Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 101-124). Springer Netherlands.
- Driver, R, Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1999). Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química Nova na Escola*, (9), 31-40.
- Freitas, D., Villani, A., Zuin, V. G., Reis, P. R., & Oliveira, H. T. (2006) A natureza dos argumentos na análise de temas controversos: estudo de caso na formação de pós-graduandos numa abordagem CTS. In *Anais do III Colóquio Luso-Brasileiro sobre Questões Curriculares* (n. p.). Braga: Universidade do Minho. [CD-Rom].
- Grotzinger, J., & Press, F. (2006). *Understanding Earth*. New York. W. H. Freeman.
- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: Kings College.
- Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: a conceptual and empirical review. *Daedalus: Journal of the American Academy of Arts and Sciences*, 112(2), 29-48.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.



- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.
- Santos, W. L. P. (2007). Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, 1(n. especial), 38-50.
- Sasseron, L. H. (2013). Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In A. M. P. Carvalho (Orgs.), *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula* (1.ª Ed., pp. 41-62). São Paulo: Cengage Learning 1.
- Smith L. A., & Bitner B. L. (1993). Comparison of formal operations: students enrolled in ChemCom versus a traditional chemistry course. *Paper presented at the annual meeting of the national science teachers association*. Kansas City, MO, USA. Consultado em 22 de junho, 2016, em <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED365557.pdf>
- Stolk, M. J., De Jong, O., Bulte, A. M., & Pilot, A. (2011). Exploring a framework for professional development in curriculum innovation: Empowering teachers for designing context-based chemistry education. *Research in Science Education*, 41(3), 369-388.
- Wang, H. & Schmidt, W. (2001). History, philosophy and sociology of science in Science education: Results from the third international mathematics and science study. *Science and Education*, 10, 51-70.