

EDUCAÇÃO PROBLEMATIZADORA NO ENSINO DE QUÍMICA: A INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA COMO TEMA GERADOR DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE SERTÃOZINHO - SP

MARCELO RODRIGO ALIOTO

Graduação em Química pela Universidade de São Paulo, Especialização para professores de Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Mestrado em Ciências pela Universidade de Franca (2015). Docente no Colégio Tecno-Sert e na rede de Educação do Estado de São Paulo.

Contato: marceloalioto@yahoo.com.br

PAULO SERGIO CALEFI

Licenciado em Química pela Universidade de São Paulo, Licenciado em Pedagogia pelo Centro Universitário Claretiano de Batatais, Licenciado em Física pela Universidade de Franca, Doutor em Química pela Universidade de São Paulo. Docente no IFSP - Campus Sertãozinho.

Contato: pscalefi@gmail.com

MÁRCIO JOSÉ DOS REIS:

Bacharelado com Habilitação Tecnológica e Licenciatura Plena em Química pela USP -Ribeirão Preto, Mestrado e Doutorado em Físico-Química, também pela USP - Ribeirão Preto. Licenciatura em Pedagogia pela Universidade de Franca. Docente no IFSP - Campus Sertãozinho.

Contato: reis.mj@gmail.com

EDUCAÇÃO PROBLEMATIZADORA NO ENSINO DE QUÍMICA: A INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA COMO TEMA GERADOR DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE SERTÃOZINHO – SP

Marcelo Rodrigo Alioto

Paulo Sergio Calefi

Márcio José Reis

RESUMO

O ensino de Ciências na Educação Básica brasileira tem apresentado sucessivamente rendimento insatisfatório nas avaliações externas de desempenho. Há necessidade urgente de mudança desse cenário em que não se ensina o que se deve e se desestimula o aprendizado dos alunos. Este trabalho busca encontrar formas de se inserir no currículo oficial de Química do Estado de São Paulo, a educação problematizadora idealizada por Paulo Freire e instrumentalizada pelos momentos pedagógicos de Demétrio Delizoicov. Para isso, desenvolveu-se uma sequência didática em uma escola pública da cidade de Sertãozinho – SP, com a temática da cultura sucroalcooleira, tema que faz parte do cotidiano da cidade, uma vez que se trata da cultura agrícola que movimenta a economia da região. Os resultados permitiram concluir que é possível trabalhar esse tema com a prática de Freire, mas não sem encontrar dificuldades em sua execução.

Palavras Chave: Educação Problematizadora; Momentos Pedagógicos; Ensino de Química.

PROBLEMATIZING EDUCATION IN THE CHEMISTRY TEACHING: THE ALCOHOL INDUSTRY AS A GENERATOR THEME OF A DIDACTIC SEQUENCE IN A PUBLIC SCHOOL IN SERTÃOZINHO - SP

ABSTRACT: Science education in the Brazilian Basic Education has successively presented poor performance in the results of external evaluations. There is an urgent need to change this scenario in which what is needed is not taught and where the students learning is discouraged. In this work we seek to find ways to insert the official curriculum of Chemistry of São Paulo, the problematical education conceived by Paulo Freire and instrumentalized by the teaching moments from Demétrio Delizoicov. For this, a didactic sequence was applied in a public school in the city of Sertãozinho - SP whose theme was the sugarcane culture, a subject that is part of the city everyday life, since it is the crop that drives the economy of the region. The results showed that it is possible to work this issue within Freire's practice, but not without finding difficulties in their implementation.

Keywords: Problematizing Education; Teaching moments; Chemistry Teaching.

1 INTRODUÇÃO

Relatório do PISA - *Programme for International Student Assessment* (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes) de 2012 mostra que o país ocupa a 59ª posição na avaliação de Ciências, em um ranking de 65 países. O mesmo relatório demonstra que mais da metade dos estudantes avaliados alcançaram, no máximo, o Nível 1 de proficiência em Ciências (em uma escala que vai até o nível 6), ou seja, possuem um conhecimento científico extremamente limitado (BRASIL, 2013).

Não é difícil deduzir que a forma como se ensinam as Ciências no Brasil, contribui diretamente para que tal índice se encontre em estado alarmante. O ensino de Química tem sido marcado pela falta de contexto e estímulo à aprendizagem, de tal maneira que os estudantes não têm aprendido os conteúdos dos currículos, e tão pouco desenvolvido competências e habilidades necessárias para a compreensão dos problemas cotidianos (MAIA; SILVA; WARTHA, 2008).

E como ensinar a um adolescente algo que ele talvez não queira aprender? Cavenaghi e Bzuneck (2009) assinalam uma queda natural no interesse, na motivação e na autoconfiança do aluno à medida que ele progride nas séries finais do Ensino Fundamental e chega ao Ensino Médio. Cabe ao professor, muitas vezes de forma solitária, a busca por situações que estimulem o interesse e resgatem a autoconfiança do aluno em seu processo de aprendizagem. Uma alternativa, indicada nos PCN (BRASIL, 1998), quanto ao ensino de Química, é a contextualização dos conteúdos da disciplina.

O conceito de contextualização aparece como elemento dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 1998) e de forma recorrente nos documentos, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ (2001) e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio – OCNEM (2006); sempre com referência à formação cidadã e como estímulo à aprendizagem. Essas orientações propõem que a contextualização seja uma ferramenta de aquisição do conhecimento escolar a partir de situações reais e cotidianas, que garantam significado a esse conhecimento (MARCONDES, 2008).

Em seu livro *Pedagogia do oprimido*, publicado pela primeira vez em 1968, Paulo Freire já se refere à “realidade imediata” como forma de tornar a aprendizagem significativa e motivadora para o aluno. A proposta de Freire (2014) chamada de Educação Problematizadora é uma das formas de contextualização sociocultural que mais têm sido estudadas, em todos os âmbitos educacionais.

No ensino de Ciências há propostas a respeito do uso da Educação Problematizadora, com destaque para a de Demétrio Delizoicov, exposta em vários de seus escritos (DELIZOICOV;

ANGOTTI, 1992, 2000; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011). Tal proposta se baseia em três “momentos pedagógicos” que visam a problematização do cotidiano do aluno e a partir daí estabelecer relações entre o que o aluno já conhece e o conhecimento escolar. Mas, talvez, o que há de mais importante nessa proposta é a participação ativa do aluno no seu aprendizado, a relação dialógica que deve se estabelecer e acima de tudo, o rompimento com as metodologias rígidas que marcaram (e marcam) o ensino tradicional.

Diante disso, parece haver às mãos dos educadores, uma alternativa em consonância com os preceitos construtivistas mais modernos em educação. A inquietação que leva a esta pesquisa surge da minha experiência como professor da educação básica pública há treze anos. Ao ver que o interesse dos estudantes pela escola tem diminuído ano a ano, muito devido à falta de conexão entre o que se pretende ensinar e aquilo que é realmente relevante, busca-se aqui tentar entender como essa proposta problematizadora pode contribuir para a aquisição dos conhecimentos químicos exigidos pelo currículo oficial do estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2012), e para a motivação dos estudantes, de forma que se proporcione uma aprendizagem mais efetiva e autônoma do que a atual. Em vista disso, neste trabalho buscou-se a análise de possíveis contribuições da Educação Problematizadora ao ensino de Química de uma turma de alunos do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Sertãozinho – SP.

2 METODOLOGIA

A atividade ocorreu em oito encontros de 50 minutos, com 20 alunos voluntários da 3ª série do Ensino Médio de 2014 da Escola Estadual Winston Churchill, da cidade de Sertãozinho – SP. A análise dos resultados da atividade teve como enfoque a pesquisa qualitativa, sob a linha metodológica da pesquisa participante. Tal metodologia foi escolhida por permitir a ação crítica e dialética do pesquisador com os sujeitos da pesquisa (MOREIRA, 2009), buscando a descrição dos processos e dos significados que os participantes dão aos fenômenos (LÜDKE; ANDRÉ, 2013).

Uma vez que o município de Sertãozinho encontra-se em uma região do estado conhecida como grande produtora de açúcar e etano, e que sua economia está fundamentalmente ligada à cultura da cana-de-açúcar e às suas sete usinas sucroalcooleiras e destilarias, as aulas tiveram como tema central a cultura canavieira e os impactos que ela tem na economia e na qualidade de vida na cidade, tentando promover a problematização dessa cultura como promotora de aprendizagem em Química.

Antes de se iniciar a atividade problematizadora e visando a familiarização da realidade dos sujeitos da pesquisa e suas concepções a respeito do papel da escola em sua vida, iniciou-se a coleta de dados através da aplicação do questionário de caracterização.

Em seguida, foi iniciada a atividade problematizadora com o uso da metodologia dos momentos pedagógicos propostos por Delizoicov; Angotti; Pernambuco (2011), com duração de cinco encontros. Os dois primeiros encontros foram usados para a problematização inicial, os dois seguintes para a organização do conhecimento e a quinto encontro, para a aplicação do conhecimento. Após o encerramento das atividades, mais dois encontros foram utilizados para a realização da entrevista, com intuito de avaliar a aplicação da metodologia.

A atividade foi desenvolvida em cinco encontros de 50 minutos da seguinte forma:

1º encontro (Problematização Inicial): os alunos receberam do professor uma pequena lista de perguntas para que pudessem discutir a seu respeito (Quadro 1). As perguntas tinham como objetivo iniciar a interação entre os alunos e detectar as ideias que eles tinham a respeito da cultura canavieira. Inicialmente a discussão ocorreu em pequenos grupos (de quatro a cinco alunos) e depois as respostas foram socializadas, com intervenções do professor.

Quadro 1 – Perguntas utilizadas na problematização inicial.

1 – Você considera a indústria da cana-de-açúcar importante para a cidade?

2 – Você conhece alguém que trabalha direta ou indiretamente ligado a indústria sucroalcooleira?

3 – Quais os benefícios que tal cultura agrícola traz à sociedade?

4 – Você conhece ou já ouviu falar de alguém que já apresentou problemas de saúde por causa dessa cultura?

2º encontro (Problematização Inicial): a partir das discussões ocorridas no primeiro encontro e das ideias que os alunos mostraram ter sobre o assunto, o professor distribuiu aos alunos um texto jornalístico que tinha o propósito de mostrar que algumas de suas concepções estavam erradas e fazê-los perceber que seu conhecimento era insuficiente para se chegar a uma interpretação correta. O foco desse encontro foi estabelecer o contraditório entre as ideias dos alunos de que carros movidos a etanol não poluem o ar e o texto que trazia informações que afirmavam o contrário. Mais uma vez, foram realizadas discussões em pequenos grupos e depois com a turma toda, com a participação do professor, intervindo e fazendo perguntas o tempo todo.

3º encontro (Organização do Conhecimento): com a descoberta por parte dos alunos, de suas limitações quanto à compreensão dos fenômenos relatados no texto da aula anterior, iniciou-se a tentativa, a partir da realização de exercícios e de discussões dos alunos ao buscarem

na Química o conhecimento necessário para tal. No terceiro encontro, os alunos buscaram na resolução de exercícios e discussões o que leva à formação dos gases na combustão do etanol. Os alunos, além de tentarem buscar explicações a isso, também elaboraram modelos explicativos baseados em equações químicas.

4º encontro (Organização do Conhecimento): Uma vez que os alunos tenham conseguido elaborar e compreender o motivo da liberação de gases poluentes, agora, a discussão se deu em torno de o porquê os biocombustíveis é opção energética viável para a sociedade moderna.

5º encontro (Aplicação do Conhecimento): com os conhecimentos adquiridos, os alunos foram levados, baseados nos novos conhecimentos, a estabelecer qual o tipo de combustível (biocombustíveis ou combustíveis fósseis) é mais vantajoso, levando-se em conta fatores econômicos, sociais, ecológicos. Também propuseram ideias de como conciliar produção de energia em grande escala e diminuição da poluição do ar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria dos estudantes declarou ser motivada a estudar e tal afirmação parece ser corroborada pela intenção de todos eles em dar continuidade aos estudos, ao fim do Ensino Médio. Entretanto, quando perguntados sobre o papel da escola e dos professores e de suas aulas como aspecto motivacional, vários se manifestaram descontentes com a forma e com o modelo vigente de ensino. Com exceção de um único aluno, todos se manifestaram a favor de mudanças, sugerindo mudanças nas práticas de ensino e na organização do sistema de ensino.

Fica evidente no discurso dos alunos que sua desmotivação está relacionada ao que ocorre no espaço escolar, como Cavenaghi e Bzuneck (2009) relatam ocorrer com frequência, uma vez que na escola os conteúdos e as ações educativas dificilmente correspondem às necessidades dos alunos.

Um dos alunos, por exemplo, ao ser questionado sobre o que poderia mudar nas aulas e nas atitudes dos professores, responde: “Aulas inovadoras, não ensinar sempre a mesma coisa, sempre fazer coisas novas, mais participação do aluno, aulas práticas”. Essa fala demanda a reflexão da comunidade escolar quanto ao significado atribuído aos saberes escolares escolhidos e oferecidos sem a necessária contribuição dos alunos, estabelecendo-se a necessidade do diálogo em todas as etapas desse processo (FREIRE, 2014; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

A análise dos dados obtidos com a prática problematizadora foi dividida de forma a analisar cada momento pedagógico separadamente e, para efeito de descrições, os alunos serão identificados por um número de 1 a 20.

No primeiro momento pedagógico, desenvolvido em duas aulas, os objetivos foram detectar de que forma o tema escolhido e a problematização inicial funcionariam como aspectos motivadores da participação da turma e se o tema tem relevância junto aos alunos, além de ser capaz de inquietá-los.

Quanto à participação, nos dois primeiros encontros, em que ocorreram a problematização inicial, houve a presença de 18 alunos no primeiro e 15 alunos no segundo. Com relação ao envolvimento, notou-se contribuições de todos os participantes aos debates e na elaboração das respostas às perguntas feitas. Notou-se também, que nos pequenos grupos, em geral, a discussão tornava-se menos produtiva, já que muitas vezes alguns alunos dispersavam sua atenção, normalmente com envolvimento em outros assuntos não relacionados à aula e com o telefone celular. Quando a discussão passava para o coletivo, o envolvimento era consideravelmente maior, com participação ativa e constante. Isso talvez possa ser explicado pela participação do professor, chamando os alunos ao envolvimento e interferindo, fazendo questionamentos aos alunos o tempo todo e requerendo as opiniões de cada um.

Todos os alunos pareceram compreender rapidamente o tema escolhido e associá-lo ao seu cotidiano sendo, com isso, inseridos na subcategoria compreensão. Destaca-se o fato de que todos os alunos que participaram desse primeiro momento possuem algum familiar ou amigo próximo que trabalha direta ou indiretamente com a cana, destacando a geração de empregos na cidade:

A nossa cidade é movida pelas indústrias canavieiras.

(Aluno 4).

[...] gerando emprego.

(Aluno 13).

Vários alunos mencionaram sofrerem de problemas respiratórios, agravados por causa da poluição gerada pela queima da palha da cana:

A maioria da população sofre com problema respiratório.

(Aluno 17).

Uma vez que conseguem “ver a si próprios” na situação descrita, os alunos, segundo Freire (2014), fazem da realidade um objeto de análise crítica e tornam-se sujeitos motivados, inseridos nesse objeto. Por isso, pode-se considerar que todos os alunos relacionam o tema ao seu cotidiano, sendo inseridos na subcategoria realidade.

Embora os alunos tenham demonstrado conhecer os efeitos nocivos da queima da palha da cana quando de sua colheita, nas discussões a respeito dos benefícios da cultura para a sociedade, foi quase unânime o entendimento de que o álcool combustível não polui o ar. Quando o professor pediu para que explicassem isso melhor, algumas das respostas foram:

O álcool não polui o ar.

(Aluno 17).

Diminui a emissão de gás carbônico na atmosfera.

(Aluno 12).

O uso do álcool melhora a qualidade do ar.

(Aluno 10).

Os carros movidos com etanol não emitem gases poluentes.

(Aluno 18).

Tais falas parecem mostrar que o conhecimento dos alunos a respeito dos biocombustíveis está fundamentalmente ligado a saberes difundido entre a população em geral, inclusive de forma equivocada pela mídia, impossibilitando aos alunos perceberem a ocorrência de uma reação química comum (a combustão) e os conceitos básicos de transformação de materiais e rearranjos atômicos.

Com a intenção de fazer os alunos perceberem que não dominam o conhecimento científico necessário à compreensão do fenômeno e causar uma ruptura com o senso comum (sem desprezá-lo) (DELIZOICOV, 1991), foi apresentado a eles o texto jornalístico “O outro lado do etanol” do site “O Eco”. A reportagem de 2009 analisa o ranking de automóveis poluidores, divulgado pelo Ministério do Meio Ambiente; nesse ranking, cinco dos dez maiores emissores de monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio são carros movidos a álcool.

Curiosamente, embora a pesquisa citada não utilize como padrão de referência a concentração de dióxido de carbono emitida pelos automóveis, os alunos apontaram inicialmente esse gás como principal poluente. Isso demonstra o conhecimento da existência de CO₂ nas emissões dos motores de combustão, inclusive o conhecimento de seus efeitos nocivos:

O gás carbônico aumenta o efeito estufa.

(Aluno 13).

De certa forma, pode-se considerar algum conhecimento científico nesse tipo de resposta, mas não se pode ignorar que esse tipo de informação está disponível o tempo todo na mídia. Além disso, foi possível perceber que vários alunos citaram o dióxido de carbono por confundirem seu nome com a representação CO, do monóxido de carbono, que aparece no texto, como fica evidente em um dos diálogos:

Professor: Então por que o estudo não considera o etanol um combustível tão “limpo” quanto vocês pensam?

Aluno 3: Por causa da emissão de gás carbônico.

Professor: Emissão de gás carbônico?

Aluno 3: É.

Professor: Quais foram os gases analisados? O CO₂ foi analisado?

Aluno 3: É CO, falei errado.

Na explicação a respeito da emissão dos óxidos de nitrogênio, alguns alunos a compreenderam como reações secundárias à reação principal de combustão:

Porque a queima do combustível terá várias reações.

(Aluno 8).

O etanol não é o único componente químico que reage com o oxigênio.

(Aluno 4).

Entretanto, algumas concepções alternativas surgiram, evidenciando o domínio do senso comum sobre o conhecimento dos alunos:

Esses gases já estavam no motor, misturados no álcool.

(Aluno 9).

Porque possuem catalisadores que aceleram a reação do etanol, fazendo com que libere CO, NOx e hidrocarboneto.

(Aluno 17).

Nenhum aluno conseguiu explicar a formação do monóxido de carbono ou dos óxidos de nitrogênio e tiveram inclusive dificuldades em explicar como o dióxido de carbono é formado na combustão. Com isso, os conhecimentos prévios dos alunos foram categorizados como majoritariamente dominados pelo saber popular. Essa foi também considerada a principal situação limite, isto é, a percepção, pelo educando de que o conhecimento que ele detém não é suficiente para entender com plenitude sua realidade e elaborar intervenções efetivas (FREIRE, 2014). A situação limite é capaz de motivar os alunos a buscar conhecimento adicional e levá-los ao segundo momento pedagógico.

As atividades realizadas no segundo momento pedagógico, desenvolvidas na terceira e quarta aulas foram analisadas de forma a detectar se os aspectos motivacionais da problematização se apresentam nessa etapa. Também foi investigado se o tema contribui para o domínio dos alunos sobre os conteúdos mínimos para o entendimento do tema. Para isso, foram utilizados como referências os níveis de conhecimento científico, necessários para a compreensão dos fenômenos cotidianos, citados por Wartha, Guzzi Filho e Jesus (2011). Uma vez que os alunos não conseguiram explicar a formação do monóxido de carbono e dos óxidos de nitrogênio, o segundo momento pedagógico pautou-se, inicialmente, por uma tentativa de investigação do fenômeno a partir da interação do professor com os alunos:

Professor: Já que na aula anterior falamos do uso do etanol em automóveis, alguém saberia dizer por que utilizamos um combustível?

Aluno 17: Para o carro funcionar?

Professor: Sim, claro. Mas por que o carro funciona com o combustível?

Aluno 17: Por que gera energia?

Professor: Então você tá dizendo que o combustível, no caso o etanol, gera energia que faz o carro funcionar. É isso?

Aluno 17: É.

Professor: Alguém pensa diferente?

Todos os alunos: Não.

Professor: Mas o que será que acontece com esse combustível pra que ele gere essa energia?

Aluno 4: Ele queima?

Professor: Então há uma combustão do etanol no motor e isso gera energia?

Aluno 4: Acho que é.

Aluno 8: É

Professor: Então você tá dizendo que o combustível, no caso o etanol, gera energia que faz o carro funcionar. É isso?

Aluno 17: É.

Professor: E a combustão é uma reação química, como vimos antes, não é? Para alguma coisa queimar, então, para ter combustão precisa de quê?

Aluno 17: Oxigênio.

Professor: Isso. E o que vai ser queimado, que vai entrar em combustão?

Aluno 13: Combustível.

Professor: Então vamos imaginar a queima desse combustível, o etanol. A reação dele com o oxigênio vai resultar em quê, além de energia?

Aluno 3: CO₂.

Professor: Só isso?

Aluno 17: Água.

Professor: Então vamos representar isso?

Percebe-se que a partir de um encadeamento de ideias surgidas nas discussões, os alunos conseguem se utilizar de conceitos químicos para entender a combustão como transformação química e que a formação do dióxido de carbono ocorre a partir da combinação de átomos contidos nas moléculas de etanol e oxigênio molecular. Associa-se a isso, a compreensão da combustão como processo de obtenção de energia, demonstrado, também nesse caso, o domínio sobre os níveis fenomenológico e teórico a respeito da combustão completa. Na sequência, o professor representou no quadro negro aquilo que foi indicado pelos alunos como as substâncias participantes da reação química, utilizando-se dos nomes das substâncias.



Coube então como atividade inicial dos alunos substituir os nomes das substâncias pelas suas fórmulas químicas. Nenhum aluno encontrou dificuldade em realizar essa atividade rapidamente. O professor então fez o mesmo no quadro, apresentando a equação:



Os alunos reconheceram rapidamente que a equação não representa corretamente a reação química estudada e sem muita demora conseguiram escrevê-la da maneira correta, balanceada com os coeficientes estequiométricos. Suas respostas demonstraram mais uma vez o

domínio do conhecimento químico no nível teórico e também no nível representacional. Aparentemente, os alunos tinham esse conhecimento químico adquirido anteriormente e essa atividade inicial acabou se mostrando apenas um exercício de aplicação, o que já era esperado. No entanto, a partir dessa primeira intervenção, o professor pôde fazer com que os alunos explorassem os demais conteúdos. Quando o professor perguntou: “Se o dióxido de carbono é produto da reação de combustão, como é que o monóxido de carbono foi encontrado nos gases eliminados pelos escapamentos dos carros?”, os alunos passaram a buscar na reação anterior, explicações para o fenômeno. O que a princípio podia ser interpretado como apenas uma atividade “siga o modelo”, levou os alunos a formularem ideias a respeito do motivo pelo qual CO se forma ao invés de CO₂. A primeira ideia a respeito do motivo surgiu da diferença entre esses gases a respeito do número de átomos de oxigênio, mas também de ideias baseadas no senso comum.

O CO tem menos oxigênio que o CO₂. Isso é o motivo?

(Aluno 1).

O monóxido não aparece em motor desregulado?

(Aluno 17).

A percepção de que um motor desregulado consome mais combustível que um motor com a regulação correta e o conhecimento a respeito das relações estequiométricas em uma transformação química levou a turma a entender que a formação do monóxido ou do dióxido de carbono depende da relação quantitativa entre o combustível e o oxigênio molecular e ressalta a importância do conhecimento popular na formação do conhecimento formal, como o que afirmam Freire (2014) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011). Tal entendimento corrobora a análise anterior de domínio sobre o nível teórico do conhecimento químico. Ainda mais, uma vez que entenderam os aspectos teóricos do fenômeno, a maioria dos alunos demonstrou conhecimento representacional ao conseguir representar a equação de combustão incompleta do etanol, com produção do monóxido de carbono.

A formação do NO e do NO₂ tiveram suas reações facilmente compreendidas e até mesmo representadas corretamente pela maioria depois que discussões levaram os alunos a perceberem que o N₂ presente no ar participa de reações secundárias com o O₂, no interior dos motores.

Em um segundo momento, os alunos deveriam encontrar explicações para o porquê de os biocombustíveis serem considerados ecológicos, menos poluentes que os combustíveis fósseis. Para isso, o professor lançou a seguinte discussão: “Por que, o etanol continua sendo

considerado um “combustível verde”, mesmo que sua combustão nos automóveis seja responsável pela formação de gases poluentes?”.

O senso comum e a leitura do texto jornalístico foram, em primeiro momento, a principal fonte de informação para a resolução desse problema. Os alunos associaram o uso de biocombustíveis a uma interferência menor na atmosfera, uma vez que o dióxido de carbono (apontado pelos alunos como causador do efeito estufa) emitido na queima do etanol é absorvido pela cana-de-açúcar durante seu crescimento, na reação de fotossíntese. Em relação aos demais gases poluentes, emitidos pelos automóveis, foi muito grande a percepção de a “culpa” ser certamente dos automóveis, e não do combustível.

Verifica-se que os alunos encontraram no texto a referência à falta de uma análise das emissões de CO₂ na pesquisa e a sua ausência acabou por aumentar o impacto das demais emissões. Associar o CO₂ emitido na combustão ao CO₂ absorvido na fotossíntese também demonstra compreensão fenomenológica tanto da combustão quanto da fotossíntese.

Embora as emissões de gases e as reações de combustão completa e incompleta tenham sido abordadas pelos alunos nesse momento, não houve menção, por exemplo, à produção da fuligem na combustão incompleta do etanol e também na queima da palha da cana antes de sua colheita. Isso parece mostrar que não houve domínio pleno do nível fenomenológico, especialmente porque no primeiro momento pedagógico houve citação de problemas respiratórios na população em grande parte causados pela fuligem.

Quanto à participação dos alunos, o primeiro encontro teve a presença de 17 alunos; e 19 compareceram ao segundo encontro. O aluno 5, que não compareceu às aulas que compunham o primeiro momento pedagógico também não compareceu nesse segundo momento, sendo o único a não participar de nenhum dos quatro primeiros encontros. Quanto ao envolvimento com as atividades, notou-se um decréscimo em relação ao primeiro momento pedagógico, assim como naquele momento, os alunos participaram ativamente das discussões, mas quando as atividades demandaram envolvimento de conceitos químicos, alguns alunos mostraram desânimo:

Nem sei desse negócio aí.

(Aluno 12).

Difícil isso.

(Aluno 16).

Não sei fazer esse negócio não.

(Aluno 3).

Também foi possível perceber que à medida que as atividades iam se sucedendo, o insucesso das tentativas ia tirando o entusiasmo de outros:

lh, “fessor”, não dá certo.

(Aluno 10).

Dá a resposta logo, professor. Não vai sair nada mesmo.

(Aluno 13)

Entretanto, a formação de grupos para a realização das atividades mostrou-se benéfica para o envolvimento de todos. Sempre que um aluno mostrava desânimo na realização de uma tarefa, membros do grupo em que estava o aluno e até mesmo de outros grupos vinham em seu auxílio, fazendo com que houvesse novo envolvimento na atividade. Tal observação, consonante com o que propõem Delizoicov e Angotti (2000), caracteriza os alunos como plenamente envolvidos nas atividades do segundo momento pedagógico.

No quinto encontro, foi realizado o terceiro momento pedagógico. A atividade teve como meta fazer com que os alunos utilizassem os conhecimentos adquiridos no segundo momento pedagógico para a resolução de problemas relacionados a seu cotidiano.

A atividade apresentada aos alunos consistia em fazê-los estabelecer comparação entre biocombustíveis e combustíveis fósseis, além de levantar propostas para a conciliação entre a produção de energia e a diminuição da poluição atmosférica.

Com relação à comparação dos biocombustíveis com os combustíveis fósseis, todos os alunos citaram aspectos sociais envolvidos em seus usos:

O consumo do etanol gera empregos para a cidade.

(Alunos 3, 5, 11 e 23).

O etanol é feito da cana-de-açúcar, na sua queima produz fagulha, poeira e outras coisas que são prejudiciais à saúde, pois acaba gerando as doenças respiratórias.

(Aluno 8 e 9).

Há desvantagem no preço da gasolina.

(Alunos 4, 12, 14 e 19).

Mostrou-se nesse caso, que os alunos demonstraram domínio da contextualização sociocultural. Isso parece reforçar a ideia de que o tema apresenta proximidade muito grande com o cotidiano dos alunos, propiciando discussões que vão além dos conceitos químicos, como já havia sido demonstrado no primeiro momento pedagógico.

As discussões a respeito das vantagens de um combustível sobre outro mostraram que embora o conhecimento científico tenha sido evidenciado nos momentos anteriores, em alguns dos argumentos utilizados, ele foi ignorado. Exemplo disso é que depois de se verificar, no segundo momento pedagógico, que carros movidos a etanol também emitem monóxido de carbono e óxidos de nitrogênio, às vezes até em quantidades maiores que aqueles movidos à gasolina, alguns alunos escreveram como vantagens do etanol:

O etanol produz menos monóxido de carbono.

(Alunos 3, 5, 11 e 23)

Na Ecologia, há vantagem do etanol, pois libera menos monóxido de carbono.

(Alunos 4, 12, 14 e 19).

Dessa forma, parece que no terceiro momento pedagógico, mais da metade dos alunos participantes dessa atividade não demonstraram compreensão dos fenômenos a partir de conhecimento científico, baseando suas respostas no conhecimento popular que os caracterizava no primeiro momento pedagógico.

Quanto à conciliação entre produção de energia e diminuição da poluição atmosférica, os alunos citaram em unanimidade a energia eólica como alternativa. A citação dessa forma de energia foi importante, pois vários alunos demonstraram conhecer especificidades dessa opção energética, apontando inclusive seu alto custo, em relação a opções energéticas mais comuns; outra opção apontada foi o uso da energia solar.

Os alunos demonstraram conhecer os conceitos envolvidos na produção do etanol de segunda geração, pois houve citação por parte de quatro alunos, do uso da celulose na produção de etanol. Embora tenha havido referência ao uso de matéria orgânica, nenhum aluno apontou o biogás como alternativa energética viável.

A entrevista semiestruturada realizada após a aplicação da prática problematizadora com todos os alunos teve como objetivo verificar o aspecto motivacional da prática, suas interferências construtivas na aprendizagem da turma e identificar aspectos que não tenham funcionado, do ponto de vista dos alunos.

O primeiro bloco de perguntas da entrevista visou verificar se os alunos se sentiram à vontade durante as aulas e se sentiram motivados a participarem delas. As perguntas desse primeiro bloco são:

Quadro 2 – Primeiro bloco de perguntas da entrevista semiestruturada.

- 1 – Você considera a indústria da cana-de-açúcar importante para a cidade?**
 - 2 – Você conhece alguém que trabalha direta ou indiretamente ligado a indústria sucroalcooleira?**
 - 3 – Quais os benefícios que tal cultura agrícola traz à sociedade?**
 - 4 – Você conhece ou já ouviu falar de alguém que já apresentou problemas de saúde por causa dessa cultura?**
-

As respostas foram positivas quanto a esse primeiro bloco de perguntas. Todos os alunos entrevistados afirmaram que houve espaço para manifestarem suas opiniões e que se sentiram motivados a participar, mesmo em situações de maior dificuldade. Alguns alunos revelaram que a timidez foi um aspecto a atrapalhar seu envolvimento nas aulas, fazendo com que expressassem suas opiniões com pouca frequência.

O segundo bloco de perguntas da entrevista teve como objetivo verificar se a atividade problematizadora contribuiu, na opinião dos alunos, para seu aprendizado.

Quadro 3 – Segundo bloco de perguntas da entrevista semiestruturada.

- 4 – As aulas contribuíram para que você aprendesse Química de forma mais fácil?**
 - 5 – Você conseguiu relacionar de alguma forma o assunto estudado com os conceitos químicos? Foi fácil ou difícil?**
-

A esse bloco de perguntas, as respostas também foram favoráveis à prática, já que os alunos afirmaram ter gostado da forma como aprendeu Química, mas alguns deles apontaram que em certos momentos tiveram dificuldades, especialmente por terem que resolver “sozinhos” a parte das atividades, sem a ajuda do professor. Essa afirmação pode, em parte, revelar uma resistência por parte de alguns alunos a metodologias ativas de ensino, pois nesse caso, o aluno revela que teve ele próprio de resolver as atividades que promoveram sua aprendizagem.

O último bloco de perguntas foi feito para que os alunos apontassem o que na opinião deles não funcionou e o que poderia ter sido diferente.

Quadro 4 – Terceiro bloco de perguntas da entrevista semiestruturada.

6 – O que você acha que não funcionou nas aulas?

7 – O que você mudaria?

Nove alunos disseram que as aulas exigiram muita leitura e concentração e que em alguns momentos isso deixava a aula “chata”; os demais alunos não apontaram nada disfuncional nas aulas. Quanto a mudanças, 10 alunos apontaram sugestões das quais, as mais comuns foram:

Adição de experimentos;

Uso de textos menores;

Uso da lousa, pelo professor, com mais frequência.

A adição de experimentos à atividade seria possível e compatível com a proposta problematizadora de Delizoicov e Angotti (2000) mas, as propostas de uso de textos menores e da lousa pareceram ser, mais uma vez, uma forma de resistência dos alunos a uma metodologia ativa, em que o foco central da aprendizagem não é o professor, mas o aluno. Essa manifestação talvez seja o reflexo de anos experimentado as práticas de ensino tradicionais em que os alunos se habituaram e se acomodaram a elas (MOREIRA, 2010).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa demonstrou que metodologias ativas de ensino como a educação problematizadora podem ser introduzidas na educação em seus níveis mais formais, mas não sem encontrar resistências. O que se mostrou é que mesmo quando os alunos se mostraram receptivos à prática problematizadora, os anos de submissão às práticas tradicionais parecem ter forjado obstáculos, ainda que implícitos, à aceitação de um papel mais ativo em sua própria aprendizagem. A narração e a resposta pronta ainda parecem ser a solução para os alunos e o caminho mais fácil para o professor.

Obstáculo ainda maior é reconhecer que alunos concluintes do Ensino Médio não conheçam/reconheçam conceitos químicos que a princípio são simples como o de combustão. Isso é um sinal claro de que a escola e as práticas de narração dos professores e a aceitação desse discurso pelos alunos não têm contribuído para qualquer aprendizagem, mesmo nos níveis mais simples.

Por outro lado, os alunos, mesmo apresentando defasagens de conhecimento químico, demonstraram capacidade discursiva, expressando opiniões conectadas a sua realidade, o que mostra que a escolha do tema foi exitosa em despertar a motivação dos alunos. Talvez a maior contribuição da prática problematizadora a esse aspecto tenha sido a discussão nos pequenos grupos, já que mesmo quando um dos integrantes dispersava sua atenção, era resgatado pelos colegas à atividade.

A problematização ocorrida nas aulas, mesmo diante das dificuldades apresentadas, possibilitou a incorporação das habilidades do currículo do estado de São Paulo a ela. O reconhecimento da biomassa como fonte de combustíveis possibilitou não apenas o estudo de conceitos químicos, mas também permitiu o retorno do conhecimento adquirido ao contexto local. Temas como poluição, doenças respiratórias, economia e emprego foram comuns nas aulas, e mesmo que problemas de aprendizagem tenham sido encontrados, especialmente no terceiro momento pedagógico, pode-se dizer que diante do quadro alarmante da educação nacional, a incorporação da educação problematizadora nas aulas regulares de Química apresentou relativo sucesso.

Se existiram problemas, estes não foram causados pelos alunos, ou pela metodologia; talvez parte deles tenham sido pela experiência ainda inicial deste pesquisador com a aplicação de metodologias problematizadoras, talvez pelo sistema de ensino que se estabeleceu por motivos que fogem a esta pesquisa, mas é fato que a educação problematizadora fornece subsídios plenos ao professor que deseja fazer algo diferente do que se apresenta nas escolas. Basta àquele que deseja adotá-la, persistir.

5 REFERÊNCIAS

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC; Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2006.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC; Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1998.

_____. **PCN+ Ensino Médio**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC; Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2001.

_____. **Relatório Nacional PISA 2012**: Resultados brasileiros. Brasília: MEC; Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), 2013. Disponível em: http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2014/relatorio_nacional_pisa_2012_resultados_brasileiros.pdf. Acesso em: 20 maio. 2016.

CAVENAGHI, A. R. A.; BZUNECK, J. A. A motivação de alunos adolescentes enquanto desafio na formação do professor. In: **IX Congresso Nacional de Educação, III Congresso Sul Brasileiro de Psicopedagogia**, Curitiba, 2009. Disponível em: http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/1968_1189.pdf. Acesso em: 18 dez. 2013.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, tensões e transições**. 1991. 219 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Física**. 2.ed. rev. São Paulo: Cortez, 1992. 184 p. (Coleção Magistério 2º grau. Série Formação Geral).

_____. **Metodologia do Ensino de Ciências**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2000. 208 p. (Coleção Magistério 2º grau. Série Formação do Professor).

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4.ed. São Paulo: Cortez, 2011. 368 p. (Coleção Docência em Formação. Série Ensino Fundamental).

FREIRE, P. **Conscientização – teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. 3. ed. São Paulo: Centauro, 1980. 102 p.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 56.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014. 256 p.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2013. 112 p.

MAIA, J. O.; SILVA, A. F. A.; WARTHA, E. J. Um retrato do Ensino de Química nas escolas de Ilhéus e Itabuna. In: **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)**, Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0400-2.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2013.

MARCONDES, M.E.R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da Ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, n. 2, p. 67– 77, 2008.

MOREIRA, M. A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. In: **VI Encontro Internacional e III Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa**, São Paulo, 2010.

_____. **Subsídios Metodológicos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências: pesquisa em ensino: métodos qualitativos e quantitativos**. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>. Acesso em: 20 dez. 2013.

SÃO PAULO (Estado). **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias**. São Paulo: Secretaria da Educação, 2012. 152 p.

WARTHA, E. J.; MOTA, J. R.; GUZZI FILHO, N. J.. O experimento da gota salina e os níveis de representação em química. **Educación Química**, v. 23, p. 55-61, 2012.