



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**



MARLON GONÇALVES GAUNA

CONTROVÉRSIAS DO SETOR SUCROALCOOLEIRO: SEQUÊNCIA DIDÁTICA
PROBLEMATIZADORA PARA O ENSINO DE QUÍMICA COM ENFOQUE CTS

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Celina Recena

Coorientador: Prof.^o Me. Ademir de Souza Pereira

CAMPO GRANDE/MS

2016

CONTROVÉRSIAS DO SETOR SUCROALCOOLEIRO: SEQUÊNCIA DIDÁTICA
PROBLEMATIZADORA PARA O ENSINO DE QUÍMICA COM ENFOQUE CTS



Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação do Mestrado em Ensino de Ciências, UFMS - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito final para a conclusão do curso de Mestrado em Ensino de Ciências sob a orientação da Professora Dra. Maria Celina Piazza Recena.

DATA DE DEFESA: 31 DE OUTUBRO DE 2016

BANCA EXAMINADORA:

Orientadora - Prof^ª Dr^ª Maria Celina Piazza Recena
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof^ª Dr^ª Ângela Maria Zanon
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof^º Dr^º Antonio Rogério Fiorucci
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

“Entrega o teu caminho ao Senhor, confia nele, e o mais Ele fará”.
Salmos 37:5

“O temor do Senhor é o princípio da sabedoria; bom entendimento tem todos os que cumprem seus mandamentos; o seu louvor permanece para sempre.”

Salmos 111:10

“É fundamental diminuir a distância entre o que se diz e o que se faz, de tal forma que num dado momento, a tua fala seja a tua prática.”

Paulo Freire

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado vida e a oportunidade de fazer o mestrado, por ter me ajudado e estado comigo em todos os momentos e sempre ter ouvido minhas orações. O Senhor é bom!

Aos meus pais Elias e Adile, por sempre acreditarem em mim e terem cuidado de mim me incentivando no caminho da educação. Meus familiares e meu avô Ciriaco. Amo vocês!

À minha orientadora Maria Celina, que sempre me apoiou e teve muita paciência comigo, motivando-me com seu otimismo e suas grandes ideias, tive muita sorte de te encontrar professora! Agradeço também ao meu coorientador Ademir de Souza, pelo delineamento melhor da pesquisa, e por toda sua parceria desde a época de Ensino Médio.

A cada professor que passou pela minha vida, desde o início da minha formação, hoje como professor sei o quanto somos exigidos em nosso dia-a-dia e os desafios que nos cercam, mas é muito gratificante quando vemos nosso aluno realizando seus objetivos e isso faz todo o esforço valer a pena.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e a todos do Mestrado em Ensino de Ciências, cada professor pela grande contribuição na minha formação profissional e acadêmica em todas as aulas, pois sempre algum conhecimento foi acrescentado a mim.

A todos da Escola Estadual Floriano Viegas Machado principalmente aos alunos do 3º ano B pela participação nesse trabalho de pesquisa, a direção por ter me aberto as portas e ao professor Fernando Fernandes que me deu todo o apoio necessário na aplicação das atividades.

Aos meus amigos de Dourados, aos que fiz em Campo Grande e em especial ao meu amigo Alexander Graetz, que me ajudou muito nos momentos complicados com sua amizade e palavras de entusiasmo. A Vanessa Cabañas por lá em 2013 ter me motivado a se inscrever no mestrado e ter me auxiliado com a documentação.

Enfim sem vocês nada disso seria possível, para finalizar agradeço também a todos que torcem por mim e acreditam no poder da educação para transformar realidades! Estamos nesse processo.

RESUMO

O ensino de Química com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) proporciona a discussão e aprendizagem de conceitos químicos aliando-se a diferentes conhecimentos para a formação da cidadania, estimulando os estudantes à reflexão e uma postura crítica diante da realidade em que estão inseridos. Os currículos CTS envolvem conhecimentos científicos, sociais, ambientais e econômicos que se estruturam na vivência dos estudantes. Uma abordagem que apresenta potencialidades para o desenvolvimento de atividades com enfoque CTS para as aulas de Química é a temática da cana-de-açúcar. O cultivo e processamento da cana-de-açúcar influenciam a economia brasileira, desde a época colonial, quando se estabeleceram os primeiros engenhos de cana-de-açúcar no país. Hoje o chamado setor sucroalcooleiro está modernizado e a cana-de-açúcar não é utilizada apenas para produção de açúcar, mas aliada a demanda por biocombustíveis é empregada na produção do etanol e no uso do bagaço para produção de energia, sendo, portanto crescente os números econômicos do setor, mas toda essa expansão envolve controvérsias, permite posicionamentos distintos, pois cria problemas em diferentes âmbitos. Emerge diante desse tema social, a pesquisa que procura investigar, sobretudo, como uma sequência didática problematizadora com enfoque CTS pode influenciar na aprendizagem de conceitos químicos presentes no setor sucroalcooleiro como a destilação e a fermentação, como também, no posicionamento dos alunos frente aos contextos que envolvem a expansão das usinas de açúcar e álcool na região sul de Mato Grosso do Sul. A sequência didática foi organizada e estruturada seguindo três momentos pedagógicos, apresentando textos contextualizados, vídeos, debates e experimento, promovendo diferentes conhecimentos referentes a cana-de-açúcar e as relações ciência, tecnologia e sociedade. Considerando a abordagem qualitativa empregada na pesquisa, os dados foram analisados pela técnica da Análise Textual Discursiva, que permite verificar a aquisição de conhecimentos científicos dos alunos e limitações metodológicas das atividades aplicadas. A partir dos dados analisados foi possível perceber que o desenvolvimento da sequência didática contribuiu para que os alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública de Dourados - MS entendessem os conceitos químicos presentes no processamento industrial da cana-de-açúcar e na identificação de controvérsias na expansão do setor sucroalcooleiro na região. Portanto, notou-se que a sequência didática proporcionou reflexão e construção de conhecimentos, a partir da problematização da realidade dos alunos.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar. Processos Químicos. Problematização. Controvérsias.

ABSTRACT

The teaching of Chemistry with a focus on Science, Technology and Society (STS) provides the discussion and learning of chemical concepts allying different knowledge for the formation of citizenship, stimulating students to reflect and to have a critical posture facing the reality in which they are inserted. STS curriculums involve scientific, social, environmental and economic knowledges that is structured in the students' experience. An approach that presents potential for the development of STS focused activities for Chemistry classes is the sugarcane theme. The cultivation and processing of sugarcane has influenced the Brazilian economy since colonial times, when the first sugar mills in the country were established. Today the so-called sugar-alcohol sector has been modernized and the sugarcane is used not only for sugar production, but due to the demand for biofuels it is also used in the production of ethanol, and combined with the use of bagasse for energy production, so, the number of sectors in which the sugar cane is used has increased rapidly, but this expansion has lead to controversy, allows different viewpoints and creates problems in various areas. Emerges on this social theme, the research investigates mainly as a problem-based teaching sequence with STS approach can influence the students to learn about concepts of Chemistry present in the sugarcane industry as distillation and fermentation and their positioning ahead all contexts involving the expansion of sugar and alcohol in the south region of Mato Grosso do Sul. The didactic sequence was organized and structured following the three pedagogical moments by the means of contextualized texts, videos, discussions and experiment which enhance the students' knowledge about the sugarcane and STS. In terms of the qualitative approach used in the study, data was analyzed using the Textual Discursive Analysis, which allows you to verify the acquisition of scientific understandings and methodological limitations. It is possible to see from the analyzed data that the work helped third year students of a public high school in Dourados - MS understand the chemical concepts in the industrial processing of sugarcane as well as identifying controversies in the expansion of this sector in the south region of Mato Grosso do Sul. All in all, the didactic sequence encouraged the students to reflect and gain knowledge from problematization the reality of students.

Keywords: Sugar cane. Chemical Processes. Problematization. Controversies.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Artigos publicados nos anais do IX ENPEC sobre “controvérsias e ensino de ciências”.....	31
Quadro 2 - Artigos publicados na Revista Química Nova na Escola (QNEsc) com abordagem da cana-de-açúcar.....	37
Quadro 3 - Resumo da sequência didática “Controvérsias do setor sucroalcooleiro para o ensino de Química com enfoque CTS”.....	48
Quadro 4- Conteúdos e conceitos abordados na sequência didática “Controvérsias do setor sucroalcooleiro para o ensino de Química com enfoque CTS”.....	50
Quadro 5 – Categorias que emergiram da análise das redações iniciais com o tema: “Como você avalia a implantação das usinas de cana-de-açúcar na região Sul do estado? Apresente seus argumentos!”.....	56
Quadro 6- Fatores gerais que os 12 alunos analisados consideram na instalação das usinas de açúcar e álcool na região sul do estado de acordo com a redação inicial.	61
Quadro 7 - Palavras utilizadas na atividade para processos industriais da cana-de-açúcar.....	86
Quadro 8- Questionário sobre processos industriais da cana-de-açúcar	86
Quadro 9 – Referente a questão 6 do questionário final.....	107
Quadro 10 – Referente a questão 7 do questionário final	114
Quadro 11 – Referente a questão 8 do questionário final	117
Quadro 12 - Questões debatidas na aula.....	118

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização das usinas sucroalcooleiras em Mato Grosso do Sul em 2015.....	16
Figura 2 – Funcionamento de uma usina sucroalcooleira	90
Figura 3 - Palavras-chave para a atividade de explicação da fermentação.....	95
Figura 4 – Animação utilizada para os alunos explicarem a destilação.....	96

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 O SETOR SUCROALCOOLEIRO EM MATO GROSSO DO SUL	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	
3.1 Abordagem CTS e a concepção educacional de Paulo Freire.....	20
3.2 Problematização, Controvérsias e Questões Sociocientíficas.....	23
3.3 Os Três Momentos Pedagógicos.....	28
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	30
5 MATERIAL EDUCACIONAL: “CONTROVÉRSIAS DO SETOR SUCROALCOOLEIRO PARA O ENSINO DE QUÍMICA COM ENFOQUE CTS.”	
5.1 Desenvolvimento do material educacional.....	43
5.1.1 Uso de Vídeos e Animações.....	44
5.1.2 Leitura.....	45
5.1.3 Atividade Experimental.....	46
5.2 Controvérsias do setor sucroalcooleiro e a Interdisciplinaridade	50
6 METODOLOGIA.....	51
7 APLICAÇÃO DO MATERIAL EDUCACIONAL E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS	
7.1 Primeiro Momento Pedagógico: Problematização Inicial	55
7.1.1 Considerações dos Resultados da Problematização Inicial.....	68
7.2 Segundo Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento.....	71
7.3 Terceiro Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento.....	104
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	123
REFERÊNCIAS.....	126
APÊNDICE A Dados do setor e características da cana-de-açúcar.....	132
APÊNDICE B Matérias-primas para obtenção do açúcar e álcool.....	133
APÊNDICE C O processo químico de fermentação.....	134
APÊNDICE D Resíduos e Impactos Ambientais.....	136
APÊNDICE E Colheita e condições trabalhistas.....	137
ANEXO 1 . Artigo do Jornal “O Progresso” de Dourados- MS, utilizado na Etapa de Organização dos Conhecimentos.....	139
ANEXO 2 Texto publicado na Revista “Mato Grosso do Sul: Grandes Conquistas”, utilizado na Etapa de Organização dos Conhecimentos.....	140

ANEXO 3 Hipertexto retirado do site do Ministério Público Federal, utilizado na Etapa de Organização dos Conhecimentos.....	141
--	-----

APRESENTAÇÃO

Desde criança sempre gostei daquilo que envolvia a sala de aula, brincava de “escolinha” sendo o professor dos meus primos, preparava materiais para as aulas como atividades e dinâmicas, certa vez escrevi alguns gibis, poemas e historinhas com personagens que havia criado e desenvolvi um caderno com atividades que usava nas aulas da escolinha, pouco depois dessa idade com 10 anos comecei as aulas particulares para amigos de escola e familiares menores que estavam em fase de alfabetização, fazia isso gratuitamente por gostar de ensinar, me sentia bem em ajudar.

Na adolescência durante o Ensino Médio na Escola Estadual Ministro João Paulo dos Reis Veloso, percebendo a necessidade de alguns colegas criei um grupo de estudos e sempre estudávamos para as provas no contraturno, utilizava uma sala desocupada na escola. Na época de exames finais me dispunha para ajudar a estudar com quem se interessasse e colocava cartazes no mural da escola convidando quem havia ficado de exame, estudávamos para Física, Química e Matemática. Me lembro que em 2008 no 2º Ano do Ensino Médio a sala ficou lotada de alunos para estudarmos juntos, eu explicava o conteúdo aos colegas, e passava no quadro exercícios para eles resolverem baseados nas provas ocorridas durante todo o ano.

No 3º Ano do Ensino Médio, por entender que gostava muito de lecionar, resolvi trabalhar na escola como voluntário no contraturno, auxiliando uma professora no 2º Ano do Ensino Fundamental, com alunos que estavam em fase de alfabetização, juntamente com ela elaborava, práticas e atividades de leitura para eles, frequentava essa sala de aula todos os dias e fazia um atendimento individual, na carteira do aluno, principalmente para aqueles que tinham mais dificuldades.

Ao me inscrever para o vestibular em 2009 sabia que queria ser professor de algo, mas ainda tinha muitas dúvidas quanto a área, optei pela Química por gostar da disciplina e por conta da influência dos dois professores de Química que tive no Ensino Médio (Robson Cunha e Ademir Pereira), a forma que eles lecionavam era muito boa, me motivava bastante.

Ingressei no curso de Química Licenciatura na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) em 2010 com 16 anos, não sabia o que me esperava, mas estava animado. No segundo ano da graduação me tornei bolsista do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência), permaneci no programa até a época da colação de grau no início de 2014, sob coordenação do professor Dr. Antonio Rogério Fiorucci. Participar do PIBID foi uma experiência enriquecedora, que me ensinou muito, fornecendo embasamento teórico e

prático. Envolvi-me nas várias atividades que o subprojeto de Química desenvolvia na Escola Estadual Floriano Viegas Machado, como a divulgação científica, as atividades experimentais, os jogos didáticos, mas as atividades que mais me marcaram foram as de abordagem histórica da Química como a “Protoquímica e Alquimia” que se tornou tema do meu trabalho de conclusão de curso e as atividades de reforço, que realizava semanalmente com os alunos lá na escola após o horário de saída deles, no chamado 6º tempo. Os resultados das atividades de reforço foram surpreendentes, tanto pela procura dos alunos, quanto pelo aprendizado que eles apresentavam, mesmo com a sala lotada buscava dar um atendimento individualizado, procurava ouvi-los e valorizar suas dúvidas.

O PIBID, portanto foi fundamental para eu me tornar o profissional que sou hoje, no sentido de dar maior atenção ao meu aluno, me preocupar, refletir a minha prática em sala de aula e desenvolver aulas que abordem vários aspectos da Química, de forma melhor preparada, inclusive me auxiliou também nas próprias disciplinas do curso como Instrumentação no Ensino de Química, Didática, e Estágio ao qual obtive um bom aproveitamento.

Ao concluir a graduação entendi que era necessário um aprimoramento, um aprendizado mais profundo quanto às questões que permeiam o Ensino de Ciências e para isso iniciei o mestrado, gostaria de desenvolver um material, uma sequência didática que contribuísse de forma problematizadora para o aprendizado dos alunos e tivesse relação com a região.

Por ter nascido e sempre ter morado em Dourados - MS, acompanhei o surgimento das usinas de açúcar e álcool na região e percebia que isso influenciava sobre a cidade. Com contribuições de orientação emergiu a iniciativa de abordar o setor sucroalcooleiro nas aulas destacando os processos químicos envolvidos na produção do açúcar e álcool.

Além disso, surgiu no trabalho a possibilidade de desenvolver outros conhecimentos que também interferem no tema e permitem o debate como os impactos ambientais, impactos sociais que a atividade sucroalcooleira pode produzir, sobretudo desenvolvendo nos alunos um pensamento crítico, em que eles possam se posicionar considerando diversas perspectivas e pontos de vista.

É minha intenção me aperfeiçoar no ensino de Química priorizando um trabalho interdisciplinar como o produto educacional desenvolvido na pesquisa e que tenha sempre relação com o contexto a qual os alunos se inserem.

1 INTRODUÇÃO

A realidade que nos cerca está envolta de fatores que se relacionam a sociedade, sejam eles econômicos, políticos, ambientais, culturais, que interferem na forma que vivemos, nas opiniões que temos, nas decisões que tomamos. Essas múltiplas influências também estão inseridas na ciência e tecnologia, pois elas fazem parte do contexto social. O Ensino de Ciências, portanto deve se articular a esses fatores, não restringindo a didática apenas a conceitos científicos, mas considerando o ambiente de sua produção e a aplicação da Ciência.

A perspectiva de educação cidadã, no ensino de ciências em nível médio, é coerente com currículos na abordagem de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no Ensino de Ciências, cujo principal objetivo é o letramento científico e tecnológico dos alunos para atuarem de forma crítica, tomando decisões e agindo com responsabilidade social no exercício da cidadania.

De acordo com Auler e Delizoicov (2001) os movimentos CTS surgiram no Hemisfério Norte, em meados do século XX a partir do debate político de Ciência e Tecnologia (CT) devido a não condução linear e automática ao bem-estar social a partir do desenvolvimento científico, tecnológico e econômico. A sociedade buscava algum tipo de controle e participação sobre a atividade científico-tecnológica. Dessa forma, um dos objetos centrais desse movimento consistiu na reivindicação da sociedade por decisões mais democráticas e menos tecnocráticas, contrapondo a concepção de que mais CT, iria necessariamente resolver problemas ambientais, sociais e econômicos.

A repercussão no campo educacional situou-se como uma nova orientação para a educação em Ciências, não se limitando à construção de conceitos, mas tendo como ponto de partida para a aprendizagem “situações-problemas” relativas a contextos reais, que inseriam atitudes de cidadania e promovam a alfabetização científica e tecnológica, cuja ideia ou propósito fundamental é a de um processo em que os cidadãos usem as informações obtidas por meio de conhecimentos científicos para tomar decisões, envolvendo-se em discussões públicas sobre ciência e tecnologia e, ainda, compreender como estes conhecimentos são construídos (BRASIL, 2003).

Nesse sentido, para o ensino de química, Santos e Schnetzler (1997) afirmam que é importante propiciar conhecimentos fundamentais que permitam ao aluno atuar na sociedade, sendo um cidadão ativo, para os autores “as melhores estratégias de ensino são aquelas que

desenvolvem a participação ou a capacidade de tomada de decisão” (SANTOS; SCHNETZLER, 1997, p.112). Essa perspectiva de cidadania, pode ser alcançado pela inclusão das relações CTS nos currículos de Química, de tal forma que os conteúdos não se restrinjam às teorias e fatos científicos, mas, sobretudo sejam relacionados a vivência dos estudante. Uma possibilidade em CTS são os temas controversos também classificados como sociais, que permitem a inserção de diferentes posicionamentos e conhecimentos relacionados ao tema, agregando posicionamento crítico e a tomada de decisão na realidade em que o tema se desenvolve.

A inserção da realidade dos alunos no contexto educativo em ciências traz consigo aspectos da educação problematizadora, promovendo questionamentos e posicionamentos que proporcionem a leitura de mundo (FREIRE, 1987). Trata-se de um ensino que também é dialógico, não acontece pela transferência de saber professor-aluno, mas do diálogo de ambos, dos conhecimentos destes em relação às situações significativas, como os temas sociais.

A expansão do setor sucroalcooleiro influencia a região sul de Mato Grosso do Sul como tema social, pois abrange vários aspectos que podem ser problematizados, gerando posicionamentos sobre diferentes perspectivas fomentando investigações que permeiem o aprendizado dos alunos.

Para as aulas de Química a expansão do setor sucroalcooleiro configura-se como um importante tema com questões reais, já que essa expansão promove impactos ambientais e também cria contextos diferentes que se refletem socialmente, aliando-se a conhecimentos interdisciplinares promove aprofundamento na discussão do tema e possibilita possíveis investigações, como a pesquisa realizada.

A pesquisa apresentada foi desenvolvida com alunos de Ensino Médio em uma escola pública na região Sul de Mato Grosso do Sul, na cidade de Dourados. Buscou-se a construção de conhecimentos dos alunos sobre um tema que se estrutura socialmente e ambientalmente, tendo um papel importante no contexto atual do Estado, mas sendo aplicável à outras localidades com adaptações necessárias. A pesquisa procura responder a seguinte questão:

“Quais as contribuições de uma sequência didática para alunos de ensino médio baseada na concepção problematizadora para a construção de conceitos de Química e das controvérsias do setor sucroalcooleiro na região sul de Mato Grosso do Sul utilizando também o enfoque CTS?”

Os objetivos desse trabalho são:

- Identificar a opinião dos alunos sobre a expansão do setor sucroalcooleiro na região.
- Identificar se os alunos reconhecem as controvérsias que envolvem o plantio da cana-de-açúcar.
- Verificar a participação e aprendizado dos estudantes em atividades problematizadoras que envolvam a dialogicidade e questões sociocientíficas.
- Investigar a construção de conhecimentos, pelos alunos, sobre as reações químicas presentes nos processos industriais envolvidos no setor sucroalcooleiro como a fermentação.
- Investigar se houve a construção de conhecimentos sobre como a ciência, tecnologia e sociedade se relacionam com a expansão do setor sucroalcooleiro na região.
- Investigar quais as contribuições da sequência didática para a formação de concepções dos alunos sobre as controvérsias do plantio e processamento industrial da cana-de-açúcar, o aprendizado de conceitos de Química e a relação entre CTS.

A dissertação está organizada e estruturada em nove capítulos. Eles são descritos a seguir:

O primeiro capítulo Introdução traz definições importantes sobre a pesquisa, como o problema de pesquisa, seus objetivos e a necessidade do desenvolvimento dessa investigação a partir de referenciais em CTS, e o uso de questões sociocientíficas desenvolvendo temas controversos em sala de aula.

O segundo capítulo remete ao setor sucroalcooleiro em Mato Grosso do Sul, com os dados do surgimento e a expansão do setor no estado especialmente na região sul, mostra-se a influência econômica da produção de açúcar e álcool para a região e os possíveis impactos ambientais da atividade, justificando controvérsias envolvidas na expansão do setor e aportes para o desenvolvimento da investigação.

Referencial Teórico é o terceiro capítulo, em que são apresentados referenciais norteadores para a elaboração das atividades, análise dos resultados da aplicação. São discutidas concepções de teóricos como Paulo Freire com a educação problematizadora e a prática da dialogicidade, Auler e Delizoicov e os mitos de CTS que precisam ser superados no

ensino de Ciências, e os Três Momentos Pedagógicos que serviram como método de aplicação das atividades.

O quarto capítulo compreende na revisão bibliográfica realizada para dar suporte na elaboração do problema de pesquisa e na construção teórica, comparações e validação de resultados. Foi feita análise de trabalhos em eventos no Ensino de Ciências e revistas de ensino de Química, procurando-se investigar de que forma a abordagem dos temas controversos tem sido desenvolvidas nas aulas e se conteúdos envolvendo cana-de-açúcar têm sido aplicados nas aulas de Química, que conceitos são aplicados, se acontece de forma interdisciplinar, que orientações os autores dos artigos sugerem e como a pesquisa apresentada na dissertação pode contribuir para o cenário acadêmico.

O quinto capítulo apresenta o Material Educacional, os conteúdos abordados utilizando-se o Três Momentos Pedagógicos e os referenciais CTS, a articulação entre o tema e os conceitos de química, e os métodos de ensino aplicados durante as aulas.

Na Metodologia que compreende o sexto capítulo estão o delineamento da pesquisa, aspectos da pesquisa qualitativa que foram considerados na investigação realizada em sala de aula, além da técnica de análise de dados Análise Textual Discursiva com suas etapas e parâmetros para análise segundo Moraes e Galiazzi (2007).

O sétimo capítulo descreve a Aplicação do Material Educacional e discute os resultados, relacionando como foram as aulas com os diálogos ocorridos durante a aplicação e a análise das falas e respostas escritas dos alunos nas atividades. São apresentados os questionários e ilustrações utilizados durante as atividades, as percepções do pesquisador durante a aplicação, as categorias que emergiram com o uso da Análise Textual Discursiva e discussões baseadas nos referenciais teóricos. Investiga-se o aprendizado dos alunos e as contribuições da sequência didática, com os materiais utilizados para o posicionamento frente as controvérsias do setor sucroalcooleiro.

Por último, estão as considerações finais, a partir das contribuições da sequência didática, destacando-se o posicionamento final dos alunos nas atividades, a fundamentação mais elaborada de seu posicionamento frente ao tema, o aprendizado de conceitos químicos e a percepção final do pesquisador.

2. O SETOR SUCROALCOOLEIRO EM MATO GROSSO DO SUL

O setor sucroalcooleiro, que vem se desenvolvendo potencialmente em Mato Grosso do Sul, pode ser foco de uma abordagem CTS com discussões de Questões Sociocientíficas (QSCs), para as aulas de Química.

Segundo a Biosul (Associação dos produtores de bioenergia de Mato Grosso do Sul) a cana-de-açúcar ocupou 624 mil hectares no estado na safra 2014/2015 (cerca de 1,75% do território do estado) com possibilidade de que esta área seja aumentada consideravelmente nos próximos anos. De acordo com estimativas da associação, a produção da cana-de-açúcar no estado na safra 2014/2015 cresceu 5,58% comparada com a safra anterior, passando de 41,496 milhões de toneladas para 43,812 milhões de toneladas. Na última safra foram produzidas 1,367 milhão de toneladas de açúcar e 2,5 bilhões de litros de etanol, crescimento de 10,99% em relação ao ano anterior.

Esses dados demonstram que o setor sucroalcooleiro está em franca expansão no estado tendo 24 usinas, sendo 22 operando e 2 em implantação. A maioria se encontra na região sul de Mato Grosso do Sul, conforme o mapa apresenta:

Figura 1- Localização das usinas sucroalcooleiras em Mato Grosso do Sul em 2015.



Fonte: Biosul, 2015.

Segundo o governo do Estado o crescimento rápido do setor na região se deve a incentivos fiscais, o clima, terras planas 100% mecanizáveis e áreas disponíveis para o plantio. O setor sucroalcooleiro é o terceiro que mais emprega no estado, com cerca de 30 mil

empregos diretos e mais pelo menos três empregos indiretos para cada posto criado por essa indústria.

O setor também participa na cogeração de energia, a chamada bioenergia, Mato Grosso do Sul, é um dos estados mais avançados no aproveitamento da biomassa da cana para conversão em bioeletricidade. Foram exportados para o Sistema Integrado Nacional, 1.879 GWH, quase 10% do que o setor produz no Brasil inteiro, com um crescimento de 23% na safra 2014/2015.

Dessa forma, as usinas de açúcar e álcool movimentam a economia de várias cidades no estado, em Dourados não é diferente, sendo 47.330 hectares plantados no município segundo dados do IBGE 2014, com produção de 3,126 milhões de toneladas, com duas usinas operando na cidade gerando mais de 5 mil empregos diretos.

Porém, com as instalações das usinas de açúcar e álcool, surgem algumas questões sociais relevantes, como a expansão da monocultura da cana em terras indígenas. Segundo um levantamento feito pela organização não governamental Ecoa (Ecologia e Ação), 43 mil indígenas vivem em pequenos territórios cercados por plantações (ZANATTA; FARIA, 2015).

Além disso, a expansão do setor influencia na vinda de migrantes para a região interferindo no cenário social e econômico do município. Com as instalações dessas usinas no estado também surgem preocupações de impactos ambientais que podem ser causados e que afetam diretamente à população que se encontra inserida neste cenário.

Impacto ambiental é definido de acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 01/86, de 23/01/86 (artigo 1º), como:

(...) qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente (...) resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afete: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições sanitárias e estéticas do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais.

Um dos principais impactos ambientais provenientes do plantio da cana-de-açúcar está no solo. Por ser uma planta de crescimento rápido, a cana acaba exigindo muito do solo, causando o empobrecimento deste. Outra questão é a utilização intensiva do sistema de irrigação, causando relativa pressão sobre os recursos hídricos locais, isso provoca em

algumas situações de degradação das nascentes e diminuição do volume d'água (FERREIRA; SILVA, 2010).

O plantio de cana pelas usinas de açúcar e álcool, portanto traz danos, que segundo Andrade (2007), podem ser:

- empobrecimento do solo a médio e longo prazo. Isto obriga a utilização de práticas corretivas, que aumentam a deterioração biológica do solo;
- redução da biodiversidade, causada pelo desmatamento e pela implantação de monocultura;
- contaminação das águas superficiais e subterrâneas e do solo, por meio da prática excessiva de adubação química, corretivos minerais e aplicação de herbicidas e defensivos agrícolas;
- compactação do solo, pelo tráfego de máquinas pesadas, durante o plantio, tratos culturais e colheita;
- assoreamento de corpos d'água, devido à erosão do solo em áreas de plantio;
- emissão de fuligem e gases de efeito estufa, na queima de palha ao ar livre, durante o período de colheita, caso seja realizada;
- danos à flora e fauna, causados por incêndios descontrolados;
- consumo intenso de óleo diesel, nas etapas de plantio, colheita e transporte;
- concentração de terras para essa cultura e redução dos índices do cultivo de outras como milho e soja.

São consequências relevantes, que geram prejuízos a população, sendo os biocombustíveis segundo Cardoso, Machado e Pereira (2008) “o mito do combustível limpo”, já que sua produção e uso em grande escala ainda produziriam gases poluentes e trariam impactos nos rios, cidades, campos e florestas.

Entretanto, a produção do açúcar e do álcool no Mato Grosso do Sul desempenha importante papel econômico, tanto pelos produtos gerados, quanto pelos fatores paralelos como a geração de empregos (DOMINGUES, 2011). Assim, a expansão das usinas de açúcar e álcool envolve controvérsias, situações que permitem diferentes posicionamentos.

Emerge dessa forma como tema social a relação dos alunos que vivem na região sul de Mato Grosso do Sul com a expansão do setor sucroalcooleiro, considerando as seguintes reflexões: Os estudantes que vivem em Dourados têm conhecimento dos malefícios, dos impactos ambientais negativos que a monocultura da cana-de-açúcar pode trazer para a região? Ou eles apenas têm conhecimento dos aspectos econômicos como os empregos gerados? Os alunos compreendem o porquê de toda a expansão do setor sucroalcooleiro? Qual é a relação que eles enxergam entre a expansão desse setor e CTS? Como uma sequência didática pode contribuir para a abordagem das controvérsias dessa monocultura? Que resultados a sequência didática estabelecida e embasada pode trazer?

Diante desses questionamentos e visando o ensino de química é importante a elaboração de uma prática docente com proposta de problematização de conhecimentos, motivando estudantes à posicionamentos, interpretações, ou seja, à respostas sobre a realidade que se apresenta diante deles.

Os conhecimentos químicos no ensino de química e que estão presentes no setor sucroalcooleiro podem ser abordados em sala de aula para explicar os processos industriais na produção do açúcar e álcool, como a fermentação, a destilação, para apresentar os impactos ambientais, como por exemplo, caso algum subproduto do processo seja descartado de forma inadequada, ou caso, seja feita a queima da cana. O tema permite um trabalho interdisciplinar como indica os referenciais CTS, com a discussão dos prejuízos biológicos que o descarte inadequado traz ao meio ambiente, as raízes históricas da exploração da cana do Brasil e fatores geográficos que fazem o setor sucroalcooleiro se expandir no estado.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ABORDAGEM CTS E A CONCEPÇÃO EDUCACIONAL DE PAULO FREIRE

A inserção das relações CTS no currículo escolar propicia o ensino por meio de resoluções de problemas, de confrontos de pontos de vista e de análise crítica de argumentos. Sabendo, portanto da importância da abordagem CTS no ensino de Química surgem algumas reflexões quanto a forma de realizar essa abordagem e os parâmetros que devem ser seguidos.

É importante se ter clareza do currículo CTS ao desenvolvê-lo em sala de aula, considerando uma visão coerente de ciência e da sua articulação com a tecnologia e a sociedade ao qual está inserida. Auler (2002) indica que é fundamental problematizar algumas concepções de Ciência, Tecnologia e Sociedade definidas pelo autor como tecnocráticas.

Segundo ele, a inclusão e participação da sociedade em questões científicas e tecnológicas transformarão a retórica democrática em ações educativas efetivas. Auler propõe a reinvenção da abordagem CTS baseando-se nas ideias de Paulo Freire. Ele articulou uma aproximação entre referenciais ligados ao denominado movimento CTS e a pressupostos freireanos, contribuindo assim para a construção de parâmetros para o movimento. Auler (2002) constatou na articulação entre Freire-Movimento CTS, que ambos defendem a utilização de temas nos encaminhamentos curriculares, também chamados de temas sociais.

Segundo Ramsey (1993), para considerar um tema como social e relativo a ciência, é necessário obedecer a três critérios, os temas devem:

- ser de fato, um problema de natureza controvertida, ou seja, se existem opiniões diferentes a seu respeito;
- ter significado social;
- ser em alguma dimensão relativo a ciência-tecnologia.

Os temas sociais devem estar presentes na vida dos alunos. A relação entre esses temas e fatos científicos pode ser realizada com a problematização de conhecimentos considerando os contextos em que vivem os estudantes, trazendo assim discussões com embasamento e opiniões críticas, mobilizando-os à reflexão (CARVALHO; CARVALHO, 2012).

Dessa forma, o ensino baseado na articulação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade é visto como uma maneira de romper com a fragmentação dos conteúdos escolares, já que permite um trabalho interdisciplinar, que difere também da abordagem de temáticas escolares

descontextualizadas ao universo vivencial de alunos e professores, e que não permite a participação social de forma crítica.

A visão do “ser mais”, defendida por Freire contemplando a participação social daqueles que se encontram imersos na “cultura do silêncio” submetidos à condição de objetos ao invés de sujeitos históricos faz parte da reinvenção da sociedade e da busca por um aprimoramento do currículo CTS na educação brasileira.

Freire (1987) defende que a educação deve propiciar a “leitura crítica do mundo”, isto é, o alfabetizar sendo muito mais do que um processo de ler palavras, mas propiciando essa visão crítica da realidade. Um dos objetivos da abordagem CTS é a alfabetização, o letramento científico sendo, portanto relevante uma compreensão crítica das interações entre CTS, considerando que a dinâmica social contemporânea está progressivamente condicionada pelos avanços no campo científico-tecnológico.

Dessa forma, a educação, a partir de pressupostos freireanos, relaciona-se com “conhecimento crítico da realidade”. Nesse sentido, Auler (2002) defende a necessidade da problematização de construções historicamente realizadas sobre a atividade científico-tecnológica: a suposta superioridade/neutralidade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista/redentora atribuída à Ciência e Tecnologia (CT) e o determinismo tecnológico. Entende-se que estas construções estão alicerçadas na suposta neutralidade da CT. Tais concepções, transformadas em mitos, dentre outros aspectos, podem resultar numa postura fatalista, exercendo efeito “paralisante”, reforçando postulações tecnocráticas.

Baseando-se no trabalho de Auler (2002) a seguir estão descritas essas concepções que são vistas como mitos das atividades de CT:

1- A Superioridade do Modelo de decisões Tecnocráticas: é sustentado na crença da possibilidade de neutralizar/eliminar o sujeito do processo científico-tecnológico. A perspectiva tecnocrática refere-se a uma visão de mundo que praticamente não deixa espaço para a democracia nas decisões que afetam a tecnologia, considerando que essa está presa a uma visão de progresso, de resolução de problemas que exclui ambiguidades. Apenas tecnocratas tem o poder de decisão.

2- A perspectiva salvacionista/redentora relacionada à CT: A segunda construção histórica, que se tornou mito, é a de que em algum momento do presente ou do futuro a CT resolverá os problemas, hoje existentes, conduzindo a humanidade ao bem-estar social, levando ao desenvolvimento econômico que, por sua vez, conduz ao bem estar social. A

solução contra a violência, por exemplo, nessa perspectiva é técnica e não tem a ver com o modelo socioeconômico.

Contudo, o desenvolvimento científico-tecnológico segundo Auler (2002) não pode ser considerado um processo neutro que deixa intactas as estruturas sociais sobre as quais atua, e o progresso científico e tecnológico não coincide necessariamente com o progresso social e moral. Ciência e mais técnica não significam necessariamente vida melhor para todos.

3- O Determinismo Tecnológico: Influem no desenvolvimento tecnológico, condições econômicas, políticas e sociais, assim como organizações estatais e privadas. Esse mito consiste numa forma sutil de negar as potencialidades e a relevância da ação humana em todo esse processo.

O determinismo tecnológico segundo o autor gera a “*perspectiva reducionista*” em relação a alfabetização científico-tecnológica, essa perspectiva desconsidera a existência de construções subjacentes à produção do conhecimento científico-tecnológico, produzindo a concepção de neutralidade da Ciência-Tecnologia.

A sociedade está passiva diante da chamada “Marcha do Progresso”, diante dos novos artefatos tecnológicos (sem nenhuma reflexão crítica em relação aos aspectos positivos e negativos dela decorrentes). Auler complementa:

Democracia pressupõe a possibilidade de escolha, de eleição entre várias possibilidades, entre vários caminhos. Por outro lado, a racionalidade tecnocrática sustenta e legitima o pensamento do caminho único. Segundo essa lógica, para cada problema existe uma solução única ou ótima. Essa racionalidade exclui opções políticas reforçando assim o determinismo tecnológico. (AULER, 2002, p.118)

Para Auler a perspectiva coerente ao fazer ciência é a “*ampliada*”, pois esta busca a compreensão das interações entre CTS associando-as ao ensino de conceitos e sua problematização.

Na perspectiva ampliada, os conteúdos são considerados como meios para a compreensão de temas socialmente relevantes. Essa perspectiva é articulada por Auler com Paulo Freire, pois na perspectiva freireana se considera que a prática educativa sempre esteve e estará relacionada à sociedade ao qual está inserida, afinal vivemos em uma sociedade repleta de culturas e valores. O próprio Freire define que na educação é fundamental “deixar

claro, desde o início, que não pode existir uma prática educativa neutra, descomprometida, apolítica.” (FREIRE, 1992, p.21)

3.2 PROBLEMATIZAÇÃO, CONTROVÉRSIAS E QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS

O processo de problematização acontece de forma crítica em que o professor considera o conhecimento prévio dos alunos sob determinada situação e o questiona, e os alunos articulam conhecimentos científicos apresentados pelo professor percebendo neles a resolução de problemas na situação anteriormente apresentada (FREIRE, 1987).

A problematização dos conhecimentos que envolvem temas sociais com enfoque CTS pode se basear na abordagem das Questões Sociocientíficas (QSCs). De acordo com Pérez (2002) essas questões incluem controvérsias sobre assuntos sociais que estão relacionadas com conhecimentos científicos da atualidade e que, portanto, em termos gerais, são abordados nos meios de comunicação de massa (rádio, televisão, jornal e internet).

Para Pérez e Carvalho:

A abordagem de QSCs no ensino de ciências não pode ser reduzida à conteúdos específicos de ciências, porque, apesar de serem relevantes para a educação científica e tecnológica dos cidadãos, não são suficientes para abordar as questões sociais, políticas e éticas atreladas ao progresso científico e tecnológico. Nesse sentido, é importante que o professor de ciências mobilize uma diversidade de conhecimentos e de fontes diversificadas sobre assuntos políticos, sociais, científicos e pedagógicos que lhe permitam favorecer o crescimento pessoal e social de seus estudantes. (PÉREZ; CARVALHO, 2012, p.739)

Portanto, as controvérsias envolvidas nas discussões públicas sobre QSCs exigem na sua abordagem a formação de uma série de conhecimentos, incluindo o meio social e suas relações o que promoverá no ensino a formação de cidadãos com capacidades para avaliar criticamente problemas científicos e tecnológicos e aspectos multidisciplinares.

Esses problemas podem ser classificados como problemas controversos (BAROLLI; FARIAS; LEVI, 2006), pois além de apresentar diversas soluções, pretende de algum modo, incomodar o aprendiz. Incomodar porque tem algo à ver com ele e, mesmo que não se relacione diretamente à ele, pode conflitar com seus valores.

Desenvolver o estudo e discussão de um problema controverso cria condições para que o aluno construa efetivamente algo, se sinta mais importante, pois existem diversas respostas ao problema em discussão e o posicionamento dele faz parte da busca por uma resolução.

Trata-se de desenvolver a percepção de sujeito-agente, pois a maneira de ver o problema tem sentido para o aluno e o grupo que ele pertence, contribui, portanto para o desenvolvimento pessoal e social em diferentes aspectos (HONORATO, 2009).

Seguindo este viés, parece que uma perspectiva educativa que supere o modelo transmissivo de soluções e certezas depende verdadeiramente da criação de oportunidades de aprendizagens que desenvolvam a percepção da complexidade do real, na utilização de situações problematizadoras discutindo questões reais, permitindo uma construção mais sólida de conhecimentos e uma reflexão sobre processos sociais da ciência e da tecnologia, isso permitirá argumentar e posicionar-se de maneira mais informada e responsável. Possibilita também o desenvolvimento de capacidades, competências, atitudes e valores.

Para Paulo Freire a educação “é uma forma de intervenção no mundo” (FREIRE, 1996, p.61) e os currículos CTS defendem que a educação em ciências deve desenvolver aulas com discussões relacionadas ao que está sendo vivenciado pela comunidade.

A perspectiva de um ensino em que os alunos possam entender como determinado conhecimento está inserido no contexto em que vivem desenvolve nos estudantes a consciência crítica sobre esse contexto podendo assim intervir nele. Freire indica as seguintes características da “*Consciência Crítica*”:

[...] anseio de profundidade na análise de problemas. Não se satisfaz com as aparências, pode-se reconhecer desprovida de meios para análise do problema; reconhece que a realidade é mutável; é indagadora, investiga, força, choca; ama o diálogo, nutre-se dele. (FREIRE, 2001, p.41)

Esses aspectos são opostos ao que o autor define como “*Consciência Ingênua*”, que sempre revela simplicidade na interpretação do problema, suas conclusões são apressadas e superficiais, acreditando em uma realidade estática e não mutável.

Entretanto, para que o aluno desenvolva essa consciência crítica é necessário que ele conheça, que saiba o objeto a ser criticado. Freire (1992 p.31) afirma “outro dever é procurarmos, com rigor, conhecer o objeto de nossa crítica. Não é ético nem rigoroso criticar o que não conhecemos.” Para o autor é possível desenvolver a consciência crítica a partir da “*dialogicidade*”, que se opõe a “*educação bancária*”. Neste modelo de educação o professor é o detentor absoluto do conhecimento e que deposita esse conhecimento em seus alunos, sem existir questionamentos. A educação seria então um processo de mão única, uma transferência de conhecimentos do professor para o aluno.

Freire critica a postura da educação bancária ao afirmar:

A educação autêntica, repitamos, não se faz de “A” para “B” ou de “A” sobre “B”, mas de “A” com “B”, mediatizados pelo mundo. Mundo que impressiona e desafia a uns e a outros, originando visões ou pontos de vista sobre ele. (FREIRE , p.48, 1987)

O processo educativo na teoria freireana e que desenvolve a criticidade tem então um caráter dialógico e um dos seus eixos estruturantes é a problematização dos conhecimentos, que assume duas direções fundamentais na proposta, como abordagem de conhecimentos do objeto de estudo:

Problematizar o saber do educando: Significa motivar posicionamentos, interpretações, ou seja, respostas sobre determinada realidade. É o processo em que o professor aprende o conhecimento prévio dos educandos e o questiona.

Problematizar o saber do professor: É fazer com que os educandos sintam-se motivados a apreender os conceitos científicos, percebendo que ele pode ser eficaz na resolução de situações da sua vida. Envolve também, a discussão de problemas que possibilitam os estudantes alcançarem a compreensão de determinado conhecimento científico. (SILVA; PENIDO, p.5, 2013)

Portanto, a problematização possibilita o diálogo entre os conhecimentos colocando-se em discussão tanto a interpretação dos educandos sobre uma realidade quanto o potencial das teorias científicas para tratá-la. Nesse processo podem ficar evidentes as contradições e as limitações dos conhecimentos vivenciais, criando meios para a aprendizagem dos conhecimentos científicos (NASCIMENTO; LINSINGEN, 2006).

Dessa forma, a educação problematizadora converge para o ensinar que valoriza o conhecimento prévio dos alunos e os instiga para a necessidade de novos conhecimentos, preparando-os para análise mais profunda da realidade problematizada e motivando-os à posicionamentos críticos, que se pautem nas relações sociais, no fazer ciência, no meio-ambiente, em diferentes âmbitos, por isso, em uma atividade problematizadora os problemas antecedem a teoria, pois é pela necessidade de buscar soluções para eles que a teoria será desenvolvida, conforme afirma Delizoicov:

[...] os problemas devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado pelo professor. É preciso que o problema formulado tenha um significado para o estudante de modo a conscientizá-lo de que a sua solução exige um conhecimento que, para ele, é inédito. (DELIZOICOV, 2001, p.5)

Visando a formulação de problemas que estejam presentes no universo cultural dos estudantes e que se relacionem com os conteúdos a serem trabalhados é preciso que se busque os Temas Geradores (FREIRE, 1987). Os temas geradores são obtidos através do processo de “investigação temática” que segundo Delizoicov (1982) é constituído de cinco etapas: levantamento preliminar, análise das situações e escolha das situações, diálogos descodificadores, redução temática e o trabalho em sala de aula. Gehlen (2009) apresenta-os de forma sintetizada:

Primeira Etapa: Levantamento Preliminar: Consiste na obtenção de informações sobre a realidade local em que vivem os estudantes, feita pela equipe de educadores, utilizando diversas atividades como visitas, conversas com moradores, consulta aos movimentos sociais organizados na região, assim como a busca de fontes secundárias, textos e dados estatísticos [...]

Segunda Etapa: Análise das situações e escolha das codificações: análise das informações obtidas do material coletado, buscando estabelecer relações entre as falas, que expressam a visão da comunidade escolar e as outras informações obtidas a partir de fontes secundárias, como os dados estatísticos [...]

Terceira Etapa: Diálogos descodificadores: de posse das situações escolhidas, isto é, das codificações, é necessário analisar se estas de fato são significativas para a comunidade escolar [...]

Quarta Etapa: Redução Temática: consiste em um trabalho coletivo, em que serão estudadas as informações obtidas nas etapas anteriores [...] É nesse momento que os educadores, em planejamento coletivo, selecionam quais conhecimentos/conteúdos de sua área serão necessários e potencializadores para o entendimento do Tema Gerador em estudo [...]

Quinta Etapa: Trabalho em sala de aula: no contexto da educação escolar, essa etapa caracteriza o desenvolvimento do Tema Gerador em sala de aula. (GEHLEN, 2009, p. 126-129)

Por meio do processo codificação-problematização-descodificação (FREIRE, 1987), são desenvolvidos os Temas Geradores, de forma que o processo educativo mantenha todo o tempo tanto a dialogicidade quanto a problematização.

Temas geradores representam problemas de contradições locais em que vivem os sujeitos, sendo chamados temas sociais em CTS, contendo aspectos científicos e sociais, que quando problematizados auxiliam o alunos na compreensão do meio ao qual está inserido. Segundo Freire “o tema gerador não se encontra nos homens isolados da realidade, nem tampouco na realidade separada dos homens. Só pode ser compreendido nas relações homem mundo” (FREIRE, 1987, p.56)

A partir do diálogo educador e educando formam os temas geradores. De acordo com essa perspectiva de ensino o problema deixa de ser um produto elaborado pelo professor e passa a fazer parte de um processo compartilhado com os estudantes, o processo de “problematização”. Os conteúdos programáticos auxiliariam como um dos instrumentos que tornam possível ao aluno a compreensão do seu meio natural e social.

No processo de “redução temática”, a comunidade pode sugerir os temas fundamentais, pois é dela que emerge o que é significativo, porém é primordial que a equipe reconheça alguns dos mais importantes que não fora sugerido pelo povo, durante a investigação. Freire chamou isto de “temas dobradiça”, introdução de novos temas, uma vez que a educação que ele propõe é dialógica. Freire complementa: “Como tais facilitam a compreensão entre dois temas no conjunto da unidade programática, contendo em si, as relações a serem percebidas entre o conteúdo geral e a visão de mundo que esteja tendo o povo”. (FREIRE, 1987, p. 66).

Todo o trabalho sugerido por Freire considera o aspecto de dar voz, desenvolver a criticidade diante do Tema Gerador, conhecimentos dentro de questões centrais da comunidade e que produzam significados para o estudante, que não se limitem apenas a conteúdos programáticos de referenciais curriculares, mas que promovam a leitura de mundo.

De acordo com referenciais freireanos, dentre eles a educação problematizadora desenvolveu-se no campo acadêmico uma estratégia didática denominada Três Momentos Pedagógicos, que possibilita reflexão, construção de conhecimentos e posicionamentos críticos acerca do tema problematizado, orientando a postura do educador durante o processo em sala de aula.

3.3 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Considerando a atuação pedagógica problematizadora, investigadores em Ensino de Ciências inspirados na concepção de Paulo Freire, desenvolveram para a educação formal a proposta didático-pedagógica conhecida como os “Três Momentos Pedagógicos” (3MP) fundamentada pela perspectiva de uma abordagem temática (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002), que propõem o desenvolvimento de aulas e investigações da seguinte maneira:

1)Problematização inicial: consiste em identificar as interpretações que os alunos têm sobre a situação significativa abordada, problematizando-se os diferentes posicionamentos, com o objetivo de proporcionar um distanciamento crítico em relação à situação em discussão; 2) Organização do conhecimento: momento em que se sistematiza o conhecimento necessário para a compreensão do tema abordado. Para isso, o professor seleciona os conhecimentos científicos necessários para dialogar com as questões apontadas pelos alunos, para que os mesmos possam confrontar o seu conhecimento com o conhecimento científico; e 3) Aplicação do conhecimento: etapa em que o aluno, de posse do conhecimento científico, faz uso deste para compreender tanto a situação inicial quanto para estabelecer relações e fazer extrapolações para outras questões que sejam pertinentes. (HALMENSCHLAGER, 2011, p.3)

Na problematização inicial, são discutidas situações reais que se relacionam com o tema e com os conteúdos que serão trabalhados, segundo os autores esse momento é importante porque é quando pode-se existir duas situações, o aluno saber algo do tema, de um conhecimento prévio, que ele traz do seu convívio, de suas aprendizagens anteriores, chamados de “concepções alternativas” ou “conceitos intuitivos”, estando ou não de acordo com as explicações científicas. De outro lado, o aluno pode se sentir sem conhecimentos necessários, para resolver o problema, sentindo então a necessidade de adquirir outros conhecimentos que ainda não detém.

Sendo assim, é fundamental nessa etapa a postura do professor na forma de organizar como a discussão irá acontecer, sem levar ainda conhecimentos que poderão aumentar a compreensão dos alunos sobre o tema.

Na organização do conhecimento, os conceitos são discutidos sempre de forma correlacionada com os problemas, não de forma a depositar os conhecimentos nos alunos, mas buscando formas de problematizar as diversas situações a serem discutidas. Essa etapa contribui para os estudantes compreenderem e estruturarem novos conhecimentos. Emerge a

preocupação em relação a que metodologia deve ser empregada nesse momento, com a qual o professor conduz seus alunos à compreensão desses conhecimentos, conforme destaca Gehlen:

Ao se realizar o planejamento de sala de aula com base nos Momentos Pedagógicos é necessário ter a clareza de que não basta introduzir na Organização do Conhecimento a conceituação científica, mas também explicitar como, do ponto de vista metodológico, é possível trabalhar o conhecimento científico em sala de aula (GEHLEN, 2009, p. 203).

Delizoicov (2001) salienta que o conhecimento científico poderá ser abordado sob variadas estratégias metodológicas que o professor considerar adequada no momento, por exemplo, textos de divulgação científica, produção escrita, utilização de tecnologias de informação e comunicação.

Após as atividades de Organização do Conhecimento, vem o terceiro momento pedagógico que é a aplicação do conhecimento, em que se utilizam os conceitos desenvolvidos na etapa anterior para analisar, interpretar e apresentar respostas para os problemas discutidos na problematização inicial, sendo possível a extrapolação dos conhecimentos para outras situações.

Os Três Momentos Pedagógicos integram a quinta etapa da investigação temática (trabalho em sala de aula) quando adotados como estratégia didática (GEHLEN, 2009; FERRARI, 2008).

A dinâmica dos 3MP é inspirada nas concepções de Paulo Freire, mas que segundo Ferrari (2008) permitem certa adaptação as etapas de investigação propostas por Freire:

Os 3MP tem sido utilizados na introdução de tópicos de ciências já considerados significativos para os estudantes, independentemente de ter sido realizada a investigação temática nos moldes propostos por Freire. (FERRARI, 2008, p. 10)

Portanto, a abordagem dos problemas como geradores da necessidade de novos conhecimentos seguindo os 3MP pode ser adotada em escolas cujo currículo, e consequentemente o programa de ensino, já esteja pré-definido (MARENGÃO, 2012).

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Foi realizada a revisão da literatura buscando-se investigar a aplicação e elaboração de temas controversos no ensino de ciências, sua articulação com CTS e os objetivos propostos pelos autores. A revisão foi feita com as publicações nos anais do IX ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências) promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) realizado em 2013. Com frequência bianual, o evento oferece um panorama das pesquisas na área de Ensino de Ciências.

A pesquisa se concentrou no sistema de buscas do evento com as palavras “controvérsias” e “temas controversos”.

Também foi desenvolvida uma busca específica de trabalhos que aplicassem o tema cana-de-açúcar em sala de aula na disciplina de Química, pretendendo-se investigar que conceitos químicos foram desenvolvidos nos artigos pesquisados e de que forma o tema foi estruturado nas aulas, a partir de que materiais didáticos. A busca se concentrou nas publicações da revista QNEsc (Química Nova na Escola), publicada pela Sociedade Brasileira de Química desde 1995, sendo atualmente com periodicidade trimestral, com a expressão “cana-de-açúcar” até o volume 38, número 3, de 2016.

A seguir no quadro 1 são apresentados os artigos analisados e as discussões, primeiramente destacando temas controversos e CTS e depois trabalhos que envolvem a cana-de-açúcar em aulas de Química.

Quadro 1 - Artigos publicados nos anais do IX ENPEC sobre “controvérsias e ensino de ciências”

Artigos	Autores
“Aspectos Químicos, Ambientais e Temas Controversos presentes nas pesquisas em Ensino de Ciências: Uma análise da produção dos ENPEC” (UNESP e USP)	Kato, Felício, Silva e Franco
“Limites e Possibilidades do uso de situações problemas como recurso pedagógico: Os temas controversos sociocientíficos e as relações CTSA como perspectiva para o Ensino de Ciências” (USP)	Santos e Kato
“Aquecimento Global e Educação Científica e Tecnológica” (FURB, IFC e UFSC)	Schwertl, Oliveira e Bazzo
“Olhares CTS às controvérsias em torno da construção da usina hidrelétrica de Belo Monte” (UFSC)	Correa e Geremias
“Abordagem sobre alimentos transgênicos por meio da Alfabetização Científica e Tecnológica” (UFSC)	Barbosa, Roloff e Marques
“Tomadas de decisões pessoais e cotidianas na perspectiva de Bakhtin: Outro modo de dialogar com os estudos CTS” (UFMG)	Barbosa, Lima e Machado
“Palavra própria e palavra alheia: Análise de uma questão socialmente controversa numa turma de licenciatura do campo” (UFMG)	Crepalde e Aguiar
“Materiais Didáticos e Temas Sociais: Ampliando a prática do ensino CTS na Licenciatura em Química” (IFRJ)	Messeder, Pires e Pires
“Desafios e Potencialidades na elaboração de uma proposta de ensino com base em temas” (UCB)	Soares et. al

“Uso de textos de divulgação científica no desenvolvimento de temas de Educação em Saúde na Educação de Jovens e Adultos (EJA)” (UnB)	Loiola, Zancul e Bizerril
“Controvérsia histórica: Uma possibilidade para problematização à respeito de aspectos de natureza da ciência” (CEFET-RJ)	Oliveira e Guerra

Fonte: Dados do autor

No âmbito da produção acadêmica pretendendo iniciar um movimento em direção ao entendimento da articulação entre a Educação Ambiental e o ensino de química, assumindo os temas controversos sociocientíficos como possível ponto de articulação Kato et al (2013) analisaram a produção de trabalhos que contenham aspectos químicos, aspectos ambientais e temas controversos sociocientíficos nos anais dos ENPEC no período de 1997 a 2009. Os autores encontraram poucos trabalhos com esses três aspectos reunidos, sendo 5 em um total de 1689 trabalhos publicados no evento.

Dos 1689 trabalhos, 486 apresentavam algum aspecto químico, e destes 133 algum aspecto químico e ambiental juntos. Isso evidencia a baixa produção em âmbitos que relacionem química e o meio ambiente e um índice menor ainda na abordagem de um tema controverso.

Nos 5 trabalhos encontrados, a relação entre os aspectos químicos/ambientais e controversos estudados se dá principalmente em contextos de abordagem de temas ambientais relacionados à realidade dos alunos e conteúdos químicos envolvidos nesses temas, o que segundo os autores pareceu apontar uma tendência.

O uso de temas controversos se faz nas análises como uma ferramenta, ou mesmo um desdobramento da abordagem CTS tendo um destaque como princípio articulador da temática ambiental com o ensino de química e o ensino de ciências, em dois dos 5 trabalhos selecionados a pesquisa foi feita com alunos de nível médio com a preocupação na formação do cidadão crítico e participativo.

No contexto das pesquisas em Ensino de Química (EQ), é possível perceber uma ausência histórica da presença da dimensão ambiental (DA), como aponta Schnetzler (2002) em um levantamento geral das pesquisas brasileiras em EQ, publicadas em periódicos dessa área e nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ), no período de

1977 a 2001. Os movimentos CTS foram os grandes incentivadores para a abordagem de Educação Ambiental no ensino de Química, sendo essa inserção recente (Linsingen 2007).

Prosseguindo a apresentação da revisão bibliográfica, outros artigos desenvolviam análises e discussões em sala de aula sobre diferentes temas controversos, articulando fatores socioambientais, com enfoque nas relações ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Alguns deles traziam sugestões de temas a serem aplicados em sala de aula, se estruturavam em temas polêmicos, abordados em meios de comunicação, tendo influência midiática, como nos artigos “*Olhares CTS às controvérsias em torno da construção da usina hidrelétrica de Belo Monte*”, “*Aquecimento Global e Educação Científica e Tecnológica*” e “*Abordagem sobre Alimentos Transgênicos por meio da Alfabetização Científica e Tecnológica*”. Um dos objetivos de maior destaque presentes nesses trabalhos era a criação de subsídios teóricos para promover a argumentação e o posicionamento crítico de estudantes do ensino médio, acerca de questões tecnológicas envolvidas nesses temas, os autores orientavam, portanto, para possíveis intervenções futuras em sala de aula.

Este objetivo perpassa por conhecimentos que envolvem questões tecnológicas, mas que não podem ser apartados das questões sociais e ambientais presentes nas escolhas das produções tecnológicas.

As controvérsias da implantação da usina hidrelétrica de Belo Monte no artigo “*Olhares CTS às controvérsias em torno da construção da usina hidrelétrica de Belo Monte*” (CORREA; GEREMIAS, 2013), por exemplo, permite segundo os autores do artigo a democratização de ideias, a análise e discussão do assunto sob diferentes perspectivas, tendo como controvérsia central a garantia de energia a todos os brasileiros e a ocorrência de riscos sociais e ambientais com a implantação da usina, emerge dessa forma, como indagação de que maneira agir para reduzir esses riscos.

A solução dessa problemática não passa apenas pela visão do especialista apenas que está envolvido na construção das barragens da usina, não se trata de um problema de engenharia, porém é necessária análise mais profunda e ampla das influências e consequências da instalação de Belo Monte.

Uma orientação importante encontrada no artigo, utilizada pelos autores diz respeito ao encerramento das controvérsias, esta pode ser por negociação, que acontece quando uma solução minimamente satisfatória para as partes é obtida, sem que uma posição predomine totalmente. Os artigos pesquisados convergem ao discorrerem que o desenvolvimento de atividades com temas controversos permite decisões que podem ser diferentes e que o aspecto

mais relevante nesses posicionamentos são os conhecimentos que eles trazem, as concepções que orientaram a postura dos alunos.

No artigo “*Aquecimento Global e Educação Científica e Tecnológica*” (SCHWERTL; OLIVEIRA; BAZZO, 2013) a discussão é tratada em torno das causas naturais e antropogênicas do aumento da temperatura no planeta, de acordo com os autores o tema apresenta conflitos na comunidade científica, e estes auxiliam na problematização das ideias de neutralidade, objetividade e imutabilidade dos conhecimentos científicos. Dessa forma, as controvérsias que envolvem o aquecimento global podem ser problematizadas com enfoque na ciência e nos princípios que a norteiam.

A investigação se concentra na exposição de referências e fundamentação no desenvolvimento do tema controverso, apresentando possibilidades de discussão a partir do uso de livros didáticos presentes no PNLD/2012.

Citando Delizoicov (2002), Schwertl, Oliveira e Bazzo (2013) defendem que problematizar é incomodar o aluno porque a discussão de um determinado tema leva-o ao conflito, para se obter nova significação do mesmo. Esse ponto emerge como um fator fundamental na pesquisa, já que a intenção é problematizar a relação que os alunos tem com a expansão do setor sucroalcooleiro na região, desenvolvendo conhecimentos a partir de fatos que eles nunca haviam refletido anteriormente em relação ao cenário dessa expansão, promovendo daí um possível incômodo.

No sentido da nova significação, fica clara a necessidade de que exista uma primeira significação para os alunos quanto ao tema a ser desenvolvido, extraído dessa forma que as controvérsias precisam ter relações com a vivência ou realidade dos estudantes, que esteja na mídia, sendo discutido nos meios de comunicação, para que eles tenham conhecimentos prévios do assunto, uma opinião, certa visão prévia do tema que a partir da problematização e geração de conflitos poderão ser reconstruídos.

Os autores ainda citam Cachapuz (2000) quando este argumenta que um problema controverso além de proporcionar várias soluções, provoca curiosidade, investigação, incentiva as relações interdisciplinares, as implicações sociais, desenvolve a criatividade, a mudança de atitudes e valores pessoais e sociais.

Eles concluem que somente o livro didático não dá conta do aprofundamento do tema aquecimento global em todas as suas esferas, principalmente porque são organizados por disciplinas e trazem vícios da fragmentação do ensino, eles ainda alertam para a necessidade da exploração de temas controversos nas escolas, pois estes vão além da transmissão de conteúdos e desmonta o mito das pedagogias neutras.

No artigo sobre alimentos transgênicos “*Abordagem sobre alimentos transgênicos por meio da Alfabetização Científica e Tecnológica*” (BARBOSA; ROLOFF; MARQUES, 2013) os autores descrevem e criam um roteiro didático que pode ser aplicado com turmas do ensino médio, a partir do uso da “Ilha de Racionalidade” de Fourez. Essa metodologia desenvolve-se com a criação de projetos em que os alunos são divididos em grupos, sendo feito por etapas com o surgimento de situações-problemas.

Os autores realizam uma investigação teórica com a intenção de desmistificar a ciência e tecnologia envolvidas na produção de alimentos transgênicos, utilizando como referencial Auler e Delizoicov (2002), destacando o mito salvacionista ao qual os meios de comunicação apontavam os transgênicos como possíveis provedores do fim da fome no mundo, no início do século XXI. Existe a articulação na metodologia de atividades como debates que promovam a alfabetização científico e tecnológica, considerando esse processo como um fenômeno em que cidadãos usem as informações obtidas por meio de conhecimentos científicos para tomar decisões envolvendo-se em discussões públicas de ciência e tecnologia.

O artigo “*Tomadas de Decisões pessoais e cotidianas na perspectiva de Bakhtin: outro modo de dialogar com os estudos CTS*” (BARBOSA; LIMA; MACHADO, 2013), traz a abordagem das controvérsias como oportunidades para o empoderamento do cidadão para decisões que dizem respeito aos componentes científicos e tecnológicos, fazendo desses posicionamentos um ato político.

Segundo os autores a abordagem centrada em controvérsias tem deixado de lado no ensino de ciências questões de natureza política por se restringirem apenas à natureza do conhecimento científico, sendo importante a (re)focalização em torno dos sujeitos, das relações sociais que existem dentro da questão controversa.

Em “*Limites e Possibilidades do uso de situações problemas como recurso pedagógico: Os temas controversos sociocientíficos e as relações CTSA como perspectiva para o Ensino de Ciências*”, Santos e Kato (2013) também defendem as atividades de tomada de decisão, dizendo no artigo, que elas têm papel crucial nas atividades que envolvem controvérsias e são estruturadas com um trabalho pedagógico baseado na reflexão e na comunicação, em que o aluno tem voz, para expor seus argumentos e compreender relações presentes no contexto ao qual se desenvolve as controvérsias. Dessa forma de acordo com os autores temas controversos sociocientíficos são um importante mecanismo metodológico para articular a ciência com temas latentes na sociedade. Consideram que a aplicação da situação problema precisa ser bem estruturada e planejada, pois só assim o professor conseguirá realizar sua atividade de fato, ressaltando que valores humanos, éticos e morais são levados

em conta no processo de tomada de decisão e nos posicionamentos, é relevante para esses autores saber dos limites na abordagem de problemas controversos na busca por possíveis soluções como, por exemplo, a existência de fatores religiosos que podem vir a fazer parte do posicionamento dos alunos.

No âmbito da graduação, ao pesquisar sobre o estágio supervisionado no curso de Química Licenciatura Messeder et. al (2013) no artigo “*Materiais midiáticos e temas sociais: Ampliando a prática de ensino CTS na Licenciatura em Química*”, descobriram o apoio dos licenciados ao uso de temas socioculturais como recurso complementar para as aulas, os licenciados aprovaram o uso dos temas, porque estes aproximam os alunos de sua própria realidade e proporciona o despertar à ciência.

Soares et. al (2013) também apontam para o viés da formação inicial e da continuada para a estruturação de temas controversos em sala de aula, para eles a falta de formação específica é uma das dificuldades na elaboração de propostas de ensino baseadas em temas, eles ainda complementam como empecilho a estrutura curricular vigente nas escolas públicas que não permite de acordo com o cronograma das aulas abordagens extensas dentro dos temas, o livro didático utilizado em sala e o sistema avaliativo.

Os autores indicam para a necessidade da criação de materiais didáticos que sirvam de apoio para os trabalhos dos temas, que segundo Loiola, Zancul e Bizerril (2013) podem ser feitos a partir do uso de textos de divulgação científica como alternativa ao livro didático.

Quanto a avaliação, Crepalde e Aguiar (2013) sugerem a criação de um júri simulado para o debate do tema, em que os alunos interpretam os interesses em disputa, usam parâmetros com dados e vozes alheias de especialistas, ou pessoas que convivem com o problema e constroem a palavra própria frente ao debate. Esses autores também afirmam que qualquer cidadão deve ter acesso aos meios necessários para seu posicionamento independentemente de seu grau acadêmico.

Na revista Química Nova na Escola foram encontrados 5 artigos relacionado ao tema “cana-de-açúcar”, eles são apresentados a seguir no quadro 2.

Quadro 2 - Artigos publicados na Revista Química Nova na Escola (QNEsc) com abordagem da cana-de-açúcar.

Artigos	Autores
Opressores – Oprimidos: Um diálogo para além da igualdade étnica	Francisco Jr
Origem, Produção e Composição Química da Cachaça	Pinheiro, Leal e Araújo
Biocombustível, o Mito do Combustível Limpo	Cardoso, Machado e Pereira
A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar Químico e Histórico: Uma abordagem Interdisciplinar	Silva
A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar Químico e Histórico: Uma abordagem Interdisciplinar	Braibante et. al

Fonte: Dados do autor

Opressores – Oprimidos: Um diálogo para além da igualdade étnica (nº26, novembro de 2007) autoria de Wilmo E. Francisco Jr.

O autor defende a abordagem pluricultural no Ensino de Ciências, rompendo com o paradigma de que diferença cultural é sinônimo de inferioridade e a discriminação da dimensão de Ciência e tecnologia dos povos pré-colombianos, africanos e indígenas, uma vez que exista a supervalorização de determinadas culturas como por exemplo a européia.

No artigo, há o destaque para o fortalecimento das discussões e intervenções em situações de discriminação, em geral ocultos na sociedade, nesse ponto o autor orienta para o ensino de Química com temas que envolvem populações que sofreram e ainda sofrem discriminação racial, tendo um enfoque social na discussão dos conhecimentos dentro da disciplina. Um dos temas sugeridos é a cana-de-açúcar, visto que esta provavelmente é originária da África, de Nova Guiné, e hoje é um dos principais produtos da agricultura brasileira.

O tema cana-de-açúcar é relevante segundo o autor, porque engloba conceitos químicos como separação de misturas, soluções e solubilidade e fatos históricos, pois, sobretudo no período colonial a produção de açúcar foi a base da economia brasileira, sendo movida pelos negros trazidos contra a própria vontade de suas terras de origem e forçados a trabalhar exaustivamente em condições subumanas.

De acordo com Francisco (2007) devido a grande potencialidade do tema, este permite a criação de diferentes materiais didáticos, a partir de uma leitura crítica da história por parte dos educadores, aliando-se a apropriação do conhecimento químico.

Origem, Produção e Composição Química da Cachaça (n°18, novembro de 2003) autoria de Paulo C. Pinheiro, Murilo C. Leal e Denilson A. de Araújo

O artigo traz conhecimentos sobre o surgimento da cachaça, como ela influenciou a economia no Brasil colonial e sua influência cultural no país até os dias atuais. Alguns fatores importantes são apresentados como a produção artesanal realizada desde o período colonial e a produção industrial incluindo processos químicos como a fermentação, o uso de leveduras bem como o processo de destilação realizada em alambiques e também em torres de destilação.

Ao apresentar a composição química da cachaça o autor explica de forma detalhada os compostos orgânicos presentes como alcoóis, aldeídos, cetonas, ésteres, ácidos carboxílicos, além de compostos de enxofre e outras substâncias, e também mostra como estes podem influenciar nas propriedades do produto, como as qualidades organolépticas da bebida.

Segundo os autores, o tema pode ser aprofundado de diversas maneiras nas aulas de Química, envolvendo atividades em alambiques, indústrias, centros de pesquisa, supermercados e outros pontos de venda da bebida; análise de rótulos; ouvir/cantar músicas conhecidas; identificar denominações locais para a bebida e sua presença na literatura e na culinária brasileiras; debates sobre os efeitos benéficos e maléficos do consumo: interações entre o álcool (e outros constituintes) e o organismo humano, o prazer do bem beber (função antitristeza, antitédio e preocupações, a face festiva da refeição, a compensação da miserabilidade etc.), os limites do beber em demasia (violência, dependência, alcoolismo, acidentes etc.), preconceitos e outros significados.

Biocombustível, o Mito do Combustível Limpo (n° 28, maio de 2008) autoria de Arnaldo Alves Cardoso, Cristine de Mello Dias Machado e Elisabete Alves Pereira

O artigo procura desmistificar a denominação de combustível limpo utilizada, em especial pelos meios de comunicação, levantando aspectos ambientais sobre a produção e uso do biocombustível, principalmente o etanol. Desenvolvendo conhecimentos químicos os autores apresentam a química do nitrogênio para compreender e discutir os destinos da economia do país.

Com enfoque interdisciplinar, Cardoso, Machado e Pereira orientam que a discussão sobre biocombustível é um exemplo de assunto que pode ser abordado na sala de aula de forma integrada. O tema energia pode ser discutido pela Física, as transformações pela Química, os ciclos biogeoquímicos pela Biologia, ocupação de solo pela Geografia, ciclos econômicos pela História.

Os autores ainda sugerem a inclusão de outros temas não abordados no artigo como: consequências da substituição do uso de mão de obra pela mecanização, a cadeia produtiva da cana de açúcar e a geração de riqueza, a importância de novas tecnologias para produção de biocombustível. Segundo eles, o tema instigante do biocombustível e energia será um dos problemas mais significativos para homem durante todo este século XXI e a escola não pode ficar a margem desta discussão.

Cana de Mel, Sabor de Fel – Capitania de Pernambuco: Uma Intervenção Pedagógica com Caráter Multi e Interdisciplinar (n° 2, maio de 2010) autoria de Ricardo Oliveira Silva

Ainda tratando-se de articular fatos históricos da cana-de-açúcar com conceitos de química, o trabalho de Silva (2010) apresenta o desenvolvimento de uma estratégia de ensino aprendizagem abordando o período histórico do Brasil - colônia, sob o aspecto científico-tecnológico. O enfoque interdisciplinar busca um nível de cooperação no trabalho entre áreas de conhecimento, amplificando o sentido das análises dos conteúdos abordados. O autor construiu alguns conceitos com os alunos como os processos de produção de açúcar, cachaça e álcool, as formas de trabalho e as relações sociais que existiam nos antigos engenhos destacando também o papel dos microorganismos na produção do álcool e aspectos geográficos que determinam a produção econômica mais efetiva da cana no estado de Pernambuco.

Desenvolvendo atividades experimentais e atividades com debates, o pesquisador notou nos resultados que os conceitos químicos de destilação, separação de misturas e articulações entre o conhecimento técnico-científico com a sociedade, mesmo na época colonial, foram introduzidos e verdadeiramente construídos de forma mais significativa para os alunos.

A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar Químico e Histórico: Uma abordagem Interdisciplinar (n° 1, fevereiro de 2013) autoria de Mara Elisa Fortes Braibante, Maurícius Selvero Pazinato, Thaís Rios da Rocha, Leandro da Silva Friedrich e Flávio Correia Nardy

Braibante et.al (2013) apresentam um trabalho que utiliza os três momentos pedagógicos e desenvolve de forma interdisciplinar a cana-de-açúcar a partir de conceitos de Química e com o contexto histórico dessa monocultura no país, desde a época do Brasil colonial. Os principais objetivos dos autores são desenvolver a experimentação no ensino de Química, a partir de materiais de baixo custo convergindo com discussões de aspectos históricos, tratando da implantação de engenhos no Brasil.

Os resultados observados na pesquisa indicam que é necessário o planejamento adequado que promova a interação entre diferentes conhecimentos, pois a partir dos relatos dos estudantes os pesquisadores observaram que a abordagem interdisciplinar contribuiu para o estabelecimento de uma conexão entre os conceitos químicos e históricos, principalmente nas etapas envolvidas na obtenção do açúcar e do álcool, desde a mão-de-obra utilizada no plantio até os processos químicos envolvidos na sua fabricação.

Ao analisarmos os artigos encontrados, verificamos que os apresentados no IX ENPEC incentivam a criação de materiais didáticos para o desenvolvimento das aulas envolvendo temas controversos, rompendo com o uso apenas dos livros didáticos, e se apropriando de textos de divulgação científica, ou reportagens escritas, já que os temas tendem a estar em evidência nas mídias, sendo divulgados nos meios de comunicação. Seria uma alternativa interessante o uso de diferentes reportagens que apresentassem posicionamentos distintos sobre determinado tema, instigando nos alunos dúvidas e posicionamentos iniciais para posterior discussão.

Dessa forma, um fator importante destacado na literatura é o planejamento das atividades a serem aplicadas, considerando-se todos os processos como a situação-problema que será discutida, os aportes e conteúdos científicos abordados nas aulas e as intervenções

que podem ser feitas durante a aplicação a partir dos posicionamentos iniciais e necessidades dos alunos.

De acordo com os artigos é importante pensar nas avaliações a serem realizadas, estas devem priorizar a tomada de decisão a partir dos conhecimentos desenvolvidos nas aulas levando-se em conta diferentes âmbitos dentro da ciência e tecnologia, como o social, ambiental e econômico. Dado a complexidade em que o trabalho pode ser realizado é importante refletir sobre o número de aulas para a aplicação.

Criar situações de incômodos e que ressaltem pontos de vista políticos, em que o estudante pode analisar o problema e refletir articulando com as relações de poder estabelecidas socialmente é um objetivo presente nas atividades controversas, pois expressa como valores pessoais, éticos e morais estão presentes em diferentes setores incluindo a ciência.

É importante o trabalho interdisciplinar, em que os conhecimentos dialogam entre si dentro do tema e isso os artigos que tratam sobre a cana-de-açúcar também destacam, fornecendo uma série conhecimentos de outras disciplinas que podem ser ensinados juntamente com conceitos químicos para obtenção dos subprodutos da cana.

Ressaltando agora os artigos que traziam o tema cana-de-açúcar na revista Qnesc, os três primeiros apresentados não discutiam resultados práticos da aplicação, resultados em que se mostram o aprendizado dos alunos ou as limitações metodológicas encontradas a partir de determinada prática em sala de aula, mas são sugestões ao professor de abordagens do tema cana-de-açúcar a partir de diferentes perspectivas sejam elas históricas, sociais, econômicas ou ambientais.

Os autores defendem a aplicação de conhecimentos químicos dentro do setor que envolvem a produção de subprodutos da cana, como a cachaça, as práticas experimentais no Brasil colônia, nos engenhos, dando destaque ao fator social da escravidão e os impactos ambientais do uso dos biocombustíveis, como o etanol. Apresentam a interdisciplinaridade e a relação da Química com a sociedade, como oportunidades para superar preconceitos e desenvolver conhecimentos que permitam um posicionamento quanto a questões ligadas a temas presentes na mídia como os chamados combustíveis limpos.

Não há orientações específicas sobre como a aplicação deve ser realizada em sala, que materiais didáticos devem ser empregados seja com o uso de textos de apoio, de vídeos, ou jogos didáticos apenas a sugestão de discussões ou debates relacionados aos temas, os autores sugerem ao professor a criação desses materiais.

Os primeiros três artigos mesmo não trazendo diretamente a palavra envolvem a abordagem de controvérsias, de controvérsias dentro da ciência, tecnologia e sociedade, uma vez que colocam em discussão diferentes perspectivas do tema cana-de-açúcar e suas influências em diferentes meios.

No artigo de Braibant et. al (2013) e Silva (2010) existem orientações da abordagem em sala de aula com debates sobre o setor sucroalcooleiro e enfoque nas atividades experimentais considerando o papel motivador que estas exercem no ensino de Química.

Portanto, nota-se o interesse e a publicação de trabalhos com a discussão de processos químicos industriais envolvendo a cana-de-açúcar nas aulas. Não foi encontrada nenhuma pesquisa que aponta os posicionamentos de estudantes sobre controvérsias de uma atividade econômica em sua região atribuindo a esse contexto conhecimentos químicos e de diferentes áreas, investigando de que forma os estudantes associam a expansão da atividade econômica com ciência e tecnologia, como os materiais didáticos desenvolvidos podem contribuir para o aprendizado e o posicionamento dos alunos frente as questões levantadas sobre o tema.

A revisão bibliográfica subsidiou a elaboração do material educacional “CONTROVÉRSIAS DO SETOR SUCROALCOOLEIRO PARA O ENSINO DE QUÍMICA COM ENFOQUE CTS” na proposta de atividades em que os alunos pudessem avaliar as diferentes controvérsias envolvidas nas situações-problema apresentadas.

As atividades desenvolvidas, por exemplo, envolviam a leitura de textos que traziam diferentes aspectos do tema social permitindo a reflexão dos alunos e seu posicionamento, os questionários buscavam articular questões sociais, políticas, econômicas e ambientais, também se priorizou a participação comunicativa dos alunos, baseando-se no diálogo, em atividades de debate, dando voz à eles pela exposição de seus argumentos.

A interdisciplinaridade também foi considerada na elaboração do material didático possibilitando, além de conhecimentos químicos, conhecimentos de outras áreas para maior abrangência da discussão do tema.

5 MATERIAL EDUCACIONAL: “CONTROVÉRSIAS DO SETOR SUCROALCOOLEIRO PARA O ENSINO DE QUÍMICA COM ENFOQUE CTS.”

5.1 DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL EDUCACIONAL

O material educacional “CONTROVÉRSIAS DO SETOR SUCROALCOOLEIRO PARA O ENSINO DE QUÍMICA COM ENFOQUE CTS” é uma sequência didática focada na problematização do cenário regional que envolve a expansão do setor sucroalcooleiro com a realização de atividades em grupo, debates, exibição de vídeos e experimento. Foi baseada no desenvolvimento dos Três Momentos Pedagógicos proposto por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

No primeiro momento pedagógico “Problematização Inicial” o objetivo da sequência didática é identificar como os alunos consideram a implantação das usinas de açúcar e álcool na região Sul do Estado, se eles sabem previamente os impactos e perspectivas que essas instalações podem trazer. Se os alunos apresentam a concepção da relação entre CTS e a expansão do setor sucroalcooleiro.

No segundo momento pedagógico “Organização do Conhecimento” o foco é favorecer a discussão das perspectivas de desenvolvimento que a cana trará para a região, como os empregos, aspectos econômicos, o uso do etanol como possibilidade de fonte energética renovável, o uso da cana para produção de energia e o porquê disso vir acontecendo atualmente de acordo com pressupostos de CTS, relacionando também com os conhecimentos químicos envolvidos em todo esse processo. Apontar problemas sociais como o uso de terras indígenas, as consequências ambientais, como o esgotamento do solo, e o descarte inadequado de resíduos do processo industrial.

E por fim, o terceiro momento pedagógico “Aplicação do Conhecimento” promove a tomada de decisão sobre a implantação ou não de novas usinas de cana-de-açúcar na região levando-se em conta as consequências que essa implantação pode trazer e utilizando conhecimentos adquiridos durante a sequência didática.

O setor sucroalcooleiro, portanto, envolve várias controvérsias, que foram problematizadas durante as aulas, desenvolvendo a articulação de diferentes conhecimentos: científicos, sociais, políticos. Trata-se, portanto, de uma discussão aprofundada e que culmina na tomada de decisão por parte dos alunos, descrita no terceiro momento pedagógico, em que há a aplicação do conhecimento.

Para o desenvolvimento dos Três Momentos Pedagógicos na sequência didática, foram utilizados diferentes recursos que envolveram vídeos, animações, leitura de textos e a experimentação, o uso deles possui diferentes possibilidades de acordo com o momento pedagógico empregado, e foi fundamental para os resultados da pesquisa. A seguir uma breve descrição do uso dos recursos e suas potencialidades.

5.1.1 O USO DE VÍDEOS E ANIMAÇÕES

Ferrés (1996) afirma que um bom vídeo pode servir para introduzir um novo assunto, para despertar a curiosidade, a motivação para novos temas, sendo apresentado, portanto antes do conteúdo programático, facilita o desejo de pesquisar nos alunos, para aprofundar o assunto do vídeo e do conteúdo escolar. O vídeo também pode simular experiências, por exemplo, de química, em que são necessários reagentes de difícil acesso, ou reações que necessitam de um ambiente apropriado, e até mesmo processos industriais a que não se tem acesso, como a produção do açúcar e do álcool dentro das usinas.

De acordo com Arroio e Giordan (2006) os vídeos podem ser classificados em diferentes modalidades de acordo com seu uso e objetivos, sendo eles vídeo-aula, vídeo-motivador e vídeo-apoio. O vídeo-aula é empregado para expor algum conteúdo de forma sistematizada, exibindo informações que precisam ser ouvidas e visualizadas e que encontram no audiovisual o melhor meio de veiculação. Os autores sugerem que o vídeo-aula seja utilizado como reforço da explicação prévia do professor.

A segunda modalidade, vídeo-motivador segundo os autores, além de apresentar o conteúdo ele interpela, provoca, questiona, desperta o interesse dos alunos, sendo um programa destinado para suscitar um trabalho posterior à exibição da obra. E por fim, a modalidade vídeo-apoio, são imagens em movimento que ilustram o discurso verbal do professor, permite a exposição oral dos alunos também, sendo um complemento a explicação em sala.

Os vídeos empregados na sequência didática estão na modalidade vídeo-motivador, foram exibidos antes da explicação do conteúdo pelo pesquisador, e tinham objetivo de instigar os alunos para o debate, sensibilizá-los sobre como foi o surgimento das usinas de açúcar e álcool na região de Dourados e os embates com os povos indígenas bem como os impactos ambientais ocorridos.

Além disso, os vídeos também foram empregados para mostrar o funcionamento de uma usina, o aproveitamento dos resíduos, a história da cana-de-açúcar no Brasil e o uso do etanol como biocombustível. Esse recurso foi utilizado nas aulas por se considerar sua

potencialidade na formação de opinião, na sensibilização e construção de conhecimentos por parte dos alunos, destacando-se a abordagem de questões ambientais. Arroio e Giordan afirmam:

A linguagem do vídeo possibilita o professor deixar de ser um informador passando a ser um mediador que fomenta a autonomia do aluno. A imagem mostra-se mais eficaz que a palavra na hora de provocar emoções. Sendo assim, o vídeo desempenha um papel importante com sua capacidade de provocar emoções e sensações. A sensibilização dos alunos para os problemas ambientais é fundamental para que seja possível conscientizá-los, sensibilização essa que pode ser atingida com o auxílio do audiovisual que leva estas imagens para dentro da sala de aula. (ARROIO; GIORDAN, 2006, p.7)

O vídeo também atua como um enunciador de diferentes vozes sendo um meio de apresentar os sentidos e significados atribuídos pelos agentes sociais em relação ao tema abordado, mostrando a quem o assiste diferentes conhecimentos e perspectivas.

Além dos vídeos, o uso de animações também tem se configurado como uma possibilidade promissora no processo de ensino-aprendizagem, por ser um recurso capaz de facilitar a demonstração de processos, a visualização temporal de um dado evento, a exposição de fenômenos raros complexos ou perigosos e também para melhorar a capacidade de abstração do aluno (BIZELLI; FISCARELLI; OLIVEIRA, 2009).

O uso de animações proporciona a facilitação da construção de “modelos mentais” pelos alunos (GIORDAN, 1999) simulando fenômenos que representam a realidade, contracenando com a representação que o próprio aluno apresenta sobre o assunto abordado, estimulando-o a uma nova forma de pensar sobre o fenômeno, considerando agora, as imagens e signos presentes na animação.

Na sequência didática uma animação é empregada para avaliar o aprendizado dos alunos em relação a destilação, o processo acontece na animação e os alunos precisam explicá-lo em detalhes e ressaltar porque é empregado nas usinas de açúcar e álcool.

5.1.2 A LEITURA

A leitura é essencial na formação do cidadão, estando presente em qualquer setor da sociedade, no ensino de química ela exerce papel fundamental seja na descrição de transformações químicas em linguagem discursiva ou na tradução da linguagem química simbólica em discursiva e vice-versa.

Sendo um recurso tão importante para a sala de aula, Teixeira Junior e Silva (2005), alertam para 5 fatores que preocupam em relação a prática da leitura:

- a- a baixa compreensão de leitura dos estudantes;
- b- a pouca valorização de atividades de leitura no Ensino de Ciências;
- c- os obstáculos de domínio de tarefas metacognitivas relacionadas a leitura;
- d- a desmotivação dos alunos;
- e- as dificuldades por eles sentidas quando lêem textos científicos.

São vários motivos que levam a ocorrência desses fatores, um deles de acordo com Francisco Junior (2010) é a falta de interação do leitor com o texto, sendo que o leitor constrói ativamente significados, a partir da interação com o texto para, posteriormente, engendrar críticas e sugestões a respeito deste, dessa forma as estratégias de leitura devem propiciar um contato mais pessoal com o texto, estimulando os alunos, com novas formas de cobrar a leitura.

Partindo desse pressuposto na sequência didática as leituras são seguidas de debates para que os alunos possam expressar sua percepção do texto, os pontos que mais lhe chamaram atenção, em alguns momentos houve perguntas escritas sobre a leitura, mas perguntas que dependem da interpretação do texto, da interpretação que eles possuíam da leitura. A leitura foi feita de várias fontes, como reportagens de jornais, hipertextos de sites de notícias, revista do governo estadual e nos questionários propostos com diferentes situações.

5.1.3 ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Quanto a experimentação no Ensino de Ciências de acordo com Izquierdo et. al (1999), ela na escola pode ter diversas funções como a de ilustrar um princípio, desenvolver atividades práticas, testar hipóteses ou como investigação.

A experimentação investigativa se desenvolve com desafios, com questionamentos em que os alunos são instigados, sendo a utilização do conteúdo uma ferramenta para a resolução de problemas concretos que facilita a compreensão das abstrações necessárias a compreensão do conhecimento químico.

Segundo Guimarães (2009), o uso do laboratório pode estimular a curiosidade dos alunos, mas para isso é necessário que estes sejam desafiados cognitivamente. Dessa forma a atividade experimental de destilação foi realizada na sequência didática para ilustrar como

acontece nas usinas sucroalcooleiras. Anteriormente a aula experimental foi questionado pelo pesquisador o que era a destilação e porque ela é utilizada nos processos de produção do açúcar e álcool e durante a apresentação do experimento a participação dos estudantes era incentivada. O quadro 3 sintetiza a sequência aplicada e os materiais didáticos utilizados.

Quadro 3 - Resumo da sequência didática “Controvérsias do setor sucroalcooleiro para o ensino de Química com enfoque CTS”

Momento Pedagógico	Atividades desenvolvidas
Problematização Inicial	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de redação com o tema: “<i>Como você avalia a implantação das usinas de cana-de-açúcar na região Sul do estado? Apresente seus argumentos!</i>” • Discussão de questões problematizadoras em grupo com enfoques em: controvérsias que envolvem o plantio e processamento da cana-de-açúcar, relevância da implantação do setor sucroalcooleiro na região, razão da expansão do setor nos tempos atuais, motivos das usinas estarem se estabelecendo na região, uso de biocombustíveis e conhecimentos químicos presentes no setor.
Organização dos Conhecimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura de textos - Texto “Estudo aponta impacto da expansão da cana sobre terras indígenas”. Texto “Mato Grosso do Sul, pólo sucroenergético”. • Atividade de interpretação de texto. • Visualização do vídeo “Carro inteligente filme da campanha Etanol o combustível completo” (https://www.youtube.com/watch?v=z9UKpo5dxgc) • Discussão de como foi a implantação das usinas de cana-de-açúcar na região, com a exibição do documentário “A sombra de um delírio verde”. (https://www.youtube.com/watch?v=c2_JXcD97DI) e a história da cana-de-açúcar no Brasil (https://www.youtube.com/watch?v=YJpZ0DvsRMc). • Questionário pós-vídeos. • Questionário prévio sobre as etapas no processamento da cana em uma usina e os conhecimentos químicos envolvidos nos processos. • Visualização do vídeo “Plantio, fertilização e vinhaça” (https://www.youtube.com/watch?v=YZedWSI3yco). • Visualização do vídeo “Processo Industrial açúcar e álcool” (https://www.youtube.com/watch?v=xNHKSLMuCTA) e apresentação de slides “Conhecendo melhor a cana-de-açúcar” • Realização do Experimento sobre Fermentação e discussão das reações químicas envolvidas. • Atividade com palavras-chave para organização de conceitos e animação sobre destilação.

Momento Pedagógico	Atividades desenvolvidas
Organização dos Conhecimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Exibição de slides sobre vinhaça, discussão do vídeo “Mosca da vinhaça volta com força total e atormenta criadores de gado” (https://www.youtube.com/watch?v=xjDjO6110SU). • Palestra sobre os resíduos produzidos nas usinas na região de Dourados. • Exibição de slides e discussão sobre impactos ambientais no solo. • Leitura da Resolução do Ministério Público Federal que proíbe a queima da cana no estado. (http://www.prms.mpf.mp.br/servicos/sala-de-imprensa/noticias/2013/06/mpf-consegue-manter-proibicao-da-queima-da-cana-de-acucar-no-cone-sul-de-ms)
Aplicação do Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Questionário individual e posterior discussão das perguntas em grupo. • Participação na atividade de tomada de decisão a partir de um debate com discussões e apresentação de opiniões a respeito da implantação ou não de usinas sucroalcooleiras na região.

Fonte: Dados do autor

5.2 CONTROVÉRSIAS DO SETOR SUCROALCOOLEIRO E A INTERDISCIPLINARIDADE

O tema “Controvérsias do setor sucroalcooleiro” apresentado nesse trabalho, por ter relação com aspectos sociais, ambientais e econômicos da cidade, estando sempre em evidência na região, se mostra como uma alternativa para abordar conceitos de química, como a destilação, a fermentação e a separação de misturas.

Além de desenvolver conceitos científicos, a abordagem do tema possibilita a compreensão de fenômenos que ocorrem ali na realidade dos alunos, no processamento industrial da cana-de-açúcar que gera empregos na usina, mas que também pode poluir o meio ambiente com o descarte inadequado de resíduos. A problematização dessa realidade desenvolve a articulação de diferentes conhecimentos: científicos, sociais, políticos. Trata-se, portanto, de uma discussão aprofundada e que culmina na ação do sujeito, na tomada de decisão para resolver os problemas apresentados.

Também permite um trabalho interdisciplinar, dialogando com diferentes disciplinas dentro do tema. A seguir no quadro 4 são apresentados os conteúdos e conceitos desenvolvidos nas aulas e as disciplinas:

Quadro 4 - Conteúdos e conceitos abordados na sequência didática Controvérsias do setor sucroalcooleiro para o ensino de Química com enfoque CTS

Disciplina	Conteúdos e Conceitos
Química	Fermentação (produção do álcool e açúcar) Separação de misturas (destilação simples e fracionada) Mudança de estado físico da matéria (ebulição do etanol) Bioquímica dos carboidratos (sacarose, glicose, frutose) Os resíduos e subprodutos do processamento da cana-de-açúcar e os impactos ambientais.
História	Trabalho e economia da cana-de-açúcar no Brasil colonial. Escravidão no Brasil A implantação das usinas no estado e a questão indígena.
Geografia	Aspectos geográficos para a implantação das usinas em Mato Grosso do Sul Dados econômicos do setor sucroalcooleiro no estado.

Fonte: Dados do autor

6 METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida a partir das observações e coleta de dados em sala de aula no desenvolvimento da sequência didática “Controvérsias do Setor Sucroalcooleiro: Sequência Didática Problematizadora para o Ensino de Química com Enfoque CTS” com uma abordagem qualitativa. Segundo Bogdan e Biklen (1994), o fato de se pretender recolher dados no ambiente natural em que as ações ocorrem, descrever as situações vividas pelos participantes e interpretar os significados que estes lhes atribuem, justifica a realização de uma abordagem qualitativa.

Tendo em conta tratar-se de uma investigação de natureza qualitativa torna-se pertinente analisar as suas características principais. Bogdan e Biklen (1994) apresentam-nos as cinco principais características da investigação qualitativa:

- a situação natural constitui a fonte dos dados, sendo o investigador o instrumento-chave da recolha de dados. Os dados retirados consistem da interação dos alunos com o contexto que os cerca e isso foi considerado na investigação realizada.
- a sua primeira preocupação é descrever e só secundariamente analisar os dados. Assim as informações qualitativas foram obtidas a partir de redação, registros em diário de campo (registros escritos das atividades desenvolvidas em cada aula, descrevendo também as opiniões, dúvidas e comportamentos dos alunos) gravações em áudio e filmagem das aulas. Nos resultados da investigação, apresentaram-se citações para ilustrar a apresentação.
- a questão fundamental é todo o processo, ou seja, o que aconteceu, bem como o produto e o resultado final. Dessa forma, foram realizadas as descrições de cada etapa, considerando as atividades desenvolvidas.
- os dados são analisados intuitivamente, como se reunissem, em conjunto, todas as partes de um quebra-cabeça. O desenvolvimento da pesquisa não foi direcionado para comprovar uma hipótese prévia.
- diz respeito essencialmente ao significado das coisas, ou seja, ao “porquê” e ao “o quê”. Na abordagem qualitativa dessa pesquisa a importância estava na forma como os alunos interpretam, dão sentido as situações propostas.

Esses parâmetros da investigação qualitativa orientaram análise dos dados da pesquisa, que se caracteriza como exploratório-descritiva, pois visava investigar e descrever como os

alunos avaliam a expansão das usinas de açúcar e álcool na região identificam controvérsias nessa expansão e aprendem conhecimentos científicos principalmente os de Química presentes nesse contexto. .

A pesquisa qualitativa foi realizada com 12 alunos do 3º Ano do Ensino Médio no período matutino da Escola Estadual Floriano Viegas Machado na cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul, durante o 4º bimestre do ano letivo de 2015. O pesquisador optou por essa escola para o desenvolvimento da pesquisa por ter sido bolsista do PIBID durante 3 anos nela e já conhecer a direção, a coordenação e os professores de Química.

A escola situa-se em um bairro próximo ao centro da cidade, ela oferece todas as séries do ensino fundamental e médio. A estrutura física escolar apresenta um ambiente limpo e organizado, com carteiras novas e salas de aulas ventiladas. A escola possui laboratório de informática em que os alunos têm acesso a internet, sala de vídeo, para exibição de filmes e data-show, existe também, laboratórios de Química e Biologia. Os alunos recebem no início do ano uniformes e materiais escolares distribuídos pelo governo do estado, além dos livros didáticos distribuídos pelo Ministério da Educação. Diariamente, eles contam com a merenda escolar. A maior parte dos alunos participantes da pesquisa morava no bairro ou em bairros próximos, não trabalhavam, alguns realizavam curso pré-vestibular em outros turnos.

Para a coleta de dados na pesquisa, os instrumentos utilizados foram o diário de campo, a filmagem com os áudios gravados, questionários e atividades escritas desenvolvidas nas aulas.

O diário de campo de acordo com Minayo (2004) é um material escrito de cada aula pelo pesquisador sobre os acontecimentos e as suas impressões sobre os mesmos em cada aula. Nele diariamente podemos colocar nossas percepções, angústias, questionamentos e informações que não são obtidas através da utilização de outras técnicas. O diário de campo é pessoal e intransferível. Sobre ele, o pesquisador se debruça no intuito de construir detalhes que no seu somatório vai congrega os diferentes momentos da pesquisa. Quanto mais abundantes forem as anotações nesse diário, maior será o auxílio que oferecerá à descrição e à análise do objeto estudado.

Após as aulas, o pesquisador fazia anotações de como a aula transcorreu, sua percepção sobre os alunos em sala de aula durante as atividades, e assistindo os vídeos, ele anotou as perguntas feitas pelos alunos e as discussões realizadas.

O vídeo constitui um instrumento valioso para a coleta e geração de dados em pesquisas qualitativas, permitindo ao pesquisador apreensão de elementos além da fala e da escrita como o ambiente, os comportamentos individuais e grupais, a linguagem não-verbal são fundamentais não apenas como dados em si, mas como subsídios para a interpretação posterior dos mesmos (PINHEIRO, 2005).

A filmagem realizada consistia na gravação das aulas pelo pesquisador e pelos alunos, buscando-se em todos os momentos registrar a dinâmica da sala, sobretudo os áudios com as perguntas feitas pelos alunos o pesquisador posicionou a câmera do notebook à frente da sala, já nos questionários de discussão em grupo para captar melhor as expressões dos alunos, seu comportamento, cada integrante do grupo ficou responsável pela gravação do vídeo utilizando o celular e que posteriormente foi enviado ao pesquisador.

Os posicionamentos e discursos apresentados pelos alunos nas filmagens e principalmente nos questionários e atividades escritas foram analisados a partir da Análise Textual Discursiva (ATD) para delinear a construção de conhecimentos científicos e conhecer as relações que eles apresentam na identificação de controvérsias frente à expansão do setor sucroalcooleiro na região.

A análise textual discursiva é uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso. As abordagens entre essas duas formas de investigação podem ser várias, sendo que se apóiam de um lado na interpretação do significado atribuído pelo autor e de outro nas condições de produção de um determinado texto (MORAES; GALIAZZI, 2007).

O processo inicial da análise textual discursiva é a unitarização que implica na fragmentação dos textos, elaborados através de respostas em entrevistas, questionários, por exemplo, no sentido de atingir unidades constituintes, unidades de significado referentes ao fenômeno estudado. Dessa forma, ocorreu na pesquisa a fragmentação das respostas dos alunos para posterior categorização, nessa fragmentação cada unidade de significado encontrada foi numerada indicando-se também qual aluno que escreveu essa unidade.

Na categorização as unidades de significado são agrupadas buscando-se construir relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as no sentido de compreender como esses elementos unitários podem ser reunidos na formação de conjuntos mais complexos, passa-se, portanto, a fazer a articulação de significados semelhantes, podendo gerar vários níveis de categorias de análise. (MORAES, 2003)

E por fim, o último elemento do ciclo de análise proposto está na comunicação, em que é captado o novo emergente, uma nova compreensão. O metatexto resultante desse processo representa um esforço em explicitar, criticar ou validar a compreensão que se apresenta como produto de uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores. As características do metatexto na pesquisa vêm da compreensão do pesquisador de acordo com as categorias que se apresentam no estudo realizado.

Para efeito de análise explorou-se as respostas dos alunos que participaram de todas as atividades, sendo doze no total, cada qual identificado por uma numeração, indicados pela letra A seguida do número.

Na problematização inicial, de acordo com a redação escrita pelos alunos, a unitarização concretizou-se em três momentos distintos: primeiramente priorizou-se a fragmentação dos textos e codificação de cada unidade, posteriormente reescreveu-se cada unidade de modo que assumiu um significado mais completo criando as categorias iniciais e intermediárias e por último criou-se a categoria principal, englobando as categorias iniciais e intermediárias e as unidades que as compõem. As unidades identificadas e codificadas expressaram com clareza os sentidos construídos a partir do contexto de sua produção. Por fim, foi construído um metatexto descritivo-interpretativo, que enfatizou as etapas de análise como suporte para essa construção.

As falas dos alunos e respostas escritas foram transcritas entre aspas e em itálico, com diferenças na apresentação no recuo da linha, sendo que as falas não apresentaram recuo, já as respostas escritas um recuo de 1,25 centímetros.

7. APLICAÇÃO DO MATERIAL EDUCACIONAL E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

A aplicação do material didático: “Controvérsias do Setor Sucroalcooleiro para o Ensino de Química com enfoque CTS”, aconteceu entre os dias 21 de outubro e 04 de dezembro de 2015, sendo o total de 17 aulas de 50 minutos cada. A seguir são descritas as atividades realizadas nos Três Momentos Pedagógicos, com as respectivas aulas em que foram aplicadas, os materiais didáticos utilizados e os resultados da aplicação.

7.1 PRIMEIRO MOMENTO PEDAGÓGICO: PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

Aula 1

Na aula foi solicitado aos alunos que individualmente elaborassem uma redação expondo sua opinião com o tema: “*Como você avalia a implantação das usinas de cana-de-açúcar na região Sul do estado? Apresente seus argumentos!*” Foi dito aos alunos para orientar a escrita da redação a seguinte proposta: “Imaginem que vocês são informados que 10 usinas estão se estabelecendo na região até o próximo ano, o que vocês pensariam à respeito disso?”

A intenção da atividade era motivar os alunos a pensarem em relação ao tema, e promover, nos próximos momentos pedagógicos a discussão do que eles consideram, sabem ou desconhecem sobre o assunto.

Concordando com o referencial que traz a problematização inicial como o momento para instigar os alunos a interpretar a situação significativa, esperava-se motivá-los à posicionamentos que seriam posteriormente problematizados.

Eles se mostraram interessados com a proposta e questionavam se havia número máximo ou mínimo de linhas, era evidente na aula a disposição deles para escrever seus posicionamentos. No Quadro 5 são apresentadas as categorias elencadas a partir da análise das redações.

Quadro 5 – Categorias que emergiram da análise das redações iniciais com o tema: “Como você avalia a implantação das usinas de cana-de-açúcar na região Sul do estado? Apresente seus argumentos!”

CATEGORIA FINAL	CATEGORIAS INTERMEDIÁRIAS	CATEGORIAS INICIAIS	SUBTOTAL DE UNIDADES	TOTAL
Visão Ponderada	Benefícios	Lado bom	27	50
		Ganhar	5	
	Malefícios	Lado ruim	16	
		Perder	2	
Benefícios econômicos	Empregos	Desenvolvimento industrial	29	50
	Economia	Circulação econômica	9	
		Aumento de vendas	12	
Desenvolvimento do Município	Aumento da população	Crescimento	9	21
		Aumento de renda	6	
	Aumento da concorrência	Vagas para serviços públicos	6	
Preocupação com Condições Trabalhistas	Mão-de-obra	Migrantes	17	70
		Tipos de profissionais	16	
	Más condições de trabalho	Exploração	37	

Danos Ambientais	Poluição	Infertilidade do Solo	15	51
		Poluição do Ar	7	
	Uso de recursos	Volume de água	18	
		Grande extensão de terras	11	
Responsabilidade Governamental	Políticas Públicas	Planejamento	18	35
		Problemas Sociais	17	

Fonte: Dados do autor

A primeira categoria “Visão Ponderada” nota-se no início das redações, nela os alunos apresentam posicionamentos distintos. Eles consideram a proposta da implantação das usinas na região tendo dois pontos diferentes, esses pontos são as categorias intermediárias “benefícios” e “malefícios”.

“As usinas da região possuem dois lados o bom e o ruim que influenciam muito, principalmente para a cidade onde a usina se encontra...”

“A questão da cana-de-açúcar na região sul do estado tem seus benefícios e malefícios...”

“Muito difícil obter algo sem perder outro...”

Mesmo desconhecendo o contexto da implantação das usinas em sua totalidade, eles ponderam que o crescimento do setor sucroalcooleiro influenciará na realidade da cidade e apresentará diferentes consequências. Fica evidente na análise que mesmo considerando os malefícios, os alunos dão destaque aos benefícios sendo no total 32 unidades de significado para essa categoria intermediária.

É perceptível já na redação, a primeira atividade da sequência didática que os alunos sabem que o assunto divide opiniões, que ele pode ser concebido, por diferentes perspectivas, reconhecem se tratar de um assunto controverso.

“A implantação de usinas de cana-de-açúcar em nossa região gera muita polêmica em volta do campo socioeconômico regional. Por um lado as usinas aumentarão o desenvolvimento industrial [...] Por outro lado, os impactos socioambientais serão enormes...”

As controvérsias envolvem diferentes posicionamentos sobre o mesmo tema e não existe uma resposta ideal, ou um consenso universal sobre a questão controversa debatida, o que se prioriza é um posicionamento que seja embasado considerando também outros possíveis posicionamentos.

Na segunda categoria os alunos avaliam as questões econômicas que se relacionam a implantação das usinas na região sul do estado, classificando-as como “Benefício Econômico”.

A maioria deles considera a geração de empregos (29 unidades) como o melhor motivo para a instalação de uma usina sucroalcooleira em determinado lugar, sendo este segundo eles o responsável pelo desenvolvimento industrial.

“...as usinas de açúcar e álcool no Sul do estado ajuda muito na economia do estado e na dos municípios na qual ela está instalada, pois faz com que haja mais empregos...”

“...as implantações de usinas de cana-de-açúcar em Dourados é algo que beneficia e ainda irá beneficiar mais a nossa cidade, vai ajudar por motivos de que mais usinas trazem mais empregos”

“...com a implantação de várias usinas de cana-de-açúcar, trará benefícios para pessoas do sertão, do meio rural, a alta taxa de empregos...”

“As usinas colaboram com a economia e o mercado de exportação do país. Em termos de trabalho também é algo positivo, pois é necessária muita mão-de-obra...”

Eles também consideram que a geração de mais empregos proporcionará maior circulação econômica (9 unidades), e também definem o aumento de vendas no comércio como um efeito das instalações das usinas, ao qual pode “salvar” a economia de um lugar, a partir da prática do consumo.

“...com mais pessoas empregadas há mais consumismo assim faz com que a cidade não passe por crises. Então a instalação de usinas de cana-de-açúcar é muito importante por suas oportunidades de emprego”.

Um fator avaliado pelos alunos sendo a terceira categoria emergente das redações é o “Aumento da população”, o qual eles consideram sob dois vieses, eles descrevem a expansão do setor na região como um atrativo para a vinda de pessoas de outros lugares para a cidade, pois segundo eles o comércio e o setor de serviços estarão aquecidos por terem mais pessoas na cidade morando e comprando.

Por outro lado, alguns apontam que a vinda de outras pessoas para a cidade pode trazer consequências negativas, como aumento da concorrência, esse aumento eles relatam que seria por serviços públicos (6 unidades), sendo vagas para postos de saúde, universidades e concursos.

Na quarta categoria “Preocupação com Condições Trabalhistas” os alunos reconhecem características do trabalho envolvido no setor que por muito tempo se utilizou de trabalhadores braçais para realizar a colheita da cana. Eles afirmam que a mão-de-obra será grande e conseqüentemente trará migrantes para a cidade. A categoria inicial “Tipos de Profissionais” com 16 unidades representa o conhecimento que parte deles possui sobre as pessoas que ocupam cargos nas usinas como analistas, motoristas, químicos aos quais alguns citaram nas redações.

Porém, a maioria dos alunos escreveu sobre as “más condições de trabalho”, com a categoria inicial “Exploração” (37 unidades), que foi a mais lembrada por eles.

“... o trabalhador de usinas principalmente os que fazem o corte de cana não são valorizados, pois ganham muito pouco, são bóias-frias e trabalham muitas horas...”
“...no entanto são evidentes as precárias formas de trabalho imposto aos empregados dessas empresas...”
“...a distância da usina à cidade também é um fator ruim, muitos trabalhadores levantam muito cedo para pegar o ônibus...”

Ressalta-se, portanto, que a imagem que a maioria dos alunos possui em relação aos trabalhadores da cana-de-açúcar é a do “bóia-fria”, um trabalhador que sofre consideravelmente em seu serviço e recebe muito pouco, sendo uma relação de exploração.

“Danos ambientais” foi a quinta categoria encontrada na análise, é perceptível uma preocupação ambiental nas redações dos alunos, eles citam possíveis problemas na categoria intermediária poluição, infertilidade do solo (15 unidades) e poluição do ar (7 unidades).

Também apresentam o uso de recursos ambientais no setor que eles consideram como provocadores de danos ao meio ambiente, como o volume de água (18 unidades) usado pelas usinas e a grande extensão de terras (11 unidades).

Nessa categoria, alguns deles também já citam impactos ambientais provenientes do processamento industrial da cana-de-açúcar para a obtenção do açúcar e álcool, indicando conhecimento prévio dos processos de produção do setor:

“...além disso o processo industrial da cana gera uma substância chamada vinhaça, que é despejada em lagos e rios, comprometendo a qualidade da água”.
“...o surgimento do vinhoto também é um ponto negativo para o meio ambiente.”

A última categoria “Responsabilidade Governamental” apresentou a categoria intermediária “políticas públicas”, alguns alunos sugerem na conclusão de suas redações uma ação governamental na expansão das usinas, destacam o planejamento (18 unidades) na vinda de migrantes para a cidade e também para se evitar possíveis problemas sociais (17 unidades) que envolvem a mão-de-obra.

“Ficará um caos se a prefeitura não tomar políticas públicas na educação, saúde, segurança, transporte”.
“É importante que o governo avalie a questão em âmbito sociológico para que a população, principalmente os trabalhadores dessas empresas não sejam colocados em situações desumanas...”
“Logo a implantação de usinas de tal parte deve ser bem planejada”.

Na análise individual das redações nota-se que a maioria dos alunos não apresenta uma visão ampliada, relacionando aspectos sociais, econômicos, ambientais, políticos em suas

concepções. Percebe-se na escrita das redações, preocupação com partes que eles acreditam serem as mais importantes, como a geração de emprego, desenvolvimento, sem considerar, por exemplo, aspectos ambientais. As concepções estão elencadas no quadro a seguir.

Quadro 6- Fatores gerais que os 12 alunos analisados consideram na instalação das usinas de açúcar e álcool na região sul do estado de acordo com a redação inicial.

Fatores	Alunos
Ambientais	A9, A6, A11
Sociais e Econômicos	A3, A5, A10, A2, A7, A8
Ambientais, Sociais, Econômicos e suas relações	A1, A4 e A12

Fonte: Dados do autor

É perceptível que a maioria dos alunos não relaciona, portanto o meio-ambiente com a sociedade, ou seja, não percebem que as atitudes no âmbito ambiental, se relacionam socialmente e vice-versa.

Em relação às condições trabalhistas os alunos indicam conhecer a história do setor e como o trabalhador era exigido nas épocas de colheita, porém o que nenhum aluno citou é a possibilidade atual de mecanização da colheita, o uso das máquinas, sem a mão-de-obra que era explorada antes.

Essas observações foram apropriadas como parâmetro para a sequência didática, conforme os objetivos da problematização inicial, que torna possível problematizar o conhecimento prévio demonstrado pelos alunos, com propostas de abordagem, que venham interagir com o que eles já sabem ou que ainda não saibam. No caso para a sequência didática avaliando o resultado das redações foi planejada a discussão da *mecanização da colheita, relações entre CTS, o detalhamento dos impactos ambientais, o plantio da cana em terras reivindicadas por povos indígenas.*

Aula 2

Na aula 2 foi desenvolvido o debate em grupo com questões problematizadoras. Os alunos foram organizados em grupos de acordo com a escolha dos próprios alunos, em seguida o pesquisador escreveu no quadro um questionário com seis perguntas. As questões se tratavam de problematizações iniciais em relação ao tema, investigando posicionamentos prévios.

No questionário dessa aula é apresentado o diálogo de um grupo com quatro integrantes, que caracteriza os discursos que aconteceram na atividade. As falas dos quatro alunos são identificadas como A1, A2, A3 e A4 e P é a fala do pesquisador.

Os alunos foram orientados a primeiramente discutir as questões em grupo e posteriormente elaborarem respostas para entregar ao professor no final da aula em uma folha. Os grupos gravaram em vídeo a discussão e os pontos de vista apresentados durante a atividade. As questões e as discussões de um grupo de quatro alunos desenvolvidas na aula são apresentadas abaixo:

Questão 1: O que é um tema controverso?

A1: Controvérsia ou o que?

A2: não é significado de controvérsia, aquilo que ele (o professor) falou.

A3: quando contradiz algo ou alguém, ou quando se discute

A1: Quando o que?

A3: se discute um assunto de grande importância, exemplo

A2: Esse exemplo tem à ver com a cana-de-açúcar?

A3: também! pois..

A2: a gente tá pensando..Ahh não precisa de um exemplo, a gente já tem que falar sobre isso no segundo.

A3: ééé eu não sei..um exemplo.. Ahh o aquecimento global! Coloca aí

P: Galera não se preocupe se o que vocês estão colocando aí está certo ou errado, isso não é importante agora, o importante é colocar uma ideia que é o consenso de vocês aí, o que que vocês acham que é o correto e discutir a pergunta.

Na questão número 1 buscava-se conhecer como os alunos avaliam um tema controverso, o que é necessário na opinião deles para tornar um tema controverso.

Nota-se o conhecimento prévio desse grupo quando eles procuram explicar o significado de controvérsia, citam que controvérsia envolve discussão, e complementam ainda como a discussão de um assunto importante. Para A2 existe a dúvida se isso tem relação com a cana-de-açúcar e A3 responde que sim, citando como exemplo de tema controverso o

aquecimento global, ele não discute na questão o porquê especificamente o aquecimento global envolve controvérsias.

Questão 2: O plantio e processamento da cana envolvem controvérsias? Justifique.

A2: Agora

A3: Existe!?

A1: O plantio o que?

A2: Plantio e processamento da cana-de-açúcar

A3: Sim, mas por que? (Todos pensativos)

A1: Cara eu não consigo ler nada.

A2: Eu só não saberia explicar, mas isso é uma coisa boa? O que a gente coloca aí?

A1: Sim, por que o

A3: Por que quando produzido em larga escala

A1: traz prejuízo

A3: Algumas questões ambientais são deixadas de lado vírgula para a obtenção de lucro.

Buscava-se conhecer se a partir da resposta da questão número 2 se os alunos reconhecem a existência de controvérsias na atividade sucroalcooleira, percebe-se como faltam para eles informações para considerarem o plantio e processamento da cana-de-açúcar um tema controverso, A2 não sabe se as controvérsias envolvem fatores positivos e negativos e A3 e A1 ponderam que o plantio pode trazer prejuízos. Interessante o fato de eles citarem as questões ambientais, que por vezes são esquecidas quando quer se estabelecer uma atividade econômica ao qual eles definem como lucro. Faltou exemplificar no diálogo quais questões ambientais são essas que estão presentes na expansão do setor sucroalcooleiro, e que possíveis benefícios poderiam surgir na instalação de uma usina de açúcar e álcool.

Questão 3: Existe um fator mais importante a ser considerado na implantação de uma usina sucroalcooleira? Seria qual fator, social, econômico ou ambiental? Justifique.

A3: O ambiental porque tipo tudo vem dele, se a gente for explorar alguma coisa para ter economia, vem dele, se a gente for querer sobreviver vem dele.

A2: Essas usinas precisam do meio ambiente, para montar essas usinas, para ter, precisa do meio ambiente.

A2: as matérias-primas são tiradas dele.

A1: meio ambiente... só isso? E o que mais é para falar? Das matérias- primas lá... não é? Como que é?

A2: as matérias são usadas também do meio ambiente. Essas usinas trazem problema também ambiental, não traz?

A1: mas também...

A3: na verdade, ele tá falando da implantação, não tá falando do..tá falando se implantar ela.. Qual que é o fator que vai ter mais importância entendeu? é só isso eu acho.

A1: tem os problemas lá? Vai colocar?

A3: Não

Na questão número 3 buscava-se conhecer o que preocupa mais os alunos quanto a instalação das usinas, como eles interpretam as relações entre economia, sociedade e meio ambiente, eles percebem que esses fatores estão interligados e se relacionam mutuamente, ou possuem visão fragmentada desses fatores, percebendo-os individualmente.

Os alunos no diálogo defendem e constroem a resposta se embasando no meio ambiente, e apresentam argumentos relevantes, como a dependência das atividades econômicas do meio ambiente, com o fornecimento de matéria-prima por exemplo. A3 reconhece em sua fala que a sobrevivência do homem está ligada à aspectos ambientais, o que abre parênteses para alguns questionamentos, como em que sentido eles conferem ao meio ambiente a dependência humana e econômica, a nossa sobrevivência? No sentido de explorar, de retirar, para ter capital? Ou no sentido de manutenção da biodiversidade para bons padrões de qualidade de vida, como a qualidade do ar.

De acordo com Morin (1997) é comum a concepção de exploração de fontes naturais para fins econômicos, sendo esse o interesse principal na relação entre homem e meio ambiente, responsável, sobretudo por impactos ambientais, o que contraria os parâmetros da Biodiversidade, em que o homem é apenas mais um ser vivo que interage em um meio natural e não está acima de outras espécies.

Essa relação de exploração e dependência econômica foi expressa no diálogo dos alunos, eles consideram o meio-ambiente da região sobretudo como provedor de matérias-primas para as usinas.

Questão 4: A Química e a tecnologia estão presentes na produção e processamento da cana-de-açúcar? Elas atuam de que forma?

A4: Sim!

A3: Por que?

A2: Siiim!

A3: Gerando outras substâncias, que nem o etanol, o álcool. Etanol e álcool são a mesma coisa (risos), sim! para produzir outras substâncias.

A2: E a tecnologia se relaciona mais na parte de..

A3: plantio, na colheita,

A2: é

A3: mas até dentro de laboratório, você tem bastante tecnologia

A2: é em laboratório, nas pesquisas, mais nisso.

A3: e a tecnologia contribui na automatização do processo de produção e colheita.

A2: Não é automatização? Sei lá

A3: não

A1: Só isso?

A3: e contribui no laboratório, nas pesquisas

A4: Não né? A 5 é não né? Porque ele polui o meio ambiente

A2: é polui... que tem a parte boa e também tem a parte ruim sabe?

Na questão número 4 buscava-se conhecer como os alunos atribuem o uso de conhecimentos químicos no setor, de que forma eles articulam a tecnologia na produção e processamento da cana. O grupo reconhece mesmo que de forma simples a presença de conhecimentos químicos para a produção do açúcar e do álcool, eles não citam processos ou reagentes presentes, mas notam que se está acontecendo transformação de matéria, formação de novas substâncias, ali estão conceitos de química.

Quanto à tecnologia, eles associaram ao processo de plantio e colheita, ao apresentarem a automatização do processo. Isso é relevante, porque se nota o conhecimento por parte deles de como o setor está atualmente, da mecanização que vem sendo empregada, percebe-se que nos processos laboratoriais os alunos reconhecem o uso tecnológico, embora não relatem em seu diálogo de que forma acontece esse uso.

É notável o interesse por parte dos alunos na atividade, em que A4 já se prontifica em discutir e responder a próxima questão, mesmo antes de o grupo terminar de escrever a resposta da questão quatro na folha.

Questão 5: O desenvolvimento de bicombustíveis como o etanol em seu processo de produção e uso está ajudando o meio ambiente? Por quê?

A4: Sim?

A2: ou não

A4: Não. Por quê?

A2: o etanol tem coisa boa.

A3: Coloca assim: De uma forma não né..porque ele extrai do solo né os nutrientes e com a queimada para a produção da cana tem o efeito estufa.

A2: é

A3: mas tipo... se for colocar em consideração

A1: por um lado sim...

A3: Se for levar em consideração a gasolina, o efeito do etanol, tem muito menor que o da gasolina.

A1: Então vai ser não.

A3: não..sim mas,

A2: Coloca assim desse jeito

A1 e A2: por um lado não, pois..isso

A3: Sim, por um lado ééé

A1: são extraídos

A3: os biocombustíveis... tem menor como é que fala... tem menor.. índices de poluição coloca aí..

A1: mas aquela é o não..

A2: mas tem que ser primeira a parte ruim..de que é extraído

A1: do que você falou lá, da queima lá..

A4: Efeito Estufa

A2: de na queimada dele, as coisas

A3: por um lado o biocombustível na sua produção, ele gera efeitos para o meio ambiente e ponto. E por outro lado.

A2: Não queria colocar gera efeitos ruins ou alguma coisa assim..

A1: Impactos né? Para o meio ambiente..

A3: Hãhã?

A1: Impactos ou efeitos

A3: é pode ser

A2: e por outro lado o biocombustível

A3: ajuda no processo..ajuda perai não coloca processo não, ajuda o meio ambiente se for comparado aos combustíveis fósseis.

A1: É a 6 agora?

Na questão número 5 buscava-se conhecer que relações os alunos destacam quanto ao desenvolvimento, o uso dos biocombustíveis e o meio ambiente, que tipo de consequências eles destacam, como se posicionam diante do uso e produção dos biocombustíveis.

Percebe-se que previamente eles sabem que o etanol é um combustível menos poluente que a gasolina na sua queima, embora não citem o composto dióxido de carbono, ao qual eles se referem como poluição. Eles nesse grupo, já reconhecem que o plantio intensivo da cana-de-açúcar pode afetar o meio ambiente, como o empobrecimento do solo e a possível queima para a colheita.

A resposta da questão foi construída coletivamente, uma construção de conhecimentos feita pelo grupo na atividade, demonstrando o potencial de aprendizagem que esse tipo de proposta tem para as aulas, pois a formação de grupos de discussão em sala permite o aperfeiçoamento de um posicionamento individual, a complementação de conhecimentos, em que cada um pode expressar seu ponto de vista dos temas desenvolvidos.

Questão 6: Por que as usinas sucroalcooleiras estão se estabelecendo na região? Você considera relevante a discussão desse tema? Justifique.

A2: que que eu ia falar, tipo mais.. tipo é fácil, plantar aqui.. a terra é boa para o plantio da cana, o clima é bom

A3: por ter fatores que favorecem!

A2: Issoo!

A1: mas fatores o que?

A3: Solo

A2: fatores, aí você coloca vírgula, solo, clima, mão-de-obra

A3: Mão-de-obra barata.

A2: Que favorecem o plantio. Bom eu considero relevante e vocês?

A3: Eu considero relevante! Sim

A1: Por quê?

A2: Porque tipo, a gente tem que discutir sobre esse tema, porque tipo...

A3: *Sim! Se a gente já tá discutindo e tá aumentando, tá sendo produzido em larga escala se a gente não discutir vai...*

A2: *ééé tipo isso é importante para o nosso estado, é importante discutir isso.*

A3: *a gente não pode ficar sem elas, mas também não pode ficar com muitas delas, porque tipo a gente necessita de dinheiro de retorno.*

A1: *é importante para o nosso estado?*

A3 e A2: *Sim! É*

A3: *é importante para o nosso estado, pois contribui para a economia de grande forma e devemos discutir os fatores que, você não quer colocar gera degradação do meio ambiente né? Pode colocar?*

A2 *Pode*

A1: *Gera o que?*

A3: *Degradação do meio ambiente.*

A1: *Só?*

A3: *Lê a última parte aí?*

A3: *pois devemos nos prevenir de futuros problemas ambientais*

A2: *na nossa cidade (risos)*

A3: *em nossa região.*

Na questão número 6 buscava-se conhecer quais fatores segundo os alunos influenciariam na vinda das usinas de cana-de-açúcar para a região, ao que eles atribuem o surgimento de novas usinas na região e se conceituam importante saber sobre a implantação das usinas, por quais motivos seria importante

A partir da discussão os alunos descrevem motivos para a implantação das usinas de açúcar e álcool na região de Dourados, como o solo, a mão-de-obra e o clima, que são de fatores relevantes. Além disso, eles consideram importante discutir o tema, porque já percebem a complexidade, a existência de controvérsias no assunto ao apresentarem a contribuição econômica e a possível degradação ambiental no futuro para a região.

7.1.1 CONSIDERAÇÕES DOS RESULTADOS DA PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

Sabendo-se que a problematização inicial consiste em levar o aluno a reflexão sobre o tema, percebendo suas concepções prévias, a forma que ele explica determinado fenômeno, seus posicionamentos iniciais e instigando-o para aquilo que ele ainda desconhece, para que ele perceba a necessidade de novos conhecimentos para explicar o fenômeno, essa primeira etapa demonstrou importantes resultados.

De acordo com a análise realizada das redações, os alunos avaliam a expansão do setor sucroalcooleiro sob várias perspectivas, contudo destaca-se a influência econômica que tal atividade irá desenvolver na região. Eles associaram essa influência como benéfica, sobretudo por conta da geração de empregos.

Entretanto, já é evidente um posicionamento que reconhece mesmo que de forma primária que tal expansão envolve controvérsias, embora nenhum aluno tenha utilizado essa palavra, eles descrevem que também haveria malefícios com a vinda de muitas usinas de açúcar e álcool para a região.

O fator mais maléfico, e também o mais citado por eles em suas redações foi “as más condições de trabalho”, isso emergiu até como uma preocupação que eles possuem, há um destaque das condições trabalhistas nas redações analisadas, o que torna de certa forma contraditório o posicionamento deles, porque enquanto eles apresentam de forma otimista que a vinda das usinas gerará muitos empregos, trará desenvolvimento industrial, eles citam posteriormente que os empregos no setor envolvem exploração e más condições.

Outro resultado importante é a associação que os alunos fazem do setor sucroalcooleiro com a figura do “bóia-fria”, do cortador de cana que acorda de madrugada e tem uma jornada de trabalho desgastante, que vem de longe e vive nos alojamentos das usinas, alguns ressaltam que essa vinda de pessoas de fora para a cidade pode trazer circulação econômica maior, já que as relações de consumo aumentariam, mas outros apresentam como um fator negativo, pois aumentaria segundo eles a concorrência por serviços públicos, como hospitais, escolas e outros.

O reconhecimento de danos ambientais também foi descrito nas redações, alguns deles sabiam que o plantio da cana-de-açúcar traz consequências ao meio ambiente, sendo o mais ressaltado o impacto ao solo, embora eles não expliquem como esses impactos são produzidos e como acontecem, é possível notar a percepção que o meio ambiente será afetado com a expansão sucroalcooleira, porém apenas um aluno citou os resíduos presentes no setor como geradores de impactos ambientais também, ou seja, nesse momento eles ainda não

consideraram os processos de produção do açúcar e álcool como uma ameaça ao meio ambiente.

Ao analisar as redações individualmente, anteriormente a descrição de categorias, nota-se que as opiniões dos alunos são simplistas, sem apresentar argumentos que orientem de forma clara seu posicionamento, trata-se também de um posicionamento focado em apenas um ponto de vista, destacavam muito, por exemplo, o setor econômico sem discorrer sobre o meio ambiente, ou relatava-se muito a influência social das usinas sem apresentar os impactos ambientais, portanto embora de forma geral, analisando-se todos os alunos surgiram várias perspectivas para a expansão do setor sucroalcooleiro, em caráter individual houve pouca articulação em suas respostas sobre os diferentes setores que seriam influenciados pela vinda de novas usinas.

As discussões em grupo no segundo momento da problematização inicial permitiram uma participação maior a eles, pois houve um complemento de ideias, em que um integrante do grupo se expressava e o outro poderia complementar os aspectos apresentados, ou discordar e ambos chegarem a um consenso. As questões nesse momento abordavam conceitos que poderiam ser desenvolvidos posteriormente na sequência didática como: tema controverso, o uso de conhecimentos químicos no setor, o desenvolvimento de biocombustíveis, motivos da implantação das usinas no estado.

Um dos resultados verificados nessa etapa foi a percepção que os alunos possuem da Química presente no setor, eles sabem que são utilizados conhecimentos químicos na produção do açúcar e álcool, mas eles não sabem necessariamente como, não houve por exemplo, discussão nos grupos sobre o processo de fermentação, de destilação, ou o acréscimo de reagentes no processamento industrial da cana na usina.

A problematização inicial orientou o desenvolvimento de conceitos no segundo momento pedagógico (Organização do Conhecimento), de forma que os resultados obtidos serviram de parâmetros para as atividades desenvolvidas neste segundo momento. A discussão da mecanização da colheita foi um desses conceitos, já que os alunos associaram o setor a relações de trabalho em que há exploração de mão-de-obra representada pela figura do bóia-fria.

Além disso, a problematização inicial abriu a sequência didática para a discussão dos resíduos produzidos pelo setor como a vinhaça e a torta de filtro, ressaltando como são produzidos, onde podem ser empregados e o que ocorre caso seus descartes sejam feitos de forma inadequada, também emergiu a necessidade de destacar os processos químicos e físicos que acontecem no interior das usinas na produção do açúcar e álcool e como exemplo de

controvérsias dentro do tema, os problemas iniciais na implantação das usinas na região sul do estado envolvendo os povos indígenas, sobretudo em relação a territórios.

Houve a preocupação, após os resultados da problematização inicial, de desenvolver aos alunos atividades que permitissem um conhecimento crítico do tema, ressaltando fatos e consequências que a expansão do setor sucroalcooleiro produziu, produz e ainda produzirá na região, articulando diferentes pontos de vista e conceitos químicos, históricos, geográficos entendendo, portanto, de forma mais complexa a realidade que os cerca.

7.2 SEGUNDO MOMENTO PEDAGÓGICO: ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Aula 3

Individualmente os alunos receberam dois textos (Anexos 1 e 2), foi pedido para que lessem os textos com atenção. Após isso o professor solicitou que cada aluno no verso da folha apresentasse com suas palavras o que o texto relatava de mais importante, fizessem em poucas linhas uma descrição do que se tratava o texto.

Os textos desenvolvidos na aula são: “Estudo aponta impacto da expansão da cana sobre terras indígenas” (Anexo 1) e “Mato Grosso do Sul pólo sucroenergético” (Anexo 2). O primeiro foi publicado em 18 de abril de 2014, na edição número 12.352, do jornal O Progresso, um jornal de grande circulação em Dourados e região, a reportagem demonstrava informações de terras reivindicadas por povos indígenas como os guaranis que estão ocupadas por fazendeiros, estes arrendaram as terras para plantio de cana-de-açúcar para as usinas. Já o segundo, é de uma revista do governo do estado que apresentava dados do crescimento do setor no estado no período de 2005 a 2014, a modernização do setor no estado com a produção de energia elétrica e um mapa com localização das usinas.

Depois disso, o pesquisador explicou aos alunos o conceito de controvérsia, questionando-os e procurando ouvir seus posicionamentos, pediu-se então para eles que a partir da análise dos dois textos verificassem a existência de controvérsias nos dois materiais e as anotassem no verso da folha.

A seguir, a transcrição de um diálogo durante a atividade, P se refere ao pesquisador, A os alunos:

P: O que esse primeiro texto está falando?

A1: Está falando que as usinas estão sendo colocadas em terras indígenas.

P: Isso. Que mais?

A2: E como essas terras são dos índios, eles estão indo atrás dos direitos deles né, eles tem direito!

P: Essa terra está com quem agora, que eles estão reivindicando?

A3: Os fazendeiros!

P: E o segundo texto? Quem pode me falar o que ele está relatando?

A4: A evolução das usinas.

P: Quem mais tem alguma ideia além da evolução para complementar?

A1: Sobre como essas usinas estão melhorando o estado, como o estado está fazendo investimento nas usinas.

P: Que mais? Alguém tem mais alguma ideia?

A5: A produção de açúcar e de energia.

Quanto as controvérsias descritas pelos alunos nos textos lidos observa-se a descrição dos posicionamentos divergentes, que ambos os textos apresentam, eles citaram:

- os benefícios para economia: esse termo foi muito citado, alguns o caracterizam como “um lado positivo”. Eles identificaram a partir da leitura do texto “Mato Grosso do Sul pólo sucroenergético” o crescimento do setor ao citarem em suas respostas as palavras: expansão, evolução, aumento da produção.
- a ocupação de terras indígenas: após a leitura do texto “Estudo aponta impacto da expansão da cana sobre terras indígenas” eles descrevem a expansão das usinas acontecendo “em terras reivindicadas pelos índios”, alguns descrevem esse fato como malefício, problema social.
- impactos ambientais: Os alunos também citam impactos ambientais como problemas da expansão do setor, um deles descreve a degradação do solo.

Nas respostas estiveram presentes termos que evidenciavam a identificação de controvérsias por parte dos alunos nas leituras realizadas, são eles: “por outro lado”, “entretanto”, “já no outro”, “enquanto o outro texto”, “sem considerar”. Eles comparavam então os dois textos indicando o posicionamento apresentado e as divergências que existiam entre eles.

A10: “Esse texto não leva em conta os fatores sociais, apenas o econômico. Enquanto o outro texto apenas defende os problemas sociais das usinas. É o mesmo tema, mas os dois defendem apenas o seu ponto de vista, deixando de lado os demais.”

O aluno notou que nos textos lidos existem posicionamentos, ao qual ele citou o verbo “defende”, existem diferenças no conteúdo abordado nas leituras e pela sua resposta percebe-se que os posicionamentos apresentados nos textos ignoram um ao outro, os fatores sociais ignoram o econômico e vice-versa. Além disso, ele reconheceu que existe mais de uma ou duas possibilidades para a análise do problema, ao citar que é o mesmo tema visto por pontos de vista diferentes.

A12: “O autor cita a disponibilidade de terras como um fator que contribui para o crescimento do setor sucroenergético no estado. Entretanto, as terras ocupadas pelas usinas, em grande parte, eram territórios indígenas, o que evidencia que o texto ignora vários conflitos e debates sobre esta questão.”

A interpretação do aluno das controvérsias envolvidas nos textos deixa claro, que a questão do crescimento das usinas na região ignorou a reivindicação de terras pelos indígenas, ele identifica como controversa a informação em um dos textos de que existam muitas terras disponíveis para plantio da cana-de-açúcar, mas que na verdade essas terras já possuem donos buscam seu direito que são os povos indígenas da região.

Essas considerações apontam para a potencialidade que é o desenvolvimento de um tema controverso, porque ele permite a reflexão ao aluno sobre a realidade que o cerca e sobre questões que eles antes desconsideravam, não exerciam reflexão (RAMOS; SILVA, 2007).

Aula 4

Os alunos foram transferidos para a sala de vídeo, uma sala que a escola disponibiliza, com data-show, caixa de som, ar condicionado, própria para exibição de filmes, vídeos e slides. Inicialmente foi perguntado aos alunos se já haviam assistido o documentário “À sombra de um delírio verde” eles não o conheciam pelo nome.

O documentário “À sombra de um delírio verde” foi lançado em 2011, e retrata o período em que as usinas de açúcar e álcool estavam se instalando no sul do estado (2005/2006), ele mostra as controvérsias dessas instalações, como isso impactou a vida de povos indígenas (guarani-kaiowa) da região, que viram suas terras reivindicadas se transformar em grandes canaviais e membros de suas comunidades servirem de mão-de-obra barata para as usinas, vivendo em condições trabalhistas desumanas.

Além disso, o documentário retrata aspectos econômicos, da causa do crescimento do setor, por conta da demanda por etanol e impactos ambientais provenientes do plantio e processamento da cana. Com 29 minutos e 36 segundos de duração foi produzido em uma parceria entre Brasil, Argentina e Bélgica e premiado em vários eventos.

Ao relatar sobre o conteúdo do documentário, alguns alunos se lembraram de que já haviam assistido este em outros anos, na própria escola, nas aulas de Geografia e já conheciam a realidade que o documentário tratava, outros disseram que nunca haviam assistido.

Porém, antes de apresentar o documentário, foi exibido um vídeo intitulado “Carro inteligente filme da campanha Etanol o combustível completo” produzido pela Única (União da Indústria de cana-de-açúcar), o vídeo promove o uso do etanol, como o “combustível do

futuro”, buscando incentivar mais motoristas a utilizarem-no. Após o vídeo surgiu um momento de diálogo em que o pesquisador questionou os alunos:

P: O que o vídeo quis mostrar?

A1: Que o etanol é um ótimo combustível, que não polui, gera empregos, é ótimo para o meio ambiente.

P: mas isso realmente é verdade?

A2: Não, tipo por que plantando cana depois de cinco anos aquela terra não serve para mais nada.

Acompanhando a discussão iniciou-se então a exibição do documentário ao qual não deu tempo de assistir inteiro durante a aula, sendo interrompido para exibição na aula posterior.

Aula 5

Nesse dia, os alunos voltaram à sala de vídeo, porque na aula anterior o tempo da aula não foi suficiente para assistirem todo o documentário, uma breve discussão do vídeo aconteceu, mostrando a ficha técnica de produção do documentário. Após isso, eles assistiram a outro vídeo, chamado “História do Brasil: O que foi o ciclo da cana no Brasil”, esse vídeo relatava como foi o surgimento dos primeiros engenhos no Brasil, como era organizado o engenho, o trabalho escravo envolvido, como o açúcar foi importante para a economia da época, enfim os aspectos históricos do surgimento dessa atividade econômica no país.

Aula 6

Os alunos nesse momento foram organizados em grupos que eles escolheram aleatoriamente os integrantes e 5 questões foram escritas no quadro, eram questões que envolviam os vídeos, o objetivo era incentivar novamente as discussões em grupo e a formação de conhecimentos que envolvem as controvérsias no início das instalações das usinas com povos indígenas da região, aspectos históricos e a ciência presente no setor. A seguir são apresentadas as questões e a análise das respostas dos 12 alunos investigados:

Questão 1: Como foi a implantação das usinas de açúcar e álcool no estado?

Na questão número 1, o objetivo era investigar como os alunos avaliam o surgimento das primeiras usinas no sul do estado. Os alunos consideram a implantação das usinas de açúcar e álcool de forma rápida, uma expansão considerável como em trechos que eles descrevem:

A1: “... *larga escala, muitas usinas...*”

A2: “... *as usinas se implantaram rapidamente...*”

A12: “... *Foi impactante*”

Quanto as considerações, a descrição dessa implantação a maioria destacou os conflitos com indígenas, apresentados no vídeo. O conflito com as terras esteve presente nas respostas de A2, A3, A4, A5, A8, A9, A10 e A11.

A5: “... *um choque para populações indígenas, pois pegou grande parte de terras para plantações...*”

A8: “... *foi um pouco crítica, porque estavam usando terras indígenas para plantar...*”

A9: “... *um pouco de prejuízo por ser implantada em terras indígenas..*”

A10: “... *com muitos conflitos entre os indígenas...*”

A colocação desses alunos é indício de uma perspectiva crítica quanto a implantação das usinas no sul do estado, já que citam o impacto social aos indígenas, apresentam um posicionamento demonstrando que alterou rapidamente a realidade dessa população que vivia próxima aos canaviais, utilizando as palavras *choque, crítica, prejuízo, conflitos*.

Eles também destacaram nessa primeira questão que a expansão do uso de terras para o plantio, causou problemas ambientais. Os alunos A4, A3, A12, A10, A1, A11, A9 e A6 escreveram sobre as consequências ambientais:

A3: “... *para a implantação da indústria e para a área de plantação várias florestas foram desmatadas...*”

A4: “... *mas devastou áreas ambientais...*”

A9: “... *prejudicando muitas vezes o meio ambiente...*”

A10: “... *impactos ambientais em terras que foram desmatadas..*”

A11: “... *com uma grande devastação de área verde...*”

Nota-se que o principal impacto ambiental que os alunos descrevem é o desmatamento para o plantio da cana-de-açúcar, pela pergunta se tratar de como foi o surgimento, a implantação do setor no estado, eles não citaram os resíduos produzidos nas usinas como

geradores de impactos, mas buscaram relações com o início, com a instalação e o primeiro plantio feito pelas usinas.

Os fatores econômicos também foram destacados por eles na descrição de como foi a implantação, nas respostas dos alunos A3, A4, A9, A10, A12:

A4: “... a implantação potencializou a economia do estado...”

A9: “... foi benéfico para algumas coisas, foi bom para a economia...”

A10: “... Impactante em termos econômicos..”

Questão 2: O que te chamou mais a atenção no documentário “A sombra de um delírio verde”?

Na questão número 2, o objetivo era investigar que aspectos do documentário mais impressionaram os alunos, como o documentário influenciou a percepção deles em relação ao surgimento das usinas.

Ao responderem sobre o que chamou mais atenção no documentário os alunos foram incisivos em destacar as condições dos indígenas no início da atividade sucroalcooleira no sul do estado.

A3: “... a exploração do trabalho manual.”

A4: “A questão indígena pela ocupação de suas terras como as péssimas condições de trabalho, por falta de opção ao qual são submetidos”

A6: “... a luta dos índios por pedaços de terra onde a cana se encontra.”

A7: “A perda dos indígenas sobre suas terras para a plantação da cana e a falta de higiene nos dormitórios dos funcionários”

A8: “O sofrimento dos indígenas”

Os alunos citam o impasse das terras ocupadas pelos indígenas e fazem um contraponto com a exploração dessa mão-de-obra nas usinas, que o documentário retrata expondo as condições de trabalho ao qual eles eram submetidos. A9 e A10 articulam essa situação com trabalho escravo.

A6: “Como era feita a colheita antes da mecanização...”

A9: “A forma precária que os trabalhadores trabalham, a forma em que os trabalhadores são vistos, como escravos, a situação das usinas”

A10: “O trabalho escravo”

Outro fator respondido pelos alunos que chamaram sua atenção envolve o aspecto econômico do setor:

A5: *“A questão de tomarem as terras indígenas e também que eles só vêem o lado econômico e lucros que as plantações vão lucrar.”*

A11: *“A parte grande da produção do etanol, de quanto é produzido e todo o lucro que ele gera.”*

A12: *“A ambição daqueles que lucram com as usinas e sua produção com o pensamento de que o céu é o limite.”*

Os alunos citam a palavra lucro, mas refletem sobre a geração desse lucro, contextualizando com a influência na sociedade, na fala de A11 é notório que ele não sabia o quanto o estado produz de etanol e como isso influencia na economia. A5 e A12 articulam apenas um grupo de pessoas como detentoras desse lucro ao escreverem “daqueles”, “eles” e citam a ambição desse grupo ao considerarem apenas o lucro e esquecendo-se das terras indígenas, do meio ambiente, sendo uma prática capitalista sem limites.

Questão 3: Existe alguma semelhança entre a relação dos escravos com a cana-de-açúcar e os indígenas atualmente? Explique.

Nessa questão, o objetivo era descobrir se os alunos articulam fatos que envolvem a história com o tempo presente, se identificam relações de exploração na sociedade e como eles a descrevem.

Todos os alunos concordaram que existem relações, eles citam as más condições trabalhistas e a exploração do trabalho.

A2: *“O trabalho feito em condições péssimas e o trabalho indígena semi-escravo, em local inadequado sem saneamento básico que é semelhante com a senzala no Brasil colônia.”*

A4: *“As péssimas condições de trabalho e de vida, muitas vezes submetidos a precariedades subumanas.”*

A8: *“Sim, os indígenas que trabalham na colheita da cana são de certa forma escravizados da mesma forma que os escravos no Brasil colonial.”*

A12: *“Sim, a relação do trabalho em regime escravista, o tratamento e condições que eles vivem no local de trabalho e também a dependência do trabalhador para com o trabalho.”*

Existe nas respostas dos alunos a percepção de que o exercício de determinada atividade econômica produz relações de trabalho que nem sempre são justas, relações opressoras a um determinado grupo ou povo, essas relações não aconteceram apenas em determinados momentos da história da humanidade, mas ainda é vivenciado no tempo presente, essa percepção que o documentário exibido apresenta, mostra um lado que não era

visto até então, as consequências enfrentadas pelos povos indígenas com o surgimento das primeiras usinas na região de Dourados.

Ao verem o documentário, e assistirem o vídeo sobre a história da cana-de-açúcar no Brasil, destacando o período colonial, os alunos conseguiram fazer ligação com as práticas de exploração no trabalho, no uso da mão-de-obra da cana-de-açúcar há séculos atrás e que ainda se repetiam, mesmo com toda modernização do setor.

Questão 4: Desenvolvimento econômico gera qualidade de vida? Justifique

O objetivo dessa questão era investigar qual a percepção que os alunos apresentam da qualidade de vida, ao que eles atribuem a qualidade de vida, apenas ao desenvolvimento econômico de um lugar? Diferentes grupos podem apresentar realidades diferenciadas com a expansão de um determinado setor? O que deve ser considerado para uma atividade econômica gerar qualidade de vida?

Alguns dos 12 alunos responderam que Sim, esquecendo-se da problemática vivida pelos indígenas, eles escreveram que sempre que há desenvolvimento econômico há qualidade de vida.

A2: “Sim, pois quando a economia do país está bem o país se torna mais desenvolvido o que colabora e muito na vida da população.”

A6: “Sim, pois aumenta a nossa economia e com mais desenvolvimento acaba surgindo mais tecnologias que gera qualidade de vida.”

A7: “Sim, havendo o desenvolvimento econômico haverá também melhoramento do local, onde se encontra essas indústrias, gerando assim mais trabalhos melhorando a vida de muitas pessoas.”

A11: “Sim, com o desenvolvimento econômico mais empregos aparecerão, a renda da população iria aumentar, bom iria gerar uma qualidade de vida melhor.”

Para esse grupo de alunos a qualidade de vida está associada a renda, a geração de empregos. Na resposta de A6 percebe-se a associação que ele faz com as tecnologias, como se seu surgimento indicasse qualidade de vida para as pessoas, sem considerar o acesso delas a essa tecnologia. Ele atribuiu o surgimento da tecnologia como a possível solução para problemas sociais, já que a define como geradora de qualidade de vida.

Na resposta de A7 ele atribui o desenvolvimento econômico às indústrias que se instalam sendo elas as responsáveis pelo melhoramento do local ao qual se encontram. Foi apresentado no documentário que isso não acontece, a implantação de uma atividade econômica em determinado local não acarreta necessariamente em desenvolvimento

econômico ou social neste local, em melhores condições de vida. Esses alunos não articularam suas opiniões com a realidade enfrentada pelos indígenas na implantação das usinas no estado.

Por outro lado, alguns alunos apresentaram um posicionamento mais reflexivo, ponderando alguns fatos:

A1: *“Gera sim, mas para certas classes sociais, pois umas ganham com o desenvolvimento, e outras não chegam nem a conhecer.”*

A4: *“Em partes sim, pois ao mesmo tempo em que potencializa o setor econômico e comercial gera na maioria das vezes a população mais carente, condições não favoráveis como o caso dos indígenas.”*

A5: *“Depende, por um lado sim, pois traz lucros e boas economias para o estado. Por outro lado, aumenta a poluição e pode afetar o ambiente.”*

A10: *“Em termos, gera uma renda maior a população, mas faz da mesma “escrava” e a destruição da natureza.”*

A12: *“Em parte, o desenvolvimento econômico permite que as pessoas adquiram bens que melhoram a vida cotidiana, entretanto os impactos ambientais influenciam negativamente na qualidade de vida como a poluição do ar, por exemplo.”*

As opiniões dos alunos apontam um olhar mais crítico para a situação apresentada, ao ponderar que pode realmente gerar qualidade de vida ao fornecer renda maior para a população como disse A10, ao permitir a prática do consumo como disse A12, ao potencializar o comércio como afirma A4, mas também trazem impactos ambientais como o aumento da poluição descrito por A5, a destruição da natureza (A10) e a poluição do ar (A12).

Para este grupo de alunos, a qualidade de vida não se resume apenas ao desenvolvimento econômico de uma região, mas também a forma como o meio ambiente é tratado, eles observam que ainda que uma atividade econômica venha gerar empregos ou renda às pessoas, caso ela cause impactos ambientais consideráveis como a poluição do ar, isso não resultará em uma vida melhor à comunidade.

Além disso, eles associam qualidade de vida com a qualidade do trabalho gerado pela atividade econômica ao qual A10 cita a mão-de-obra escrava, e A4 cita a questão indígena definindo que o setor sucroalcooleiro criou condições não favoráveis para essa população se referindo ao uso de suas terras para o plantio da cana por exemplo.

A1 também apresenta opinião semelhante, ele polariza a qualidade de vida gerada para apenas alguns grupos, sendo que para outros grupos isso não acontece, ele se refere a populações que são exploradas na expansão de setores econômicos e não usufruem de melhores condições de vida.

Dois alunos oferecem condições para que o desenvolvimento econômico possa gerar qualidade de vida:

A3: *“Sim, desde que o desenvolvimento não polua e não destrua o meio ambiente, que respeite o direito humano das pessoas.”*

A8: *“Se todos os trabalhadores forem beneficiados assim como o dono da empresa pode ser bom e gerar uma melhor qualidade de vida.”*

Pode-se perceber nas respostas a preocupação com o meio ambiente, e questões sociais que A3 define como direito humano das pessoas, se referindo as condições trabalhistas que envolvem determinada atividade econômica, A8 também defende melhores condições de trabalho se referindo provavelmente a questão salarial ao descrever que os funcionários precisam ser beneficiados assim como o dono da empresa.

Questão 5: Em sua opinião, qual seria a solução para o impasse apresentado no documentário? A realidade ali pode ser analisada por uma única perspectiva?

O objetivo da questão número 5 era permitir uma possível tomada de decisão, em que os alunos a partir das respostas anteriores, dos vídeos e discussões pudessem decidir sobre o impasse nas terras reivindicadas pelos indígenas e o uso para plantio da cana-de-açúcar. A questão também procurava explorar a percepção que os alunos possuem desse problema social que envolve a região, como a realidade ali deve ser refletida.

Alguns alunos associaram a realidade que envolve a expansão do setor sucroalcooleiro e as terras indígenas como um tema controverso, que a análise do problema não pode ser realizada com um único ponto de vista.

A2: *“Não, pois para chegar em uma solução precisa ver os dois lados.”*

A6: *“Não, pois existem vários como: os fazendeiros donos de terras, as usinas que podem perder terras para plantio e os índios que querem o que foi tomado deles.”*

A7: *“Existem dois pontos de vistas o bom e o ruim...”*

A8: *“... deveríamos analisar os dois lados e chegarmos em um acordo...”*

A10: *“... não deve ser analisada em uma perspectiva... e sim é um tema controverso.”*

A12: *“A realidade não pode ser analisada nem tratada por uma única perspectiva, existe espaço, para todos e um lado deve pelo menos tentar compreender outro.”*

Quanto a solução para toda a problemática apresentada os alunos definiram diferentes soluções, a maioria se posicionou defendendo o direito dos índios sobre as terras:

A2: *“... obter determinado território para as implantações, ajudando assim a população indígena a ter um território onde possam se viver bem.”*

A3: *“Os indígenas precisam de terras para sobreviverem... deveria haver uma reforma agrária.”*

A5: *“Deveria dar uma parte de terra boa para os índios onde eles poderão cultivar...”*

A7: *“... a solução é arrumar a terra para os índios...”*

A8: *“Eles deveriam ceder um pouco das terras para os indígenas, para continuar plantando que é o que eles querem plantar para sobreviver...”*

A12: *“Creio que a demarcação de terras indígenas é necessária para resolver em partes tal questão. Existem terras suficientes para a produção de cana-de-açúcar e para os povos indígenas...”*

Os alunos defendem que a terra dos indígenas serão utilizadas para a sua sobrevivência, eles percebem a relação que o indígena possui com a terra que é de utilizá-la apenas para sua subsistência com o cultivo de alimentos.

Os alunos se posicionaram e tomaram decisões, apontando o que deve ser feito para resolver o impasse, usando os verbos “poderiam”, “deveriam”, “a solução seria”, eles refletiram a situação-problema e sugeriram meios, argumentaram em favor do seu posicionamento.

Alguns alunos se expressaram em favor das usinas e do uso da terra por elas:

A1: *“... mas a questão de terras para os índios, é correta até um limite e se for olhar a questão histórica o Brasil todo será dos indígenas.”*

A11: *“Na minha opinião, as terras para as usinas seriam muito melhor aproveitadas do que para os índios já que assim daria resultados para o país todo...”*

Eles ainda sugerem um apoio governamental, ou jurídico, para as questões trabalhistas e que envolvem o meio ambiente.

A4: *“... também a criação e execução de justas leis que melhorem a qualidade de trabalho da população. No entanto, para a solução em âmbito ambiental seria uma fiscalização governamental nas usinas e suas produções.”*

A9: *“primeiramente as leis deveriam ser cumpridas e isso não acontece...”*

A10: *“... é muito mais importante na minha opinião, leis e fiscalização de empresas que degradam o meio ambiente, um limite para cada indústria.”*

Os resultados da aplicação do questionário tornam evidente a potencialidade de desenvolver as controvérsias presentes em um tema social durante as aulas, a discussão insere os alunos na compreensão do tema, aborda situações que permitam o pensamento crítico.

Concordando com Reis e Galvão (2005) quando afirmam sobre as potencialidades de assuntos controversos nas aulas estes auxiliam:

Na construção de conhecimentos relevantes para a vida em sociedade, “transmitindo a ideia de que a escola não é uma coisa à parte, dissociada da vida real”; Na motivação dos alunos e na estimulação da sua curiosidade; No desenvolvimento intelectual dos alunos, nomeadamente, através da promoção de capacidades de pensamento crítico. (REIS e GALVÃO, 2005, p.155)

Surge portanto, a importância que há dos alunos se perceberem como seres que fazem parte de uma sociedade e que podem transformá-la, que tem poder de agir sobre ela, aliados a prática da reflexão, se baseando na problemática que envolve a realidade. Freire (1987) afirma:

Quanto mais se problematizam os educandos, como seres no mundo e com o mundo, tanto mais se sentirão desafiados. Tão mais desafiados, quanto mais obrigados a responder ao desafio. Desafiados, compreendem o desafio na própria ação de captá-lo. Mas, precisamente porque captam o desafio como um problema em suas conexões com outros, num plano de totalidade e não como algo petrificado, a compreensão resultante tende a tornar-se crescentemente crítica, por isto, cada vez mais desalienada. (FREIRE, 1987, p.40)

Da mesma forma foi na atividade, ao retratar e problematizar o tema surgiram outros temas e outras vertentes que também podem ser problematizadas e levam ao incômodo, a postura reflexiva em que se considera a totalidade da situação.

Uma vez que ao explorar outros problemas pertencentes ao tema, novos conhecimentos surgem, a compreensão da realidade torna-se cada vez mais crítica, mais estruturada.

A educação como prática da liberdade, ao contrário daquela que é prática da dominação, implica na negação do homem abstrato, isolado solto, desligado do mundo, assim também na negação do mundo com uma realidade ausente dos homens. (FREIRE, 1987, p. 40)

O fato é que a implantação das usinas sucroalcooleiras na região compreende um processo, que transformou e ainda está transformando a região, em diferentes aspectos como as atividades da sequência didática demonstram, seja na geração de empregos seja no impacto ao meio ambiente com o descarte de resíduos, retratando que a realidade não é estática.

Essa concepção de realidade concorda com Freire (1987) quando este afirma:

Enquanto a concepção “bancária” o educador vai “enchendo” os educandos de falso saber, que são os conteúdos impostos, na prática problematizadora, vão os educando desenvolvendo o seu poder de captação e de compreensão do mundo que lhes aparece, em suas relações com ele, não mais como uma realidade estática, mas como uma realidade em transformação, em processo. (FREIRE, 1987, p. 41)

Permitir ao aluno compreender que a expansão do setor sucroalcooleiro tem relação com a sua vida foi um dos objetivos da elaboração da sequência didática e esta compreensão, já ficou mais aparente nas respostas ao questionário dessa aula, eles aceitaram o desafio da problematização e passaram a exercer posicionamentos mais críticos, considerando a questão indígena com o surgimento das usinas de açúcar e álcool na região.

Aula 7

A aula iniciou-se com a apresentação de dados por parte do professor aos alunos, dados do setor sucroalcooleiro no estado, como o número de empregos gerados diretos e indiretamente, a quantidade de toneladas de cana-de-açúcar colhida nos últimos anos e a previsão de crescimento para a safra 2015/2016.

Os alunos não sabiam o que significava produtividade, não sabiam interpretar que a produtividade da cana vem aumentando no estado, depois de entendido o conceito ao serem questionados pelo pesquisador sobre o que poderia interferir na produtividade eles citaram pragas e também o clima, interpretando, portanto interferências que podem ocorrer no plantio.

Terminada essa apresentação, o pesquisador questionou aos alunos sobre o Proálcool:

P: O que vocês sabem sobre o Proálcool?

A: Há alguns anos ocorreu uma crise na Ásia, o que deixou o preço da gasolina muito cara, aí o programa surgiu mais ou menos na década de oitenta como um biocombustível alternativo, porque a gasolina estava muito cara.

Sabendo que os alunos já conheciam um pouco do tema, o pesquisador iniciou um relato, explicando a história do surgimento do programa Proálcool, e como o poder político influenciou em diferentes meios, como na ciência ao investir em pesquisa para tornar a gasolina mais barata, na economia do país com a expansão dos canais, na sociedade com as pessoas abastecendo em seus carros um combustível diferenciado.

Nesse momento também se abriu parênteses na aula para a discussão dos mitos articulados por Auler (2002) apresentados no referencial teórico desta dissertação, o pesquisador perguntou:

P: A ciência e a tecnologia resolvem os problemas da humanidade?

A1: Não

A2: Depende

A2: tipo às vezes não ela sozinho, mas, a ciência é tudo, então a ciência consegue, tudo é ciência

A3: Ahh eu acho que não hein, se não, não teria mais problemas.

A4: Ahh quanto mais tecnologia, aí eu acho que surge mais problemas

A5: Eu concordo! Quer melhorar uma coisa e piora outro.

O pesquisador continuou a explicação:

P: tá tendo muito assalto, na cidade, o que vou fazer? Vamos investir em segurança? Investir na ciência, para desenvolver métodos de segurança! Comprar uma cerca elétrica! Isso vai resolver o problema da violência?

A: Não

P: Não vai porque o problema da violência, não envolve invenções tecnológicas, ciência no estudo de novos equipamentos. Envolvem complexas questões sociais.

P: Ahh o petróleo é muito poluente, vamos criar um biocombustível? Vai acabar com a poluição?

A: Não!

P: É, porque para a poluição acabar ou reduzir drasticamente, as pessoas precisam mudar seus comportamentos, deixar de andar de carro e utilizar transporte coletivo, ou outros transportes que não poluem, mas aí entra a qualidade do nosso transporte público, isso desmotiva as pessoas a deixarem seus carros, aí notamos novamente questões sociais que não tem grande influência não podem ser resolvidos pela visão errônea de resolução de problemas por parte da ciência.

O objetivo da discussão era desmistificar a ideia de ciência salvacionista, capaz de resolver todos os problemas da humanidade, com apenas soluções técnicas sem considerar fatores socioeconômicos. A discussão continuou:

P: Outra coisa..a ciência e tecnologia sempre evolui para o progresso? A gente está em um ritmo que não dá mais para voltar rumo ao progresso?

A: Não!

P: Por exemplo, a vinda das usinas para cá para os povos indígenas foi um progresso no vídeo?

A: Não!

P: A bomba atômica foi um progresso?

A1: Foi

A2: De certa forma foi!

A2: Eu acho que a ciência é um progresso, só que o modo capitalista de usar a ciência faz com que ela não seja um progresso, a ciência em si é, se usada da forma certa. Se usada na medicina por exemplo.

P: Ciência está ligada a interesses humanos, políticos.

No discurso aqui apresentado o aluno entende que a ciência tem influência da sociedade, que existem interesses no desenvolvimento científico que envolve também fins econômicos, o destaque ali na bomba atômica está na contradição que pode existir entre ciência e progresso.

As questões sociocientíficas permitem problematizar a relação ciência e sociedade e assim notar as influências mútuas e como o conhecimento científico é elaborado, abordá-las de acordo com Reis e Galvão (2005) auxiliam:

Na construção de um conceito de ciência como empreendimento: (1) humano, influenciado por valores; e (2) coletivo, cujo avanço depende decisivamente da discussão de ideias e de opiniões; Na mudança de um conceito de ciência como disciplina bem delimitada, com respostas seguras em que a incerteza, a dúvida e o debate não são admissíveis.
(REIS; GALVÃO, 2005, p. 155)

O debate promove essa compreensão, de que existem valores que permeiam o fazer ciência, isso desde a escolha da agenda de pesquisa, permitindo o questionamento da neutralidade científica (AULER, 2001).

Após esse momento de discussão, foi desenvolvida uma nova atividade, o objetivo da atividade era descobrir o que os alunos sabem sobre o processamento da cana-de-açúcar em uma usina para a obtenção de açúcar e álcool. O pesquisador anotou no quadro várias palavras (Quadro 7) que são correspondentes às etapas que envolvem a cana-de-açúcar em uma usina.

Quadro 7 - Palavras utilizadas na atividade para processos industriais cana-de-açúcar

Banho Químico	Destilação	Purificação	Limpeza
Separação e pesagem		cana-de-açúcar na lavoura	
Picadores	Fermentação	Armazenamento e Logística	

Fonte: Dados do autor

Em seguida, foi pedido aos alunos que colocassem em uma ordem de 1 a 10 o que eles acreditassem que fosse o processamento da cana, em qual das palavras se iniciava e qual terminaria, seria a última, buscando verificar o que eles sabem do processamento industrial.

Nessa etapa surgiram alguns questionamentos:

“O que é picadores?”, “Armazenagem e Logística é para o etanol ou para a cana-de-açúcar?”, “Destilar é separar?”, “Como é esse banho químico?”, “As melhores canas vão para produção do açúcar e as piores para o álcool?”

Aliado a essa atividade, apresentou-se também um questionário com três perguntas (Quadro 8) que relacionam a química com o setor sucroalcooleiro.

Quadro 8 - Questionário para processos industriais da cana-de-açúcar

- 1- O que é utilizado no banho químico e na fermentação?
- 2- Como acontece a destilação?
- 3- Em que momento da produção o açúcar é separado do álcool?

Fonte: Dados do autor

Os alunos apresentaram muitas dúvidas nas duas atividades, não sabiam o que era o banho químico, que reagentes poderiam ser utilizados, e também sempre questionavam na aula em que etapa o processo seria diferenciado para a produção do açúcar e do etanol, o pesquisador orientou que caso não soubessem poderiam colocar na resposta que não sabem, pois o conteúdo seria discutido posteriormente.

A atividade foi proposta individualmente, mas por já estarem habituados ao diálogo nas atividades propostas anteriormente alguns alunos expuseram sua forma de pensar aos

colegas que estavam próximos no momento da aplicação, como as falas a seguir, em que eles procuram explicar como acontecem as etapas que envolvem a cana-de-açúcar industrialmente:

“Eu acho que primeiro separa e faz tudo e depois que ele limpa”

“Eu acho que limpa primeiro.”

“Eu não entendi o banho químico...”

“Eu acho que a etapa de separação do açúcar e do álcool é a destilação!”

Analisando os resultados das respostas apresentadas no questionário nota-se que todos os alunos cometeram erros ao elencar as etapas do processamento da cana-de-açúcar nas usinas. Os erros que eles cometeram se concentrou na relação banho químico → purificação → fermentação → destilação. Alguns deles (A2, A5, A10) consideraram para a produção do álcool a destilação como uma etapa anterior a fermentação. Atribuíram também a etapa de purificação como a penúltima etapa, (A1, A2, A3, A5, A6, A11 e A12) sem saber que após o banho químico é que o caldo precisa ser purificado.

Os equívocos cometidos por eles evidenciam que eles desconhecem a totalidade dos processos de produção do açúcar e álcool. Em relação ao questionário, os alunos apresentaram respostas breves, sem explicações detalhadas, A2, A4, A5, A7, A8, A9, A10, A11, A12 responderam que não sabiam do que se tratava o banho químico. Quanto a fermentação eles definiram:

A6: *“Com a ajuda de fungos”*

A8: *“Feita por fungos”*

A10: *“Acredito que a fermentação é feita por bactérias”*

A12: *“Creio que a fermentação é feita por bactérias”*

Na segunda questão sobre como acontece a destilação a maioria dos alunos respondeu que é um processo de separação:

A2: *“Separação de soluções”*

A3: *“Separação de Substâncias ou soluções”*

A12: *“Destilação é a separação de soluções, mas não tenho certeza de como é o processo”*

Os alunos apenas definiram em suas repostas a ideia geral do que é a destilação, mas não procuraram explicar como acontece o processo, exceto A8 que respondeu de forma breve:

A8: *“Com aquecimento do produto”*

A maioria deles atribuiu a destilação sendo a etapa de separação do açúcar do álcool, demonstrando o pouco conhecimento do uso desse processo nas usinas sucroalcooleiras.

A4: *“É um processo de separação do açúcar e do álcool”*

A5: *“Com a separação do álcool do açúcar”*

A7: *“É separado o que usa para o álcool e para o açúcar”*

A9: *“É um processo de separação do açúcar e do álcool”*

Nota-se que por saberem previamente que existem etapas diferentes no interior das usinas para a produção dos subprodutos da cana e por se lembrarem que a destilação é um processo de “separação de soluções” eles atribuíram justamente a destilação o processo de separação do açúcar e do álcool.

Dessa forma, confirmando o resultado observado na questão 1, os alunos A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10 e A12, atribuem a etapa de destilação como a responsável pela separação do açúcar do álcool. Apenas A1 respondeu corretamente ao citar a purificação como a etapa de separação do caldo para fazer açúcar e para produzir o álcool.

Aula 8

Nessa aula, os alunos foram destinados à sala de tecnologia (STE) uma sala na escola que apresenta computadores para acesso a internet em pesquisas, mas que pode ser utilizada também para apresentações com data-show.

O objetivo da aula era que os alunos entendessem como acontece o processamento da cana-de-açúcar nas etapas envolvidas para obtenção do açúcar e álcool e também que percebessem nesses processos conhecimentos químicos presentes. O vídeo apresentado foi “Plantio, fertilização e vinhaça”, este abordava como ocorre o plantio da cana, os procedimentos necessários no solo, a ciência presente no estudo e desenvolvimento de variedades da planta e a fertirrigação a partir da vinhaça.

Em seguida, iniciou-se a explicação por slides com o título “Conhecendo melhor a cana-de-açúcar”, os slides começavam mostrando as variedades de espécies da cana e como elas são utilizadas para diferentes fins dependendo de sua espécie, o pesquisador comentou aspectos gerais da planta, como seu tempo de crescimento, suas partes, onde a cana surgiu e como chegou ao Brasil.

Os alunos ficaram atentos a exibição de slides, eles poderiam participar a qualquer momento da aula, ficaram impressionados ao saber que existem centenas de espécies de cana e que ela não é uma planta de origem brasileira.

Aula 9

O vídeo desenvolvido nessa aula chama-se “Processo Industrial açúcar e álcool” foi gravado em uma usina de açúcar e álcool e ele demonstrava desde a chegada do caminhão com a cana colhida, até seus diferentes processos para se obter os produtos e os resíduos produzidos. Sempre após o vídeo, o professor perguntava aos alunos se compreenderam do que o vídeo se tratava, se perceberam o conteúdo do vídeo. Na explicação por slides, os alunos também eram instigados a participarem seja com perguntas feitas à eles, ou que eles mesmos poderiam fazer.

Nas etapas de processamento se notava no vídeo procedimentos químicos, como a destilação, a fermentação, a separação das misturas e esses conteúdos foram discutidos na exibição dos slides (APÊNDICE C) e com a apresentação de uma figura (Figura 2). Ao notarem a figura alguns alunos se sentiram incomodados, ou deram um sorriso, porque notaram o que haviam acertado ou errado ao relatar as etapas para a produção de açúcar e álcool em uma usina em uma atividade da aula anterior.

Figura 2 – Funcionamento de uma usina sucroalcooleira

Como funciona uma usina de álcool

Do canavial ao posto de gasolina, todas as fases da produção

1 CANA-DE-ACÚCAR

Colhida entre fins de março e começo de dezembro no Estado de São Paulo. Na média, são 86 toneladas por hectare. O valor dessa matéria-prima está no teor de sacarose contido no caule da planta

2 SEPARAÇÃO E PESAGEM

Na entrada da usina, os caminhões são pesados, calculando-se a remuneração do fornecedor independente, assim como o valor que corresponde aos cortadores que trabalham na colheita manual

3 LIMPEZA

Restos de palha, gravetos, areia, pedriscos e terra são removidos por lavagem em esteiras contínuas. Essa água é reciclada e circula várias vezes, em circuito fechado. Hoje, o processo industrial consome menos de 20% da água que era necessária 30 anos atrás

4 PICADORES

Os caules são picados em toletes de comprimento mais ou menos regular, etapa importante para melhor aproveitamento do processo automático que vem a seguir

6 BANHO QUÍMICO

Começa o tratamento do caldo. A primeira parada é nos misturadores, onde se adicionam substâncias químicas que uniformizam o líquido e forçam o depósito, no fundo do tanque, dos traços de celulose que acompanharam o caldo

7 PURIFICAÇÃO

A seguir se retiram os aditivos químicos da fase anterior, que também são reciclados e aproveitados várias vezes. Na sequência do processo industrial, entram somente substâncias naturais

5 SEPARAÇÃO

Moendas separam o caldo, que nada mais é que a garapa vendida nas feiras livres. Sobram 250 quilos de bagaço por tonelada de cana

8 FERMENTAÇÃO

Um dos grandes segredos do sucesso do etanol brasileiro, as cepas de enzimas que provocam a fermentação natural do caldo têm a missão de quebrar as moléculas de sacarose para que o mosto, obtido depois de um período que pode variar entre oito e 15 horas, ofereça a produtividade esperada

9 DESTILAÇÃO

Calor e alta pressão gerada nas caldeiras fazem o salto definitivo do processo físico-químico que libera o biocombustível. As torres de destilação são feitas de aço inoxidável e representam a parte mais sofisticada do equipamento da usina

HIDRATADO

Na saída da destilação, o etanol traz uma porcentagem de água, na transformação química. Essa parte, geralmente entre 4% e 6% integra o combustível chamado álcool hidratado

ANIDRO

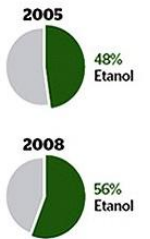
Alcool desidratado em processamento adicional, serve para a mistura de 23% na gasolina brasileira. Algumas usinas preferem desidratar todo o seu álcool e, depois, acrescentar água pura quando vendem uma partida de "hidratado"

10 ARMAZENAGEM E LOGÍSTICA

A rede brasileira de dutos é limitada. As usinas precisam de grandes instalações para armazenagem. Mais: o escoamento se faz basicamente por caminhões no Brasil, enquanto os Estados Unidos aproveitam hidrovias e uma gigantesca malha de dutos

ACÚCAR X ALCOOL

A proporção de cana que vira etanol ou açúcar varia conforme o preço. Hoje, a vantagem é do etanol



ENERGIA

O bagaço, adicionado à palha que foi recolhida na limpeza, abastece caldeiras de alta pressão, que alimentam turbinas e, assim, fornecem toda a eletricidade necessária ao funcionamento da usina. A sobra é vendida a concessionárias de eletricidade

Infográfico: Gerson Mora e Nilson Cardoso

Fonte: Revista Época, 2011.

Aula 10

Neste dia realizou-se o experimento sobre a fermentação no laboratório da escola. A escola conta com um laboratório de Química, mas que infelizmente não está bem equipado

em relação a vidrarias e aparatos, lá também não há energia elétrica sendo necessário o uso de extensões que se conectem a salas próximas para ligar os equipamentos.

No dia utilizaram-se equipamentos e vidrarias emprestados pela universidade são eles: manta de aquecimento, suporte, balão de destilação, condensador e mangueiras, para montar um aparato de destilação simples, demonstrando aos alunos como acontece a separação do caldo fermentado e o álcool.

O pesquisador deixou por 12 horas fermentando 1 litro de caldo de cana-de-açúcar (garapa) com um pacote de fermento biológico, em uma garrafa semi-aberta para que acontecesse a liberação do gás.

Ao chegar à aula, apresentaram-se aos alunos as vidrarias, eles não sabiam seus nomes, alguns conheciam apenas o béquer. Alguns diálogos e questionamentos ocorreram na realização do experimento:

P: O que vai sair desse lado (o lado em que está o condensador)?

A: O álcool, etanol.

P: Na usina é a mesma ideia, só que lá acontece naquelas torres de destilação que vocês viram. A garapa fermentada é esquentada e eles conseguem extrair o álcool, o que sobra é a vinhaça, que eles aproveitam como adubo.

A1: Meu Deus! E se explodir o negócio aqui?

P: Não, eu já testei.

P: O vapor resfriado vai sair líquido.

P: Isso aqui vai esquentar bastante!

A: Nós estamos em crise e vai gastar água.

A1: Tá fervendo professor!

A2: Ainda não!

A1: Tô com medo de isso explodir!

Os alunos estavam bastante interessados na aplicação do experimento, eles queriam participar do procedimento, afirmaram que nunca haviam presenciado um processo de destilação antes. Nota-se no discurso a comum e errônea visão de relacionar experimentos químicos com explosões, até mesmo com a falta de segurança.

Prosseguindo o experimento o pesquisador explicou aos alunos como aconteceria o processo de separação.

P: Então a água que está aqui, vai passar por fora do tubo e vai resfriar o gás que está aqui dentro, qual é esse gás? É o álcool.

A3: É já tá esquentando já, está formando bolinhas.

P: Gente! Aqui tem um teor de álcool e também de água, como essa destilação é simples, vai sair um pouco de água aqui também, se fosse a fracionada, vocês já ouviram falar da destilação fracionada?

A: Já!

P: O aproveitamento com o álcool ia ser maior, teria um teor de álcool maior.

A4: Professor você deveria ter ligado esse negócio antes.

P: eu não posso deixar no laboratório sozinho, se desse algum problema.

A1: Olha lá, já tá coisando, tá com a fumacinha ali

(Alunos se reuniram mais perto)

A3: É dá para ver mesmo!

P: Vai começar a ferver mesmo.

P: Esse processo tem muita gente que faz bebida em casa e que utiliza, aí faz um destilador artesanal, vocês já ouviram falar disso alguma vez?

A5: Já! Já ouvi falar com milho

P: Gente tudo aquilo que você coloca o lêvedo, a reação tem que ter o açúcar, o carboidrato, que reage e promove a fermentação.

A6: A fermentação libera álcool né? No pão acontece a fermentação?

P: Sim! Porque no pão eu tenho o trigo que é um carboidrato, tudo o que tem carboidrato pode ser fermentado.

A6: No caso é, quando a gente tem o milho, a gente obtém o etanol?

P: Sim! Mas com o amido, a rota para obter o etanol é mais complicada, com o amido, o milho, gasta mais na rota.

A4: Será que não tá vazando?

A6: mas a destilação do petróleo, é assim?

P: não! A destilação do petróleo é fracionada, porque eu quero extrair partes de cada coisa, piche, gasolina, em cada temperatura.

As evidências do processo de separação da mistura eram expressas pelos alunos com os seguintes termos: fumacinha, formação de bolinhas. Eles sabiam que a destilação é utilizada para fazer bebidas alcoólicas. Um aluno sabia da possibilidade de fermentação de outros carboidratos como o milho e vendo o experimento outro aluno relacionou com a fermentação no pão.

Esse mesmo aluno (A6) sabia que havia processo de destilação na obtenção de produtos do petróleo e então ele questionou se o processo na refinaria era o mesmo. A aula prosseguiu:

A6: Aqui está liberando vapor né?

P: Siim! Libera vapor, teor de álcool e teor de etanol.

A1: Está começando a ferver!

A3: Olha está mexendo!

A4: tá quente professor?

A6: professor na usina termelétrica tem esse mesmo modelo né, a água esquenta assim no mesmo estilo, numa caldeira.

A7: E essa água utilizada na destilação? Vai reaproveitar?

P: Olha infelizmente em alguns processos químicos gastam muita água, aí eles tentam reaproveitar nas indústrias.

P: vamos pessoal! Olha tá fervendo

A2: Ohh agora vai! Nossa cheiro de álcool!

A3: Agora é cheiro de álcool, etanol.

P: Depois de um tempo e tal...

A1: 10 anos depois!

A2: Aí tá saindo, tá saindo!

P: Tá saindo?

A5: O que?

A2: Olha lá! Olha lá!

P: Olha aqui vai começar a pingar gotinhas, que é o álcool.

A: Aeeeeeee (festejando)

A1: Pode beber?

A5: Tá cheirando pinga!

P: Eu vou passar o álcool para vocês verem!

A4: Deixa eu ver! Nossa tem cheiro de álcool, tem cheiro de pinga!

A2: Tem cheiro de pinga mesmo!

A2: Dá para beber?

P: Olha eu não recomendo

A6: tem certos vinhos também né? Feitos assim.

A7: Professor! Não joga essa água fora, viu?

P: Deu para perceber que á álcool?

A1: Deu!

Ao fim eles perceberam a separação do álcool, sobretudo pelo cheiro que eles identificaram no ambiente, além disso, relacionaram com bebidas como a pinga. Foi um destaque também na aplicação do experimento a preocupação que os alunos tiveram com a água utilizada na destilação para resfriar o condensador, a água foi armazenada em um balde e eles perguntaram como essa água seria reaproveitada, queriam saber o que seria feito com ela após a aula, alegaram que estamos em tempo de crise e que não se deve jogar água fora.

O experimento atuou como um fator de motivação para os alunos, que pode provocar o interesse pelo conteúdo, pois quando feito de forma investigativa permite a participação, porém foi notório na aula o imediatismo que eles buscam nos procedimentos experimentais, eles logo querem visualizar algo que os impressione, sem muito questionar ou entender que conhecimentos estão envolvidos naquele fenômeno. Foi comum na aula, os alunos se dispersarem ou se mostrarem ansiosos pelo aquecimento do caldo e o início da liberação de vapor de etanol.

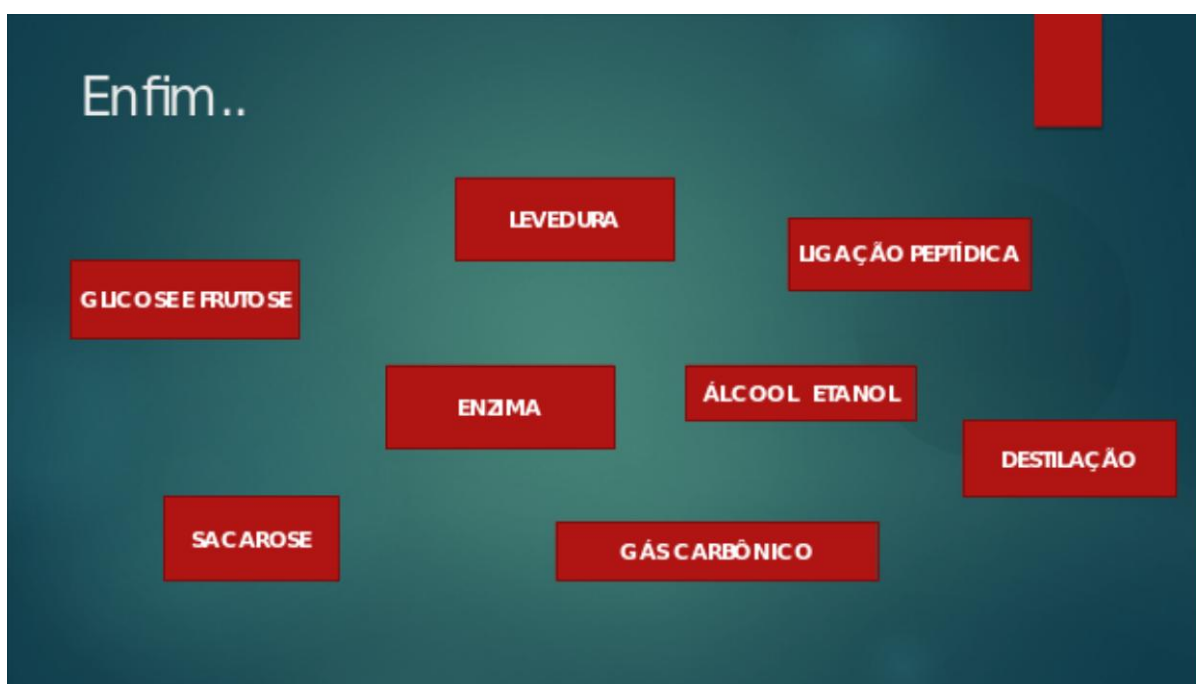
Aula 11

Buscando uma avaliação diferenciada que demonstrasse os resultados em relação ao experimento e abordagens da química no processamento da cana, foi desenvolvida uma atividade em que os alunos deveriam explicar com suas palavras o processo de Fermentação, utilizando palavras-chave projetadas em um quadro (Figura 3), presentes no conceito do que é a fermentação.

Desde o início das explicações, o objetivo não era que os alunos decorassem as etapas, ou como acontecem detalhadamente os processos químicos, mas sim que eles assimilassem de que maneira conceitos químicos estão presentes no tratamento industrial para a obtenção do açúcar e álcool.

Portanto, essa atividade contribui para os alunos expressarem seu entendimento, utilizando ou não todas as palavras presentes no quadro.

Figura 3 - Palavras-chave para a atividade de explicação da fermentação

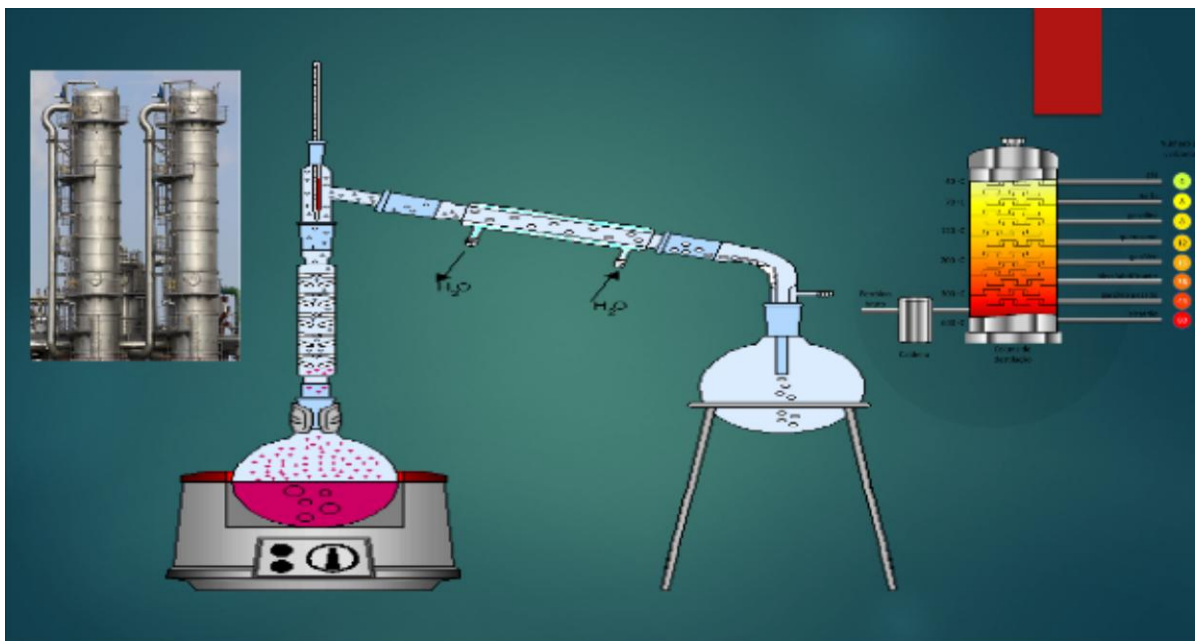


Fonte: Dados do autor.

Após isso, foi apresentada na sala de aula com o uso do projetor multimídia, uma animação que mostrava a destilação como a realizada no experimento (Figura 4), os alunos deveriam relatar a partir de seus conhecimentos como acontecia o processo de destilação, o nome das vidrarias caso se lembrassem, e para o que ela é utilizada em uma usina de açúcar e álcool. Essa atividade pretendia verificar o aprendizado em relação ao experimento. Foi feita a seguinte colocação:

“Escreva sobre a destilação: Como é o processo? Para que é usado na usina?”

Figura 4 – Animação utilizada para os alunos explicarem a destilação



Fonte: Unesp, 2001. Site: <http://www2.fc.unesp.br/lvq/animations.htm>

Os alunos tiveram dificuldades em colocar o nome das vidrarias, sempre perguntavam isso. Após a atividade experimental de destilação e as explicações em sala sobre os processos de fermentação eles passaram a apresentar uma evolução nas respostas apresentadas ao serem questionados sobre como acontece a destilação, qual sua importância nas usinas sucroalcooleiras e ao explicar a fermentação.

Novos termos surgiram na resposta sobre destilação como: ebulição, condensação, vapor, resfriar, separação da vinhaça.

A2: *“A destilação é um processo da usina onde ocorre a separação de produtos, existe o aquecimento desses produtos, que são separados através do estado líquido e gasoso, esse processo ocorre nos destiladores ou torres de destilação de uma usina”*

A2 fez uma transposição do processo com o que acontece nas usinas citando as torres de destilação.

A4: *“O processo de destilação começa com o aquecimento do líquido que ao ferver libera gás. Este por sua vez sobe no balão de destilação em direção ao tubo que contém água, cuja função é resfriar para que o gás volte a ser líquido e pingar no balão volumétrico. Esse processo é usado na usina para separar o álcool da vinhaça.*

A4 explicou utilizando a imagem do experimento montado na aula anterior ao escrever balão de destilação, citou de forma correta onde é empregado na usina e articulou com o resíduo que é produzido no processo (vinhaça).

A8: “O caldo é colocado no balão de destilação e é aquecido é o ponto de ebulição do álcool, com isso o vapor do álcool começa a passar pelos obstáculos e o vapor de outros líquidos que sobem junto com o do álcool quando chega nos obstáculos ele volta a ser líquido e só o vapor do álcool passa até o condensador que é onde o vapor entra em contato com a água que resfria o vapor transformando-o de volta em líquido e assim ele sai um álcool quase puro.”

Na resposta de A8 ele explica como acontece o processo de destilação fracionada, ao citar a palavra “obstáculos”, e relata a função desses obstáculos para impedir a passagem de outros vapores ao condensador, ele também apresenta que o álcool produzido não é puro, reconhece que mesmo sendo fracionada ainda existe um teor de água no álcool destilado.

A12: “Funciona para a separação de substâncias líquidas com ponto de ebulição muito próximo um do outro. A solução é colocada no balão de destilação aquecido e quando atinge uma temperatura em que ambas as substâncias começam a evaporar, uma delas encontra um obstáculo resfriado e volta ao estado líquido em outro recipiente, e assim ambos são separados. Na usina esse processo é usado na separação do álcool do caldo fermentado.”

Da mesma forma, A12 responde de forma detalhada o processo de destilação e como é utilizado nas usinas. Nesse momento da atividade os alunos sabem, conhecem em que parte do processo na usina o álcool é extraído do caldo e como acontece a extração, com o uso da destilação.

Na resposta sobre fermentação também, eles passaram a articular os conceitos presentes na atividade, discutindo de forma detalhada o processo de fermentação, entendendo que ele acontece antes da destilação e que seu objetivo é a formação do álcool, a partir de reações enzimáticas.

A2: “A etapa de fermentação começa com a enzima que vem da levedura que quebra a sacarose transformando-a em glicose e frutose, ocorre também a liberação do gás carbônico, e logo depois na destilação o álcool etanol é separado.”

A5: “Para começar o processo pegam o caldo de cana e adicionamos a levedura que produz uma enzima que tem ligações peptídicas essa enzima reage e faz o processo de hidrólise que é a transformação da sacarose em glicose e frutose e nesse processo de fermentação é liberado o gás carbônico depois ocorre a destilação que separa o

álcool etanol e o que sobra da destilação é chamada vinhaça rica em vitaminas para o solo.”

A8: “No caldo é adicionado uma levedura para acelerar o processo de fermentação, com a levedura está com enzimas que se ligam com a sacarose (ligação peptídica) transformando a sacarose em glicose e frutose, liberando gás carbônico (CO₂) e depois é feita a destilação separando o álcool da vinhaça.”

A10: “Na sacarose é adicionada uma levedura, que contém uma enzima, que a quebra, formando a glicose e a frutose. Ela forma esses dois produtos, por meio de ligações peptídicas, formam a molécula de água também. E nesse processo é emitido gás carbônico. Depois na destilação é separado o álcool etanol da água.”

A12: “A fermentação funciona com uma enzima proveniente da levedura que quebra a sacarose formando glicose e frutose, nesse processo há a liberação de CO₂. Depois, o álcool etanol é separado da água pela destilação.”

Aula 12

A aula foi realizada na sala de vídeo com uma palestra ministrada pela professora Dr^a Jane Magalhães que leciona no curso de Engenharia de Produção na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Sua tese de doutorado foi pautada no destino dos resíduos produzidos pelas usinas sucroalcooleiras na região de Dourados, como as aulas sobre os processos industriais da cana-de-açúcar já havia acontecido, seria relevante nesse momento discutir os resíduos, quais são eles, como são destinados, que impactos podem trazer para o meio ambiente, como as usinas da região estão cuidando de seus resíduos.

A aula foi muito bem aproveitada, a palestra durou cerca de trinta e cinco minutos e era motivador perceber o interesse dos alunos na palestra e a forma como participaram, eles já estavam envolvidos com o tema e durante toda a palestra prestaram a atenção no que a professora explicava.

Foram feitos alguns questionamentos da parte deles:

“Tem vários produtos que podem ser produzidos a partir do bagaço da cana, só que aqui no estado nenhum é utilizado. Tem algum lugar no Brasil em que é utilizado?”

“E as produções desses produtos, a cera ou os cosméticos, a própria usina ela já encaminha para um setor responsável por isso? Ou as empresas compram a matéria-prima para fazer?”

“As empresas que usam a maior parte desses (resíduos)além de estar ajudando o meio ambiente, elas recebem algum incentivo do governo? A de Piracicaba recebe?”

“Em que ano.. assim eu diria a perspectiva de que o Brasil possa produzir uma quantidade de etanol que seja e as usinas estejam suficientemente, estejam economicamente e socialmente viáveis em todos os aspectos e possa contribuir para o crescimento do Brasil?”

“Durante os próximos anos existia a previsão que mais usinas, viessem para região, para o sul do estado, o que é mais provável as estruturas dessa usinas sejam sustentáveis assim ou como as que estão agora?”

“Todas as empresas citadas responderam tranquilamente o seu questionário?”

“Por que é necessário que o álcool vá para São Paulo?”

“Mas caso se não precisasse o álcool produzido já na usina ele poderia ir para o posto de combustível?”

“Nessa distribuidora tem algum processo a mais? O que que acontece?”

“Sobre a questão ambiental, a emissão de poluentes, o etanol não é 100%, ele emite uma porcentagem baixa de poluentes?”

“E para região norte do estado o incentivo fiscal é baixo?”

“É mais economicamente vantajoso, uma indústria ter todos esses fatores assim quando chegar no final da cadeia, ou é melhor elas serem igual as usinas daqui que só tem a fertirrigação e o envio do resíduo?”

“E a fertirrigação e a produção de energia é o mínimo que ela tem que fazer para ser certificada?”

Aula 13

Foi revisado na aula, partes da discussão feitas com a professora Jane na aula anterior, sobre a produção e utilização de resíduos no estado e como é feito em outros lugares.

A aula tratou da discussão ambiental, na exposição de conhecimentos que tratem do solo, da química do solo e de como uma monocultura pode influenciar negativamente a qualidade do solo. Ao serem questionados sobre que há no solo os alunos responderam nutrientes, o professor então explicou que esses nutrientes são componentes químicos, que, além disso, há toda uma microbiologia no solo, e que o plantio intensivo de uma cultura, como acontece com a cana esgota cada vez mais esse solo, retira seus nutrientes tornando-o pobre.

Outro ponto que os alunos articularam nesse momento é que o plantio intensivo de cana-de-açúcar pode prejudicar a produção de outras culturas como a soja e o milho o que segundo eles causaria o aumento no preço dos alimentos.

Aula 14

Continuando a discussão sobre o solo e os subprodutos do processamento da cana-de-açúcar, o pesquisador destacou as características da vinhaça, e seus efeitos ao meio ambiente. Apresentou-se aos alunos sua composição química, de onde ela é obtida, o fenômeno de eutrofização caso ela seja lançada em rios, e o que tem sido feito com ela atualmente em algumas usinas na técnica de fertirrigação (Apêndice D).

Destacou-se também a produção e aproveitamento da torta de filtro realizado nas usinas sucroalcooleiras. A seguir um diálogo ocorrido na aula.

A: A torta de filtro tem um teor de cal e enxofre na composição dela?

P: Sim, ela tem um teor.

A: Aí ela pode ser usada como adubo? Isso prejudica ainda mais? A longo prazo causa impacto?

P: Sim! Porque depende da forma como ela é utilizada, mesmo tendo nutrientes importantes ao solo em excesso ela pode fazer mal, vamos ver um exemplo com a vinhaça.

P: Será que a fertirrigação só faz bem ao meio ambiente?

A1: Não! A vinhaça ela tem bastante enxofre, ela é ácida pode contaminar o solo.

A2: Pode contaminar o lençol freático.

A3: A composição dela não vai fazer totalmente bem ao solo.

A4: A vinhaça mata o solo.

A5: Não é toda lavoura que tem a fertirrigação né?

Nesse momento, os alunos assistiram a um vídeo chamado “Mosca da vinhaça volta com força total e atormenta criadores de gado” exibido no jornal SBT MS em 2013, o vídeo mostra como as moscas estavam afetando produtores de gado na região de Nova Alvorada do Sul, devido o manejo inadequado da fertirrigação por parte das usinas da região.

O que ocorria era um lançamento de excesso de vinhaça no solo, esta acabava empochando sendo esse material um atrativo para moscas que se reproduziam rapidamente e sugavam o sangue do gado e cavalos de pecuaristas da região. Além disso, a reportagem mostrou peixes mortos em um córrego que passa atrás da usina, provavelmente por descarte de vinhaça realizado ali.

O pesquisador então questionou os alunos:

P: O uso de vinhaça só faz bem então ao meio ambiente?

A1: Não faz bem ao meio ambiente!

P: Tem algum impasse no vídeo, alguma controvérsia?

A1: A mosca,

A2: a poluição do solo

P: No que a fertirrigação é boa?

A3: mas não pode jogar no solo, não pode jogar na água qual seria o outro descarte?

A4: mas não é que não pode jogar no solo, pode jogar, mas jogar certo né.

A5: Não jogar em excesso.

A5: No vídeo estava jogando em um lugar só.

A6: vai acumulando, a terra vai absorvendo muito em um lugar só.

A7: na pesquisa da professora Jane quais eram os destinos da vinhaça, era só a fertirrigação?

P: sim! É o que a gente faz aqui

A8: mas só pode usar na cana? Por que se não dava para usar, distribuir, fazer fertilizantes para pessoas que plantam outras coisas.

A7: vender para pequenos produtores

A9: Perto dessa usina tem outras? Por que se tivesse poderia vender o produto para outras, ele iria gerar lucro com uma coisa que ta...

A1: mas eu acho que a outra usina não compraria uma coisa que ela mesma consegue produzir.

A9: mas se fosse para colaborar com o solo.

P: mas entre colaborar com o solo e o dinheiro o que para eles vem primeiro?

A7: mas daí, dava para vender pra grandes produtores de milho, soja e outras coisas.

P: Realmente a área plantada de cana para uso da vinhaça na fertirrigação em Nova Alvorada do Sul é bem menor do que deveria ser, teria que ter mais canavial, para usar adequadamente o resíduo.

A5: mas se você aumentar a produção de cana não vai aumentar a produção de vinhaça?

A4: Professor, mas a vinhaça não pode ser utilizada em outras plantações?

P: Sim

A7: Por que às vezes ao redor das usinas tem outras plantações, que não é cana, de outras fazendas, aí eles poderiam vender.

A10: mas o produtor não vai querer comprar.

A7: Não tem como a Química tirar a parte ruim da vinhaça, o cal?

A5: As moscas estão machucando os animais.

P: Qual seria a solução do problema:

A8: Vender a vinhaça para outros proprietários.

Na discussão apresentada, os alunos se mostram preocupados com a realidade exposta no vídeo, e eles buscam discutir uma solução para o impasse, como a destinação da vinhaça como fertilizante para outras culturas de plantio, como venda ou doação para outros produtores da região.

A aplicação de resíduos de destilarias pode gerar benefícios na produção de cana de açúcar ou outras culturas comuns no cerrado, como a soja. O potássio, principal nutriente da vinhaça, é essencial para síntese de proteínas, ativação de diversos sistemas enzimáticos, regula a pressão osmótica entre outros processos (Novais et. al.2007).

Ao se considerar a expansão das usinas não se pode negar que esta irá trazer consequências ambientais, seja durante a implantação com a área em que será construída a indústria, seja com a área que será utilizada para plantio da cana-de-açúcar, e os resíduos que serão produzidos as formas como ocorrerão esse descarte, ou reaproveitamento.

De acordo com Freire (1987, p.97) “problematizar é exercer uma análise crítica sobre a realidade problema”, a realidade problema que é a expansão do setor sucroalcooleiro engloba essas questões ambientais que emergem como pontos a serem problematizados, a serem discutidos, é necessário que os alunos se vejam como pertencentes a comunidade que irá sofrer essas consequências, para assim poderem decidir e agir sobre ela. É imprescindível também entender os meios de reaproveitamento, como tem sido feito e o que ainda poderá ser feito.

Esses conhecimentos permitem ao aluno visualizar que o debate tem relação com ele, o problema influencia sua vida, pois ele está inserido na realidade em que este se desenvolve.

Aula 15

Essa aula se propôs a apresentar e discutir a prática das queimadas nos canaviais. Foi mostrado aos alunos no data-show imagens de um grande incêndio que aconteceu num canavial em Dourados em agosto de 2013 e perguntado se eles se lembravam do episódio, a maioria respondeu que sim, que se lembravam dos transtornos também que aquele incêndio trouxe para a cidade, como a falta de energia em alguns bairros.

O pesquisador então questionou:

P: Qual a finalidade da queima da cana-de-açúcar?

A1: Para tornar o corte mais simples

A2: Para queimar a palha

A3: Para plantar de novo

A4: Para tirar as palhas

P: Aqui em Dourados atualmente tem queima da cana-de-açúcar?

A1: Tem, tem

A5: Eu acho que não

A6: Eu já vi na região de Fátima do Sul, perto do sitio da minha avó.

A2: Eu acho que tem, mas acho que escondido, de madrugada.

Os alunos então leram o texto: “MPF consegue manter proibição da queima da cana-de-açúcar no cone sul de MS” (Anexo 3) e foram discutidos na aula alguns pontos que o texto apresentava, como: quando se iniciou a proibição, que grupos que querem a volta da queima, porque a queima foi proibida, porque ela era realizada. Em todos esses momentos, os alunos se mostraram atentos e comprometidos com a atividade.

Em seguida com o tempo que ainda restava da aula iniciou-se o terceiro momento pedagógico.

7.3 TERCEIRO MOMENTO PEDAGÓGICO: APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

Aula 16

Os alunos individualmente responderam um questionário que o professor titular deles consideraria como a prova bimestral. Nesse questionário, estava conceitos desenvolvidos durante a sequência didática, abordando questões ambientais, econômicas, sociais, a química envolvida no setor.

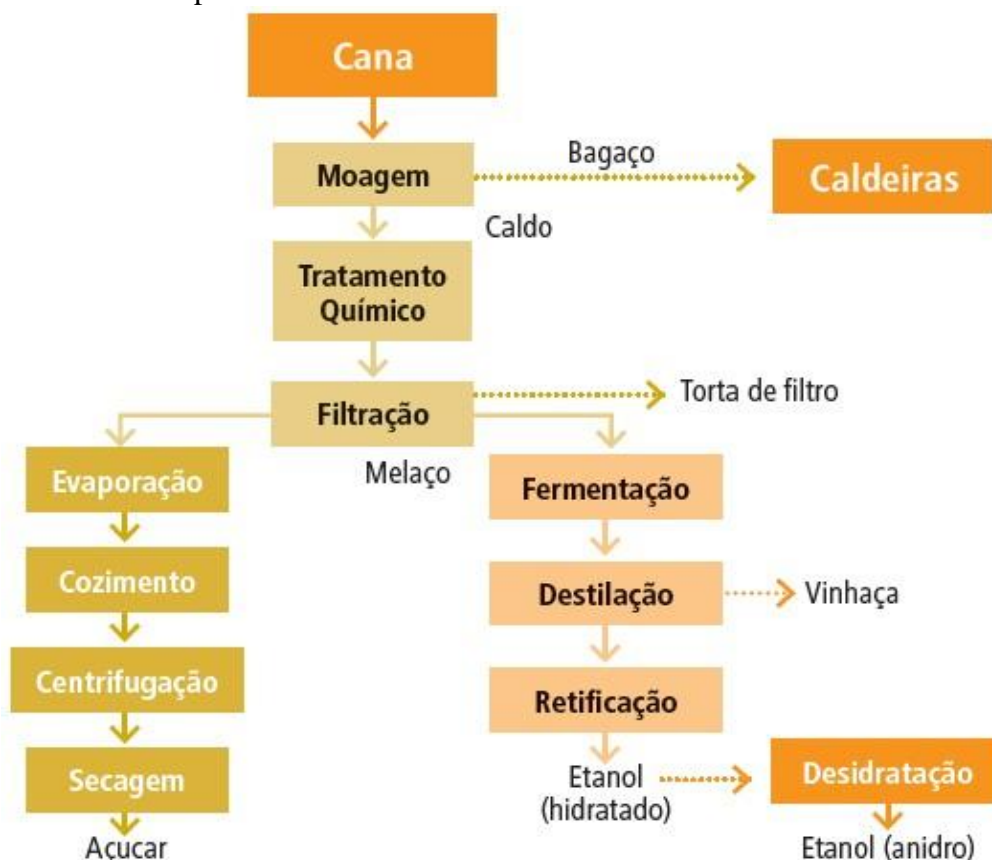
Durante a aplicação, os alunos se mostraram bastante envolvidos. O questionário apresentava no final um quadro branco sem texto, eles foram orientados a não preencherem nada dentro desse quadro, que seria utilizado em momento posterior.

O uso do quadro branco na folha com as perguntas foi utilizado pouco depois, a proposta da atividade era que eles fizessem individualmente expondo seus conhecimentos, mas depois eles pudessem se reunir em grupo para poderem discutir respostas e melhorar posicionamentos, mudar pontos de vista a partir dessa discussão, conseqüentemente o quadro branco na folha seria usado para reescrita da resposta após a discussão em grupo. Isso possibilita a análise do que eles não haviam se apropriado como conhecimento ainda e a estruturação do diálogo para a construção deste.

A análise do questionário final na etapa de aplicação do conhecimento envolveu apenas as questões 6,7, 8, foi feito o mesmo procedimento que a análise das redações iniciais aplicadas no primeiro momento pedagógico. As respostas foram organizadas em unidades de significado e posteriormente agrupadas em categorias iniciais, categorias intermediárias formando por fim as categorias finais. A escolha dessas três perguntas para a análise da atividade se baseia por elas tornarem possível “a tomada de decisão”, demonstrando o posicionamento dos alunos a partir dos conhecimentos desenvolvidos na sequência didática.

A seguir as questões da atividade desenvolvida e o quadro 9 com as categorias a partir das respostas para a questão 6.

- 1) Que fatores precisam ser considerados para a implantação de uma usina de açúcar e álcool?
- 2) Que controvérsias existiam no documentário “À sombra de um delírio verde” entre a instalação das usinas no Sul do estado e os povos indígenas? Quem está à sombra? Por que delírio verde?
- 3) Explique o seguinte organograma, de acordo com os seus conhecimentos, coloque palavras que relacionem os quadros ou conceitos que você considera importante ali, destacando a Química envolvida no processo.



- 4) Em sua opinião, qual a razão de segundo a palestra da professora Dra. Jane, as usinas daqui da região utilizarem os resíduos apenas para a fertirrigação, produção de energia e adubação do solo? De que outras formas os resíduos poderiam ser empregados?
- 5) Diante dos impactos ambientais apresentados nas aulas, você acredita que a população de Dourados está correndo algum risco ambiental?
- 6) “A Ciência sempre apresenta uma ótima solução para os problemas da humanidade! Vejam a produção do etanol! Ele é um biocombustível que substituirá a demanda por petróleo, assim não sofreremos com a falta de combustíveis.” Essa frase pode ser considerada verdadeira? Até que ponto ela faz sentido? Que impactos podem surgir com o uso intensivo do etanol?

7) Existem influências políticas em decisões que envolvem a Ciência? Como isso se relaciona com o Proálcool?

8) Com seus conhecimentos que você possui hoje, você apóia a instalação das usinas de açúcar e álcool (ou de novas usinas) aqui na região de Dourados? Avalie de forma crítica essas implantações.

Novas respostas (Quadro branco)

Quadro 9 - (Questão 6) “A Ciência sempre apresenta uma ótima solução para os problemas da humanidade! Vejam a produção do etanol! Ele é um biocombustível que substituirá a demanda por petróleo, assim não sofreremos com a falta de combustíveis.” Essa frase pode ser considerada verdadeira? Até que ponto ela faz sentido? Que impactos podem surgir com o uso intensivo do etanol?

CATEGORIA FINAL	CATEGORIAS INTERMEDIÁRIAS	CATEGORIAS INICIAIS	UNIDADES DE SIGNIFICADO	TOTAL
Divergências sobre o etanol	Consequências	Biocombustíveis	3 unidades	16 unidades
		Impactos socioambientais.	1 unidade	
	Influências Econômicas	Substituição da gasolina.	12 unidades	
A demanda por etanol promove impactos	Impactos Ambientais	Consumo excessivo de água	3 unidades	48 unidades
		Desgaste dos nutrientes e da microbiologia do solo	14 unidades	
		Aumento dos resíduos produzidos	7 unidades	
		Desmatamento	2 unidades	
	Impactos econômicos	Perda de outras culturas de plantio	13 unidades	
		Aumento do preço de outras culturas de plantio	9 unidades	
O uso da Ciência é controverso	Cientificismo	A ciência tem a solução	5 unidades	20 unidades
		As soluções dependem dos contextos	4 unidades	
	Dúvida sobre a Ciência	Às vezes a ciência não encontra solução para os problemas	11 unidades	
O uso do etanol é vantajoso	Vantagens do etanol	O etanol é mais barato	3 unidades	18 unidades
		Combustível renovável	9 unidades	
	Desvantagens da gasolina	Petróleo é uma fonte esgotável	6 unidades	

Fonte: Dados do autor

Na questão 6 verifica-se a presença de 4 categorias , a partir da análise das respostas dos alunos utilizando a Análise Textual Discursiva (ATD) são elas: “Divergências sobre o etanol”, “A demanda por etanol promove impactos”, “O uso da ciência é controverso” e “O uso do etanol é vantajoso”.

A questão perguntava aos alunos se eles consideram a Ciência como tendo as soluções para a humanidade, se consideram os biocombustíveis como o etanol um possível substituto para o uso do petróleo e os impactos que o plantio intensivo de cana-de-açúcar pode provocar. A seguir serão discutidas as categorias intermediárias e categorias iniciais dentro de cada categoria final conforme o quadro 9.

Na primeira categoria com total de 16 unidades “Divergências sobre o etanol”, os alunos refletiram se realmente o etanol iria substituir a demanda por petróleo e se posicionaram de forma contrária a essa substituição, destacando-se nas categorias intermediárias “consequências” e “economia”.

A categoria inicial biocombustível (3 unidades) foi apresentada juntamente com impactos socioambientais (1 unidade), parte dos alunos afirmam que os biocombustíveis provocam efeitos negativos sobre o meio ambiente e a sociedade, mesmo sendo considerados combustíveis “limpos”, eles também afirmam que o etanol não poderá substituir outros combustíveis fósseis provenientes do petróleo como o querosene e o óleo diesel, mas apenas a gasolina para carros comuns, dessa forma ele não é a solução para uma possível crise energética do petróleo.

Os alunos também apontam na resposta da questão 6 a categoria “A demanda por etanol promove impactos”, sendo a segunda desta análise. Eles avaliaram criticamente a questão e como resposta para a pergunta “Que impactos podem surgir com o uso intensivo do etanol?” emerge as categorias intermediárias “Impactos Ambientais” e “Impactos Econômicos”, sendo estes dois fatores os mais citados na expansão dos canaviais para a produção do etanol (48 unidades).

Em impactos ambientais analisando-se os resultados foram elencadas nas categorias iniciais “consumo excessivo de água” (3 unidades), desgaste do solo (14 unidades), aumento dos resíduos produzidos (7 unidades) e desmatamento (2 unidades).

Percebe-se que eles reconheceram os impactos ambientais que os canaviais podem trazer e isso se articula dentro da questão como preocupação ambiental, eles consideram o aumento de resíduos como um problema recorrente do aumento do processamento da cana-de-açúcar para obtenção do etanol, mesmo sabendo que existem tratamentos para os resíduos,

eles citam como um problema porque sabem que por muito tempo dentro do setor o resíduo foi descartado de forma inadequada.

Além disso, o desgaste do solo foi outro impacto ambiental citado por eles e que apresentou mais unidades, é evidente o conhecimento de como a monocultura afeta consideravelmente a qualidade do solo, no uso de seus nutrientes e por fim a ocorrência de desmatamento já que serão necessárias novas áreas para plantio. Essa perspectiva concorda com Mota et. al que afirmam :

Um dos efeitos diretos quanto ao uso intensivo de qualquer cultura (monocultura – fator meramente econômico) está relacionado à perda da biodiversidade (necessidade de diversificação quanto ao habitat dos seres vivos). Deste modo, segundo a ótica ambiental isso virá a causar um efeito devastador devido à produção gigantesca de milhões de hectares de cana-de-açúcar ou qualquer outra cultura, que poderá provocar à perda da fertilidade do solo de onde a cultura foi plantada. (MOTA, et. al, 2009, p.230)

A influência do crescimento da produção de etanol como um possível substituto do petróleo também causaria a categoria intermediária “Impactos Econômicos”, que eles definem pelas categorias iniciais “perda de outras culturas de plantio” (13 unidades) e “aumento do preço de outras culturas de plantio” (9 unidades).

É notório, portanto, a concepção de que produtores que plantam outras culturas na região como soja e milho poderiam aderir ao plantio de cana-de-açúcar por conta do aumento da demanda por etanol, o que ocasionaria segundo os alunos a redução de outras plantações e produziria aumento do preço de alimentos, sendo essa decisão avaliada por eles como um impacto econômico.

Quanto a ciência ao responderem se ela sempre apresenta uma ótima solução para os problemas da humanidade verifica-se duas categorias intermediárias “Cientificismo” e “Dúvida sobre a Ciência”. A questão tinha por objetivo permitir aos alunos articularem o fazer ciência com a resolução de problemas.

Existem relações sociais que permeiam o fazer ciência e isso precisa ser considerado ao se analisar o potencial da ciência como solucionadora de problemas, os campos sociais, políticos, culturais em que a ciência está inserida a influenciam e fazem parte da solução de um possível problema, não cabendo apenas a resolução ao método científico ou o uso da tecnologia.

Auler e Delizoicov (2001) definem como um dos mitos de CTS a perspectiva salvacionista da ciência.

Na concepção tradicional/linear de progresso, Ciência e Tecnologia (CT), em algum momento do presente ou do futuro, resolverão os problemas hoje existentes, conduzindo a humanidade ao bem-estar social. Duas idéias estão associadas a isso: CT necessariamente conduzem ao progresso e Ciência e Tecnologia são sempre criadas para solucionar problemas da humanidade, de modo a tornar a vida mais fácil. (AULER; DELIZOICOV, 2001, p.4)

Os alunos no geral, não atribuem a ciência, a concepção salvacionista, eles a consideram importante para a sociedade, mas não atribuem a ela o potencial de resolver todos os problemas enfrentados pela humanidade. Eles relatam que alguns problemas podem ser resolvidos pela ciência, mas isso pode envolver a criação de novos problemas, transpondo para o setor sucroalcooleiro, a produção de etanol pode significar certa renovação da matriz energética mundial, mas isso traria impactos ambientais devido a maior produção de cana-de-açúcar.

Confirmando-se essa perspectiva os alunos responderam, portanto como categoria inicial que não é sempre que a ciência encontra solução para os problemas (11 unidades), ao pensarem sobre o etanol verificaram que ele não resolverá por completo uma possível crise energética do petróleo.

Outro ponto importante é que eles não negam a potencialidade da ciência em resolver problemas, já que responderam que “as soluções dependem do contexto”, assim fica evidente a percepção da ação humana sobre os contextos que envolvem a atividade científica, a percepção que ela é feita por pessoas e que existem interesses da sociedade em seu desenvolvimento, um conjunto de valores que orientam o fazer ciência, concordando com Peruzzi e Tomazello quando afirmam a defesa de:

[...] uma concepção de Ciência voltada para o interesse social visando compreender as influências sociais do conhecimento científico. O ensino “clássico” é caracterizado pela organização curricular centrada no conteúdo específico de Ciências, com uma concepção de ciência universal, que possui valor por si mesma e não pelas aplicações sociais. (PERUZZI; TOMAZELLO, 1999, p.2)

É importante e necessário cada vez mais nas aulas, práticas que promovam aos alunos uma nova imagem em que não se omita a dimensão social, histórica e cultural da Ciência e Tecnologia.

E por fim, na última categoria “O uso do etanol é vantajoso”, os alunos citam características do etanol e porque sua produção relevante, as categorias intermediárias “vantagens do etanol” e “desvantagens da gasolina”, ilustram os benefícios de se utilizar o etanol emergindo as categorias iniciais ser um combustível mais barato (3 unidades), ser renovável (9 unidades) e pelo petróleo ser uma fonte esgotável (6 unidades).

Nessa categoria parte dos alunos apontam o etanol como um possível substituto para o petróleo, reconhecem as potencialidades de seu uso e elencam em favor desse posicionamento o fato de ser um combustível de preço menor em sua comercialização provavelmente comparando-se com a gasolina e vir de fonte renovável.

Os alunos estudaram sobre o Proálcool na sequência didática e a questão 7 buscava investigar se eles consideram influências políticas em decisões que envolvem a ciência, já que a criação do programa abriu possibilidades para a pesquisa e desenvolvimento de outros biocombustíveis. (ÁVILA, 2009)

O quadro 10 mostra as categorias que emergiram na análise. Em relação ao Programa os alunos reconhecem que houve investimentos do governo e que esses investimentos promoveram as categorias intermediárias “produção do etanol” e “crescimento das indústrias alcooleiras”.

Segundo eles, a escassez do petróleo motivou a produção do etanol e os produtores receberam incentivos do governo para o plantio da cana. A adesão dos produtores a esta monocultura proporcionou mudanças na economia do país. Nitsch (1991) explicita esse mesmo posicionamento ao definir influências do Proálcool:

Na área industrial, o Proálcool impulsionou uma indústria de bens de capital muito eficiente e competitiva no campo das destilarias e outros equipamentos relacionados. É aqui que se pode detectar o efeito positivo mais pronunciado sobre o desenvolvimento nacional. (NITSCH, 1991,p.129)

Para eles o principal motivo para a criação do programa foi o “Alto preço” do petróleo na década de 70, que culminou no uso do álcool diante da gasolina e no barateamento do álcool. Essas categorias condizem com o que afirma Nitsch:

A crise do petróleo em 1973 detonou a procura por fontes alternativas de energia em todo o mundo. Somente no Brasil, contudo, é que se lançou um programa maciço de biocombustíveis em 1975, e que vem expandindo-se desde então. A chave da compreensão das forças que determinaram o início bem sucedido do Programa reside na conjunção da subida do preço do petróleo com a queda do preço do açúcar. (NITSCH,1991,p. 124)

Existem relações, portanto, na expansão de determinada atividade econômica com interesses sociais, na busca pela resolução de um problema, ou de uma nova alternativa que venha suprir determinada demanda, os alunos descrevem essas relações, como a resposta de A2:

A2: O projeto Proálcool foi criado como um recurso em meio a uma crise na década de 70, era uma crise com o produto (gasolina) e o etanol surgiu como uma alternativa de mudança na economia do país.

A proposta do Proálcool incluiu pesquisas científicas e o uso de tecnologias para a produção do biocombustível, houve uma articulação entre setores da sociedade para a consolidação do programa.

Parece ter sido muito importante que a principal contribuição tecnológica tenha sido dada pelo “Centro Técnico Aeroespacial - CTA”, da Força Aérea Brasileira, para que as relutantes montadoras multinacionais no Brasil pudessem ser mais facilmente induzidas a um acordo com o governo: as firmas concordaram em produzir carros a álcool e o governo prometeu fornecer o combustível e manter os preços competitivos perante a gasolina. A companhia nacional de petróleo, Petrobrás, ficou encarregada de administrar o sistema global de combustíveis. (NITSCH, 1991, p.125)

Identifica-se que a aplicação do programa envolveu apoio tecnológico, uma mudança nos padrões de produção das montadoras, medidas do governo e controle de preços dos combustíveis. Esses fatores influenciaram na demanda por etanol e no uso do biocombustível em âmbito nacional.

Quanto ao fazer ciência na categoria 3 eles elencam “interesses políticos” em pesquisas científicas evidenciando uma visão de não neutralidade da ciência e ela se desenvolve por objetivos que nas categorias intermediárias são: a busca por respostas e por benefícios. Auler et. al (2013) explicam a concepção de não-neutralidade e o conhecimento científico:

O conhecimento científico está situado em um contexto histórico-social e, tanto os indivíduos ou grupos que produzem esse conhecimento quanto a sociedade que os utiliza estão impregnados de interesses, valores, preconceitos. (AULER; ROSA; SANTOS, 2013, p.4)

Segundo os alunos a influência política na ciência estaria atrelada a busca por benefícios, e a expansão das indústrias alcooleiras na época do Proálcool se deve a um interesse do governo em investir em pesquisas que estudem o etanol.

Quando citam que o etanol foi uma alternativa econômica, eles reconhecem que desde o seu desenvolvimento inicial, nas pesquisas para a sua produção existia-se o interesse de

aplicá-lo como fonte energética em oposição ao petróleo. A questão da não-neutralidade da ciência não se trata apenas de discutir se os bicombustíveis como o etanol causam benefícios ou malefícios em seu uso, mas entender que mesmo na sua etapa de produção inicial já existiam objetivos diretos em sua aplicação.

A ciência e tecnologia (CT) precisam ser compreendidas como construção decorrente do contexto social onde estão inseridas, isso permite uma avaliação crítica destas. Já na agenda de pesquisa existem interesses, intencionalidades que serão incorporadas no produto científico-tecnológico conferindo-lhes determinadas características. (AULER, 2002)

Pode-se concluir que o desenvolvimento dos biocombustíveis, desde a agenda de pesquisa, esteve ligado a intencionalidades, que eram interesses políticos conforme Nitsch descreve situando o programa:

Desde a Grande Depressão dos anos 30, o setor açucareiro esteve acostumado a livrar-se do excedente de produção transformando o açúcar em álcool anidro e misturando-o a gasolina, o que é tecnicamente factível sem maiores problemas até o limite de aproximadamente 22%. Assim, era meramente lógico que se utilizasse na ocasião a mesma saída, amarrando com isso o problema de produção dos “velhos” interesses ligados ao açúcar, poderosos e bem entrincheirados, ao problema de insumo dos interesses igualmente influentes ligados ao petróleo (automóveis e transportes), que tentavam desesperadamente manter o ímpeto do “Modelo brasileiro” do início dos anos 70, em que o automóvel assumia um papel de destaque como símbolo do “novo” Brasil, um Brasil que “queimava etapas” do desenvolvimento em tempo reduzido, vislumbrando-se como “país recém industrializado” e “potência emergente”. (NITSCH, 1991, p.124)

A visão de não-neutralidade da ciência define a participação não apenas na etapa de pós-produção dos produtos, a caráter de julgamento de um bom ou mal uso, mas sim no contexto da definição da pesquisa, na avaliação de um processo de pré-produção que se leva em conta os valores e interesses presentes no contexto científico. Assim questionando-se esses valores e interesses é possível um posicionamento crítico frente ao tema.

No caso do desenvolvimento do etanol como um combustível competitivo ao petróleo, seria interessante a participação dos cidadãos na estruturação desse desenvolvimento com questionamentos como: “Que concepções foram orientadoras para a pesquisa e aplicação do etanol como combustível? Quais interesses envolvem essa aplicação?”, cria-se dessa forma na educação em ciências a construção de uma cultura de participação em processos decisórios envolvendo CT.

Quadro 10 - (Questão 7) Existem influências políticas em decisões que envolvem a Ciência? Como isso se relaciona com o Proálcool?

CATEGORIA FINAL	CATEGORIAS INTERMEDIÁRIAS	CATEGORIAS INICIAIS	UNIDADES DE SIGNIFICADO	TOTAL
Investimentos do governo influenciaram o desenvolvimento do Proálcool	Produção do etanol	Incentivo à produtores	13 unidades	21 unidades
		Escassez do petróleo	2 unidades	
	Crescimento de indústrias alcooleiras	Mudança na economia	6 unidades	
Alto preço do petróleo influenciou decisões pelo Proálcool	Baratear o álcool	Crise	11 unidades	33 unidades
		Expansão da produção	9 unidades	
	Substituição da gasolina	Recurso	4 unidades	
		Alternativa econômica	9 unidades	
Interesses políticos influenciam as pesquisas científicas	Busca por respostas	Incentivos em pesquisas	4 unidades	9 unidades
	Benefícios	Benefícios próprios	5 unidades	

Fonte: Dados do autor

A última pergunta (Quadro 11) na avaliação defende um posicionamento final dos alunos para a atividade, se eles apóiam ou não a vinda de novas usinas para a região de Dourados, justificando suas opiniões a partir dos conhecimentos desenvolvidos na sequência didática.

Todos os 12 alunos analisados apóiam a vinda de novas usinas para a região, para eles essa vinda influenciará o setor econômico da cidade, as categorias intermediárias que definem o posicionamento deles em favor das usinas são “fatores econômicos” e “fatores sociais”, sendo as categorias iniciais crescimento da cidade (8 unidades) desenvolvimento (9 unidades) e vagas de emprego (6 unidades). De acordo com dados do setor sucroalcooleiro no Brasil apresentados por Mota, et. al, o enfoque econômico dos alunos é justificável:

Estima-se que cada nova usina mista (que produz açúcar e etanol) de porte médio empregue cerca de 2.000 pessoas, incluindo as áreas industrial, administrativa e agrícola, levando em conta que cada usina produziria cerca de 85 milhões de litros de etanol, seriam necessárias 35 usinas para fabricar 3 bilhões de litros de etanol que se projetam para exportar nos próximos anos, gerando, portanto, cerca de 70.000 postos de trabalho, ou seja, cada 1 bilhão de litros de etanol geraria cerca de 23.000 novos empregos. No Brasil, estima-se que o total de empregos gerados no setor sucroalcooleiro é de aproximadamente um milhão de pessoas, movimentando cerca de R\$ 40 bilhões por ano. (MOTA, et. al, 2009, p.232)

Isso evidencia que para esses alunos a instalação das usinas proporciona melhorias na cidade e gera benefícios, porém emergiu nessa questão final, outra categoria em que eles explicitam de que forma deve acontecer as instalações das novas usinas, nessa segunda categoria “Preocupações com o meio ambiente e a população”, eles propõem meios, formas de se implantar as usinas em âmbito populacional e ambiental.

Na categoria intermediária “Preocupação Ambiental” há as categorias iniciais resíduos (6 unidades), solo (2 unidades) e impactos (5 unidades) indicando a reivindicação dos alunos para que as novas instalações respeitem o meio ambiente.

A7 “...as usinas devem fazer o melhor para o ambiente a sua volta.”

A10 “Concordo com a implantação, se forem indústrias realmente preocupadas com o meio ambiente...”

A2: “Eu apoio a instalação de novas usinas que essas respeitem o meio ambiente e usem os resíduos corretamente.”

Além disso, eles pedem o respeito a população (categoria intermediária), sendo as categorias iniciais “Bem comum” (6 unidades) , “Sem prejuízos aos moradores” (3 unidades)

em que eles defendem condições trabalhistas adequadas e uma implantação que não explore a população.

A4: *“Apoio em partes, pois as instalações devem seguir normas que visam o bem comum da sociedade e não somente dos produtores.”*

A8: *“Sim, de uma forma que contribua tanto para a sociedade, tanto para os proprietários...”*

Alguns alunos alertam em sua resposta à pergunta, problemas que podem surgir futuramente (categoria 3), poluição e a monocultura (categorias intermediárias), na poluição eles alertam para possíveis descartes inadequados de resíduos o que causará problemas ambientais e quanto a monocultura apontam o empobrecimento do solo e chegam a sugerir que na implantação de novas usinas haja alguma forma de rotatividade de plantio no uso da terra, tendo portanto troca de cultura de plantio em um determinado período.

A3: *“Sim, mas as usinas precisam ter uma cultura mais diversificada, não ficar somente na monocultura, porque ela é prejudicial.”*

A6: *“Sim, mas não muitas, porque podem trazer problemas futuramente.”*

A12: *“Em parte afinal, reconheço que as instalações desenvolveriam a cidade e a região. Entretanto, os impactos ambientais podem ser muito fortes.”*

Na categoria 4 (Necessidade de atuação governamental nas usinas) eles apontam um viés bastante crítico, a partir de todos os conceitos estudados na sequência didática, definem uma atuação nas usinas que já existem, atuação do governo fiscalizando, verificando o tratamento dos resíduos, o respeito as leis ambientais, a melhor estruturação das usinas em seu funcionamento e sugerem também ações políticas como incentivos fiscais para as que seguem as leis em sua implantação e funcionamento e punições aquelas que desobedecem tanto na parte ambiental quanto na parte trabalhista.

A5: *“Sim, desde que elas estejam conforme manda a lei...”*

A10: *“...que o estado crie políticas de incentivo aquelas que se preocuparem mais com o meio ambiente e de punição à que degrada o mesmo.”*

A12: *“...creio que as usinas já existentes poderiam ser melhor estruturadas antes da implantação de outras.”*

Quadro 11 - (Questão 8) Com seus conhecimentos que você possui hoje, você apóia a instalação das usinas de açúcar e álcool (ou de novas usinas) aqui na região de Dourados? Avalie de forma crítica essas implantações.

CATEGORIA FINAL	CATEGORIAS INTERMEDIÁRIAS	CATEGORIAS INICIAIS	UNIDADES DE SIGNIFICADO	TOTAL
Apóia a instalação de novas usinas	Fatores econômicos	Crescimento da cidade	8 unidades	23 unidades
		Desenvolvimento	9 unidades	
	Fatores sociais	Vagas de emprego	6 unidades	
Preocupações com o meio ambiente e a população	Preocupação Ambiental	Resíduos	6 unidades	22 unidades
		Solo	2 unidades	
		Impactos	5 unidades	
	Respeito à população	Bem comum	6 unidades	
Sem Prejuízos aos moradores		3 unidades		
Problemas Futuros em decorrência da produção de açúcar e álcool	Poluição	Problemas ambientais	4 unidades	16 unidades
		Descarte inadequado	5 unidades	
	Monocultura	Empobrecimento do solo	7 unidades	
Necessidade de atuação governamental nas usinas	Fiscalização do governo	Respeito as leis	6 unidades	14 unidades
		Melhor estruturação das usinas	4 unidades	
	Ações políticas	Incentivos fiscais e punições	4 unidades	

Fonte: Dados do autor

Aula 17

Para finalizar a sequência didática, aconteceu um debate, os alunos estavam ansiosos, pois desde o primeiro dia sabiam que haveria um debate em que eles deveriam expor suas opiniões em relação ao tema, tomar decisões aplicando seus conhecimentos em situações apresentadas, o que promoveria a percepção do aprendizado deles por parte do pesquisador.

No dia do debate, os alunos foram orientados, a sentarem em círculo, o professor faria a pergunta e a partir dali eles poderiam colocar suas opiniões, algum colega poderia contestar a opinião de outro ou complementar, o diálogo estava aberto para todos os alunos participarem.

O professor se encontrava no centro da sala mediando as colocações e indo próximo aos alunos para captar o áudio e sua imagem. As perguntas são apresentadas no quadro 12 a seguir.

Quadro 12 - Questões debatidas na aula

- 1- Você concorda com a criação de novas usinas de açúcar e álcool na região de Dourados? Justifique.
- 2- Que controvérsias podem existir nessa implantação? O que pode ter de controvérsias na instalação de uma usina?
- 3- Como a Química está presente nos processos que envolvem a cana-de-açúcar?
- 4- Quais as relações entre ciência, tecnologia e sociedade no setor sucroalcooleiro?
- 5- Deve-se existir uma preocupação com os resíduos gerados na usina? Por quê?

Fonte: Dados do autor

No debate a participação de todos foi notória, todos queriam falar, expor alguma ideia, nem que fosse para concluir algo que o colega disse, foi perceptível também a semelhança em algumas opiniões e a forma como eles concordavam com as colocações uns dos outros.

Para o término da sequência didática o professor passou no quadro a seguinte pergunta:

A sequência didática contribuiu para você entender melhor, se posicionar em relação ao tema? Por quê?

Os alunos não precisavam se identificar, eles deveriam escrever se a atividade contribuiu ou não para eles na formação de opinião sobre a expansão do setor sucroalcooleiro na região sul do estado, bem como poderiam expor críticas em relação ao trabalho desenvolvido ou sugestões para as aulas. Foi um espaço final para reflexão das atividades desenvolvidas.

No debate final ficaram perceptíveis a postura crítica e a construção dos conhecimentos por parte dos alunos, eles expuseram suas opiniões às perguntas feitas, era evidente o interesse com a participação de todos durante esse momento.

Eles apresentaram um posicionamento ponderado ao serem questionados sobre a vinda de novas usinas de açúcar e álcool para região, não mais supervalorizando a criação de empregos, mas avaliando as consequências ao meio ambiente, defenderam a redução da geração de resíduos, inclusive com o melhor destino aos que forem gerados.

Os alunos também pediram a redução da poluição das usinas que já existem na cidade, para depois o governo aprovar a vinda de novas usinas para o município, eles defenderam uma melhor estruturação das usinas e destacaram como tipos de poluições que o setor produz: a queima da cana, o lançamento da vinhaça em rios, o descarte inadequado no solo com a fertirrigação, mas ainda pontuaram de forma otimista que a vinda das usinas só trará benefícios para a cidade, mas sendo primordial que tudo seja implantado de forma correta.

Eles alertaram para a necessidade da resolução dos conflitos com os povos indígenas a partir da demarcação das terras, para depois incentivar a vinda de novas usinas, porque o surgimento de novas usinas pode ocupar outra vez terras que são reivindicadas por esses povos na região.

Quanto as controvérsias a partir do desenvolvimento de toda a sequência didática os alunos elencaram as seguintes:

- O uso de terras indígenas para a expansão das plantações de cana-de-açúcar.
- A destinação de terras em sua maior parte para o plantio de cana-de-açúcar em detrimento do uso para o plantio de grãos na região, como consequência um possível aumento no preço dos alimentos.
- O desmatamento causado para criar novas terras para plantio de cana-de-açúcar.
- A expansão do setor a custo da diminuição da biodiversidade da região e a infertilidade do solo.

- A alteração na qualidade de vida dos moradores.
- A qualidade dos empregos gerados, a mão-de-obra que pode ser explorada.
- A não diminuição do preço do etanol, mesmo com aumento de sua produção na região.

As controvérsias descritas pelos alunos tornam evidentes as compreensões de que o tema envolve diferentes âmbitos, que existem relações e influências entre uma determinada atividade econômica, a sociedade e meio-ambiente, de forma que a expansão do setor sucroalcooleiro representa esse tema carregado de controvérsias no cenário da cidade.

Na identificação de conhecimentos químicos presentes no setor os alunos destacaram alguns processos como a destilação, a calagem que eles definiram como o uso da cal para decantar as impurezas presentes no caldo, a sulfitação para clarear o caldo. Sem as reações químicas eles argumentaram que não haveria a formação dos produtos açúcar e álcool.

Quanto as relações CTS, eles apresentaram que conhecimentos científicos poderiam ser empregados para melhor aproveitamento dos resíduos no setor, o que contribuiria para a sociedade, pois promoveria um descarte mais adequado ao resíduo gerado. Eles partiram do pressuposto de que o desenvolvimento científico se dá por objetivos e estes se refletirão socialmente, uma construção de conhecimentos feita com interesses e valores. Os alunos reconheceram o uso da tecnologia para a plantação da cana e na colheita com a mecanização, isso influenciou segundo eles em eficiência e rapidez dentro do setor sucroalcooleiro.

Destacaram também a tecnologia no uso de equipamentos dentro da usina como nos picadores ao cortar a cana-de-açúcar para posterior moenda, e no transporte da cana e do etanol produzido, mas também ressaltaram que o uso da tecnologia significou impactos em diferentes perspectivas porque impediu a queima da cana para a colheita, o que é um fator positivo, mas segundo eles impediu a geração de empregos para pessoas menos favorecidas que não possuíam estudo e sobreviviam da colheita da cana-de-açúcar na região, também relataram que o uso das máquinas na colheita traz impactos ao solo como sua compactação. Nota-se o posicionamento crítico construído, pois eles apresentam conhecimentos distintos sobre a discussão tecnológica na atividade sucroalcooleira, reconhecendo as possibilidades que o emprego tecnológico gerou.

Todos afirmaram durante o debate que é importante a preocupação ambiental antes da instalação das usinas em alguma localidade, que a queimada da cana-de-açúcar deve ser sempre impedida e o uso da vinhaça na fertirrigação precisa ser controlada e fiscalizada para que não ocorram excessos na fertirrigação, os alunos sugeriram que as usinas deem parte da

vinhaça produzida para produtores de outras culturas na região, dessa forma esses produtores também poderiam usar na fertilização de suas propriedades, impedindo a concentração desse resíduo no solo e a formação de poças que causam erosão e a procriação de parasitas como moscas.

Ao responderem a pergunta final sobre as contribuições da sequência didática para entenderem e se posicionarem melhor em relação ao tema os alunos reconheceram que anteriormente lhes faltavam conhecimentos para discutir o tema e que não compreendiam como funcionava uma usina de açúcar e álcool, os processos existentes no interior da usina.

“Sim. Pois eu não tinha muito conhecimento sobre as usinas, não sabia dos processos, das partes boas e ruins no procedimento. Agora, eu tenho uma opinião formada, e sei dos riscos e das melhorias que poderia causar.”

“Sim, contribuiu para eu ter uma visão do que se passa nas usinas me mostrou que os resíduos não podem ser jogados em qualquer lugar, pois causa problemas no ambiente.”

“Sim, pois a pesquisa me fez entender como que funciona uma usina, pois eu não sabia como era a parte do descarte, por mim era boa, pois só achava que gerava emprego, ela gera, só que esse gerar polui muito e agride o meio ambiente.”

Os alunos consideram a importância da sequência didática para a estruturação de suas opiniões sobre a expansão do setor sucroalcooleiro na região e na produção de conhecimentos científicos relativos ao tema.

“Sim, porque aprendi muitas coisas novas sobre o tema, e consegui refletir melhor sobre apoiar ou não a implantação de novas usinas.”

“Sim, porque meu conhecimento sobre a cana-de-açúcar teve outro pensamento, sobre as implantações de novas usinas que é melhor modificar as que têm aqui, do que colocar novas.”

“Sim, favoreceu para o nosso conhecimento, a importância da cana-de-açúcar e os prejuízos gerados pelas usinas e outros. Pois, esse tema não é muito abordado, e agora estamos cientes dos prejuízos causados e da importância para a sociedade.”

“Sim, pois com as discussões, slides e vídeos, conseguimos adquirir novas informações e assim mudar a forma de pensar sobre tal assunto.”

“Sim, porque discutimos assuntos em várias controvérsias, cada um com sua opinião e seu posicionamento. Dessa maneira, consegui ver o lado bom das usinas, que na maioria das vezes, só vimos as coisas ruins, me ajudou muito.”

“Sim, pois mostrou detalhadamente o processo de fabricação do etanol e do açúcar mostrou suas causas e consequências o que me levou a ter um bom posicionamento quanto a questão dos indígenas e também da instalação de novas usinas.”

A sequência didática, portanto, produziu a construção de conhecimentos sobre a realidade vivencial dos alunos e permitiu a exposição de posicionamentos de forma crítica, que avalia, pondera diferentes problemas e possibilidades na expansão de uma atividade econômica.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Abordando o tema controvérsias do setor sucroalcooleiro, a pesquisa envolveu a construção e a avaliação de uma sequência didática sobre o setor sucroalcooleiro, norteadas pelo movimento CTS e pela concepção educacional de Paulo Freire, para o ensino de Química.

A sequência didática foi elaborada para problematizar o cenário da expansão da cana-de-açúcar na região sul de Mato Grosso do Sul, articulando com conhecimentos científicos, dando destaque para os de química, sempre se embasando em CTS e Freire. Apresentando diferentes situações ocasionadas pela expansão do setor sucroalcooleiro em Dourados-MS, o tema atuou como um aporte para as aulas de química, em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública da cidade.

Verificamos que a sequência didática contribuiu para o posicionamento dos alunos nas questões frente as controvérsias do setor sucroalcooleiro, desenvolvendo argumentações que consideram os diferentes âmbitos ao qual o setor se insere e influencia como econômico, político, social e ambiental.

Destaca-se a participação e envolvimento deles nas atividades que abordam a problematização de conhecimentos, as discussões realizadas nos debates, o ambiente de cooperação em que um aluno ouvia o posicionamento do outro e contribuía também com a sua opinião.

Na aplicação dos três momentos pedagógicos foi perceptível na problematização inicial o foco econômico dado pelos alunos ao relatarem a expansão do setor sucroalcooleiro na região, apontando a geração de emprego e desenvolvimento como principais suportes, para a instalação das usinas de açúcar e álcool. Na aplicação do conhecimento os alunos passaram a destacar a relação do meio ambiente com a expansão sucroalcooleira, reconheceram como o meio ambiente é influenciado por qualquer atividade econômica, e que esta sempre gera impactos consideráveis, sendo necessária a preocupação ambiental desde a implantação da usina de açúcar e álcool até a produção e destino dos resíduos gerados.

A sequência didática também contribuiu para a construção de conhecimentos químicos dos processos de produção do açúcar e álcool, nas próprias explicações que os alunos realizaram das etapas de processamento industrial da cana-de-açúcar eles apresentaram a destilação como técnica para a separação de misturas em que o fator determinante é o ponto de ebulição e na explicação da fermentação citaram a ação das leveduras nas reações. Foi evidente também o interesse que eles apresentam nas atividades experimentais.

Pôde-se perceber que a metodologia empregada foi importante para a compreensão dos diferentes aspectos que envolviam o tema social, o uso dos vídeos, dos textos, dos questionários e o debate situaram os alunos no tema e forneceu o embasamento necessário para o posicionamento e aprendizado dos conceitos ligados ao tema, dessa forma os alunos demonstraram também que perceberam que o tema é complexo e envolve um conjunto de vários conhecimentos, que o tema não pode ser analisado sob um único viés, focando em apenas um resultado ou fator.

Desenvolver nas atividades diferentes conhecimentos fez parte do processo de problematização realizado, pois a partir do momento que o aluno conhece os vários âmbitos daquilo que está sendo criticado ele tem maior embasamento para o seu posicionamento, o pensamento crítico surge a partir dos conhecimentos estruturados e dos valores construídos culminando na tomada de decisão, por isso, etapa primordial é o planejamento das atividades a serem desenvolvidas, que causem o rompimento com o ensino bancário (FREIRE, 1987) colocando o aluno como ser ativo na produção do seu saber, em um processo de diálogo com o conhecimento científico com enfoque em atividades que produzam reflexão na realidade em que professor e aluno estão inseridos.

O posicionamento final de todos os alunos envolveu o apoio a implantação de novas usinas de açúcar e álcool na região desde que parâmetros ambientais e sociais sejam seguidos, como o respeito ao meio ambiente e a população da região, eles sugeriram uma fiscalização governamental e estruturação das usinas de açúcar e álcool que já existem na região para posterior vinda de outras usinas sucroalcooleiras.

Nesse posicionamento final, eles também argumentaram pela resolução dos conflitos com terras indígenas na região, com a demarcação dos territórios e melhores condições de vida aos indígenas que vivem cercados pelas plantações de cana-de-açúcar, percebendo que desenvolvimento econômico de uma região não é sinônimo de qualidade de vida aos moradores.

Na articulação CTS, os alunos consideraram que a produção dos biocombustíveis não significa necessariamente a solução para uma possível crise energética das fontes fósseis, e que o uso de biocombustíveis como o etanol também causa problemas ambientais e sociais, ressaltando a crítica ao mito salvacionista de ciência e tecnologia (Auler, 2002) e a sua não-neutralidade, com a presença de valores em que se baseiam o desenvolvimento científico e tecnológico.

A sequência didática, portanto proporcionou reflexão e a tomada de decisão, que foi um dos enfoques principais durante as atividades desenvolvidas, a sequência didática não tinha por objetivo mostrar que as usinas de açúcar e álcool são algo ruim, para o estado ou que são algo bom, tendo parcialidade na apresentação dos conhecimentos, mas mostrar fatos da implantação das usinas e possíveis consequências do setor, para que eles se posicionassem, a partir dos conhecimentos desenvolvidos, pudessem ter voz, ter uma opinião crítica que considere vários fatores.

Dessa forma, conclui-se que a sequência didática, a partir das aulas elaboradas produziu diferentes conhecimentos e incentivou os alunos para a compreensão da realidade que envolve a cana-de-açúcar na região, exercendo o pensamento, o posicionamento crítico que considera diferentes âmbitos em sua análise e compreendendo a presença de conhecimentos químicos neste tema social.

O desenvolvimento da pesquisa também gerou o produto educacional, com as atividades realizadas durante as investigações apresentadas nesta dissertação, porém de forma reduzida em relação ao número de aulas e com a possibilidade de flexibilização das abordagens de acordo com as necessidades do professor em sala.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. M. F.; D, K. M. *Impactos Ambientais da Agroindústria da Cana-de-açúcar: Subsídios para a Gestão*. 2007. Monografia (Especialização em Gerenciamento Ambiental) apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2007.
- ARROIO, A., & GIORDAN, M. O vídeo Educativo: Aspectos da Organização do Ensino, *Química nova na escola*. n. 24, p. 8 – 11, 2006.
- AULER, D. *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências*. 2002. Tese (Doutorado). CED – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.
- AULER, D., DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê?, *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v.3, n.1, p.105 – 115, 2001.
- AULER, D.; SANTOS, A. R.; ROSA, S.E. A não neutralidade da ciência-tecnologia em abordagens CTS no contexto brasileiro In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, São Paulo: USP. *Anais do IX ENPEC*. São Paulo, ABRAPEC, 2013.
- ÁVILA, S. R.S. A. *Efeitos sócio econômicos da expansão da cana-de-açúcar no Vale do São Patrício*. 2009. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, UNB. Brasília- DF, 2009.
- BARBOSA, L. G. C., LIMA, M. E. C. C.; MACHADO, A. H. Tomadas de decisões pessoais e cotidianas na perspectiva de Bakhtin: outro modo de dialogar com os estudos CTS In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, São Paulo: USP. *Anais do IX ENPEC*. São Paulo, ABRAPEC, 2013.
- BARBOSA, L. C. A.; ROLOFF, F. B.; MARQUES, C. B. Abordagem sobre alimentos transgênicos por meio da alfabetização científica e tecnológica In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, São Paulo: USP. *Anais do IX ENPEC*. São Paulo, ABRAPEC, 2013.
- BAROLLI, E.; FARIAS, C.R.O.; LEVI, E. O potencial de assuntos controversos para a educação em uma perspectiva CTS. In: Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, 10, e Encontro Regional da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia, 1, 2006. São Paulo, Brasil. *Anais em CD-Rom*, São Paulo, 2006.
- BIOSUL. Associação dos Produtores de Bioenergia de Mato Grosso do Sul. Disponível em: <<http://www.biosulms.com.br>>. Acesso em: 31 de out. 2016.
- BIZELLI, M., FISCARELLI, S., OLIVEIRA, L. Conteúdos Digitais para o Ensino de Cálculo: Aceitação, Demandas e Expectativas dos Alunos. In: IX ENCONTRO IBEROAMERICANO DE EDUCAÇÃO, 4, 2009. Araraquara: Unesp. *Anais do IV EIDE*. Araraquara, 2009.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação*. Portugal: Porto editora, 1994

BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S.; ROCHA, T. R.; FRIEDRICH, L. S.; NARDY, F. C. A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar químico e histórico: Uma abordagem Interdisciplinar. *Química Nova na Escola*. São Paulo, v. 35, n.1, p.3-10, 2013.

BRASIL. *Cultura científica: um direito de todos*. Brasília: UNESCO, 2003.

CACHAPUZ, A. (org.) (2000). *Perspectivas de Ensino, Coleção Formação de Professores - Ciências*, Textos de Apoio nº. 1. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência.

CARDOSO, A. A.; MACHADO, C. M. D.; PEREIRA, E. A. Biocombustível, o Mito do Combustível Limpo. *Química Nova na Escola*. São Paulo, n. 28, p. 9-14, 2008.

CARVALHO, L.M.O; CARVALHO, W.L.P. *Formação de professores e questões sociocientíficas no ensino de ciências*. São Paulo: Escrituras Editora, 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- CONAMA (1986) Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3>. Acesso em: 22 de abr. 2014.

CORRÊA, R. F.; GEREMIAS, B. M. Olhares CTS às controvérsias em torno da construção da usina hidrelétrica de Belo Monte In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, São Paulo: USP. *Anais do IX ENPEC*. São Paulo, ABRAPEC, 2013.

CREPALDE, R. S.; AGUIAR, O.G. Palavra própria e palavra alheia: análise de uma Questão Socialmente Controvertida numa turma de Licenciatura do Campo In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, São Paulo: USP. *Anais do IX ENPEC*. São Paulo, ABRAPEC, 2013.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: Pietrocola, M. (Org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora*. Florianópolis: UFSC, p. 125-150, 2001.

_____. *Concepção Problematizadora para o Ensino de Ciências na Educação Formal*. 1982. Dissertação de Mestrado. - FE/USP. São Paulo, 1982.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.

DOMINGUES, A. T. O setor agroindustrial canavieiro no Mato Grosso do Sul: desdobramentos e perspectivas. *Revista Tamoios*, v.7, n.2, p.21 – 36, 2011.

FERRARI, P.C. *Temas Contemporâneos na Formação Docente a Distância Uma Introdução à Teoria do Caos*. 2008. Tese (Doutorado). - Educação Científica e Tecnológica, UFSC. Florianópolis, 2008.

FERREIRA, A. C. S.; SILVA, A. F. Um estudo teórico sobre a contabilização dos impactos ambientais no setor sucroalcooleiro. *Revista de Contabilidade e Organizações*. v. 4, n. 8, p. 139-159, 2010.

FERRÉS, J. *Vídeo e Educação*. 2ª ed. Trad. J. A. Llorens. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996

FRANCISCO JR., W. E. Opressores-oprimidos: um diálogo para além da questão étnico-racial. *Química Nova na Escola*. São Paulo, n. 26, p. 10-12, 2007.

_____. Estratégias de Leitura e Educação Química: Que relações? *Química Nova na Escola*. São Paulo, v. 32, n. 4, p. 220-226, 2010.

FREIRE, P. *Educação como prática da liberdade*. 7ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

_____. *Educação e Mudança*. Trad. Moacir Gadotti e Lílían Lopes Martin. 24ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.

_____. *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários a prática educativa*. 1ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

_____. *Pedagogia do Oprimido*. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987

_____. *Política e educação*. 5ª ed. São Paulo: Cortez, 1992.

GEHLEN, S. T. *A função do problema no processo ensino-aprendizagem de ciência: contribuições de Freire e Vygotsky*. 2009. Tese (Doutorado) – Educação Científica e Tecnológica, UFSC. Florianópolis, 2009.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*. São Paulo, n. 10, p.43-49, 1999.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e descaminhos rumo a aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola* São Paulo, v. 31, n.3, p. 198-202, 2009.

HALMENSCHLAGER, K. R. Problematização no ensino de Ciências: uma análise da Situação de Estudo In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. *Anais do VIII ENPEC*. Campinas, ABRAPEC, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=500370&idtema=149&search=mato-grosso-do-sul%7Cdourados%7Cproducao-agricola-municipal-lavoura-temporaria-2014>> Acesso em: 31 out. 2016.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 1, p. 45-60, 1999.

KATO, D. S.; FELICIO, B. V. S.; SILVA, D. S.; FRANCO, R. A. G. Aspectos químicos, ambientais e temas controversos presentes nas pesquisas em ensino de ciências: uma análise

da produção dos ENPEC In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, São Paulo: USP. *Anais do IX ENPEC*. São Paulo, ABRAPEC, 2013.

LINSINGEN, I. V. Perspectiva CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino*, v. 1, n especial, nov. 2007.

LOIOLA, L.; ZANCUL, M. S.; BIZERRIL, M. X. A. Uso de textos de divulgação científica no desenvolvimento de temas de Educação em Saúde na Educação de Jovens e Adultos (EJA) In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, São Paulo: USP. *Anais do IX ENPEC*. São Paulo, ABRAPEC, 2013.

MESSEDER, J. C.; PIRES, T. C. A.; PIRES, R.O Materiais Didáticos e Temas Sociais: Ampliando a prática do ensino CTS na Licenciatura em Química In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, São Paulo: USP. *Anais do IX ENPEC*. São Paulo, ABRAPEC, 2013.

MARENGÃO. L. S. L. *Os Três Momentos Pedagógicos e a elaboração de problemas de Física pelos estudantes*. 2012. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Goiás, UFG. Goiânia, 2012.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, v.9 n.2, p.191 - 211, 2003.

MORIN, E. *O método 1. A natureza da Natureza*. 3.ed. Trad. Maria Gabriela de Bragança. Portugal: Publicações Europa-América Lda., 1997.

MOTA, J. C.; ALMEIDA M. M.; ALENCAR, V. C.; CURI, W. F. Impactos e benefícios ambientais, econômicos e sociais dos biocombustíveis: Uma visão global . *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, v. 6, n. 3, p. 220-242, 2009.

MORAES R.; GALIAZZI, M. C. *Análise Textual Discursiva*. 1ª ed. Ijuí: Unijuí. 2007.

MINAYO, M. C. S. *Pesquisa Social: teoria, método e criatividade*. 23ª ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

NASCIMENTO, T. G.; LINSINGEN, I. V. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. *Convergência*, Toluca, v. 13, n.42, p. 95-116, 2006.

NITSCH, M. O programa de biocombustíveis Proálcool no contexto da estratégia energética brasileira. *Revista de Economia Política*, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 123-128, 1991.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J.L. *Fertilidade do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

OLIVEIRA, F. F.; GUERRA, A. Controvérsia histórica: Uma possibilidade para problematização à respeito de aspectos de natureza da ciência In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, São Paulo: USP. *Anais do IX ENPEC*. São Paulo, ABRAPEC, 2013.

PÉREZ, L. F. B.; CARVALHO W. L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 38, n. 03, p. 727-741, 2012.

PERUZZI H. B. U.; TOMAZELLO M. G. C.; O que pensam os estudantes sobre ciência, tecnologia e sociedade: Influência do processo escolar. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2, 1999, Valinhos, São Paulo. Anais do II ENPEC. Valinhos, ABRAPEC, 1999.

PINHEIRO E. M.; KAKEHASHI TY, ANGELO M. O uso de filmagem em pesquisas qualitativas. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 2005, São Paulo, v.13, n.5, p. 717-722, 2005.

PINHEIRO, P. C.; LEAL, M. C.; ARAÚJO, D. A. Origem, produção e composição química da cachaça. *Química Nova na Escola*. São Paulo, n. 18, p. 3-8, 2003.

RAMOS, M. B.; SILVA, H. C. Controvérsias científicas em sala de aula: uma revisão bibliográfica contextualizada na área de ensino de ciências e nos estudos sociológicos da ciência & tecnologia. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6, 2007. Florianópolis. *Anais do VI ENPEC*. Florianópolis, ABRAPEC, 2007.

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

REIS, P; GALVÃO, C. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2005. Instituto de Física, UFRGS, v. 10, n. 2, p. 131-160, 2005.

SANTOS, C. G. M. M.; KATO, D. S. Limites e possibilidades do uso de situações problemas como recurso pedagógico: os temas controversos sócio científicos e as relações CTSA como perspectiva para o ensino de ciências In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, São Paulo: USP. *Anais do IX ENPEC*. São Paulo, ABRAPEC, 2013.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Editora da Unijuí, 1997.

SCHNETZLER, R. P. A Pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química Nova*, 2002. v. 25, Supl. 1, p. 14-24, 2002.

SCHWERTL, S. L.; OLIVEIRA, F. P. Z.; BAZZO, W. A. Aquecimento Global e Educação Científica e Tecnológica In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, São Paulo: USP. *Anais do IX ENPEC*. São Paulo, ABRAPEC, 2013.

SILVA, R. O. Cana de Mel, Sabor de Fel - Capitania de Pernambuco: Uma Intervenção Pedagógica com Caráter Multi e Interdisciplinar. *Química Nova na Escola*. São Paulo, v. 32 n.2, p. 90-94, 2010.

SILVA, S.C.; PENIDO, M.M. Uma leitura sobre problematizações no ensino de ciências In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, São Paulo: USP. *Anais do IX ENPEC*. São Paulo, ABRAPEC, 2013.

SOARES, T. P. F.; NETO, E.; SILVA, G. F.; SANTOS, R. M. J.; ARAÚJO, T. C.; BARDELLA, V. S. R.; COIMBRA, S. G.; HUNSCHE S. Desafios e Potencialidades na Elaboração de uma Proposta de Ensino com Base em Temas In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, São Paulo: USP. *Anais do IX ENPEC*. São Paulo, ABRAPEC, 2013

TEIXEIRA JÚNIOR, J.G. e SILVA, R.M.G. Perfil de leitores em um curso de Licenciatura em Química. *Química Nova*, v. 30, n. 5, p. 1365-1368, 2007.

ZANATTA, S.S.; FARIA A. Bacia do Rio Ivinhema: Um território tradicional Guarani In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITOS HUMANOS, 12, 2015, Campo Grande: UCDB. *Anais do XII CIDH*. Campo Grande, 2015.

APÊNDICE A – Dados do setor e características da cana-de-açúcar

Dados no estado

As usinas de MS processaram 43,55 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, um volume 4,95% maior que a safra anterior.

Moagem

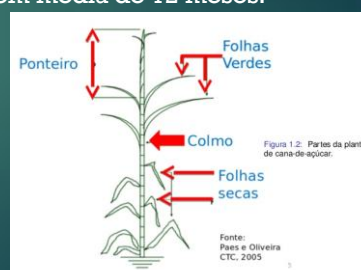
- ▶ Na safra 2014/2015 foram produzidas 1,367 milhão de toneladas de açúcar, praticamente a mesma quantidade da safra anterior, ainda longe capacidade total, a unidades chegaram a produzir mais de 1,7 milhão na safra 2012/2013.
- ▶ A produção de etanol superou a da safra passada em 10,1%, com o resultado de 2,457 bilhões de litros.
- ▶ O setor sucroalcooleiro é o terceiro que mais emprega no estado, 30 mil empregos diretos e cada emprego direto mais 3 são gerados indiretamente.
- ▶ MS é o 4º maior produtor brasileiro (7,4%)

Cana-de-açúcar: Características

A cana-de-açúcar é conhecida por suas características peculiares: uma planta fina de formato cilíndrico, folhas grandes e pode alcançar até seis metros de altura.

A altura que essa espécie atinge está diretamente ligada à quantidade de sol que ela recebe diariamente. Cultivados em locais de clima tropical ou subtropical, os pés de cana-de-açúcar são da mesma família de plantas como o milho, o arroz e a cevada.

A cultura pode se desenvolver até em solos sem muitos recursos, como o cerrado. A cana produzida hoje é resultado de diversas melhorias genéticas feitas através do cruzamento de suas espécies. O tempo de maturação é em média de 12 meses.



APÊNDICE B – Matérias-primas para obtenção do açúcar e álcool

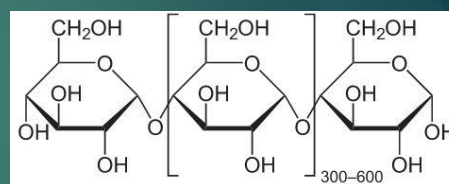
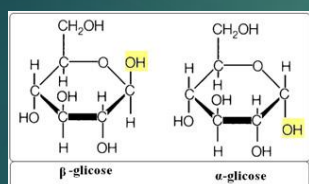
Matérias primas

LOCAL	MATÉRIA-PRIMA	CONVERSÕES
Brasil	Cana-de-açúcar	Sacarose → glicose e frutose → etanol
América Latina		
África (parte)		
Índia		
Ásia (sudeste)		
EUA	Milho	Amido → glicose → etanol
China		
Europa	Beterraba	Sacarose → glicose e frutose → etanol
	Uva (em alguns casos)	

Cana x Milho

Aquelas matérias-primas que contêm sacarose são as mais econômicas quando comparadas com aquelas que contêm amido ou celulose, uma vez que estas últimas requerem pré-tratamentos que encarecem o processo de produção do álcool.

- O amido é um polímero de glicose. Será que pelo fato de ser um polímero (possuir muitas unidades glicose ligadas entre si) vai gerar mais etanol?



Pelo fato de possuir uma cadeia muito grande, o amido é insolúvel em água, apesar de possuir muitas hidroxilas (grupo hidrofílico, que confere afinidade pela água). Assim, para obtenção de etanol utilizando matérias-primas amiláceas, estas devem ser tratadas previamente para quebrar (hidrolisar) o amido e tornar as moléculas de glicose mais acessíveis à ação do microrganismo durante a fermentação.

Matéria-prima e substrato

A *matéria-prima* é o material (geralmente bruto) que contém o componente (substrato) que se converterá no produto de interesse.

Logo, seria mais apropriado dizer que cana-de-açúcar, milho e lascas de madeira são as matérias-primas, enquanto os carboidratos (sacarose, amido e celulose) presentes nestes materiais são os substratos que serão convertidos em álcool. Alguns precisarão ser previamente modificados quimicamente.

APÊNDICE C – O processo químico de fermentação

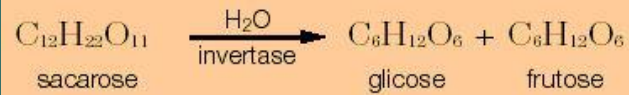
Processos

- ▶ No processo de transformação dos açúcares em etanol há desprendimento de **gás carbônico** e **calor**. Utiliza-se uma levedura especial para fermentação alcoólica, a *Saccharomyces cerevisiae*, que é um aeróbio facultativo, responsável pela produção das enzimas fundamentais para o processo.
- ▶ As leveduras são **microorganismos** que atuam **enzimaticamente (zimase)** sobre os glicídios, produzindo etanol e dióxido de carbono. Neste processo há a quebra das moléculas dos glicídios em monossacarídeos, pela enzima invertase. Esses monossacarídeos são em seguida submetidos à ação de outra enzima, denominada zimase, produzindo o etanol.

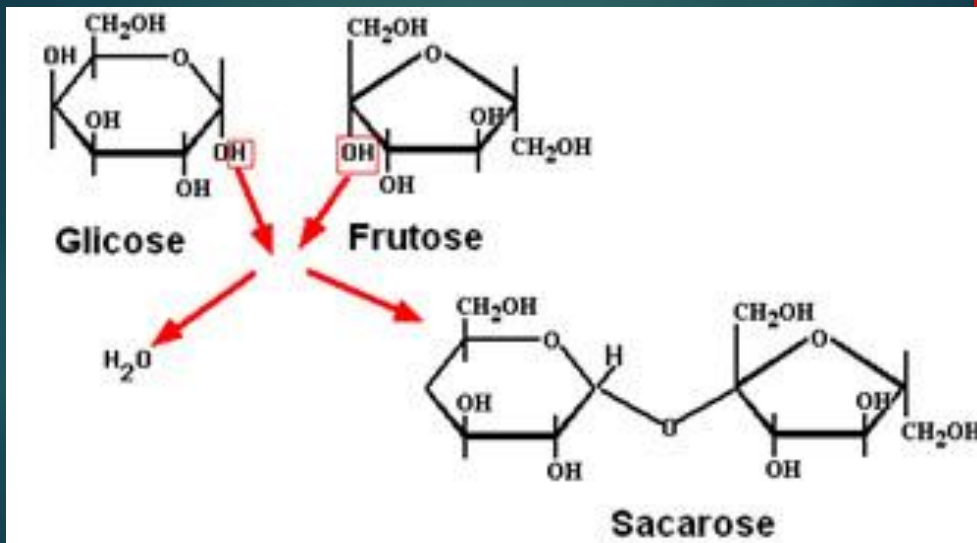
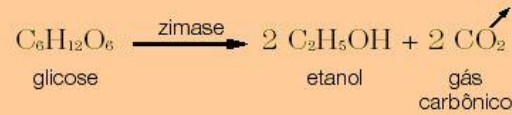
2 etapas

A fermentação alcoólica se dá, basicamente, **em dois processos**:

- ▶ 1º Hidrólise da sacarose: uma molécula de sacarose, por ação de catalisadores, sofre hidrólise, liberando uma molécula de água e produzindo glicose e frutose, conforme a equação abaixo:



- ▶ 2º Fermentação alcoólica: a levedura e outros microrganismos fermentam a glicose em etanol e CO₂, conforme a equação abaixo:



APÊNDICE D – Resíduos e Impactos Ambientais

Resíduos industriais da cana-de-açúcar

Vinhaça

A vinhaça é um resíduo do processo de destilação do álcool. Contém altos níveis de matéria orgânica, potássio, cálcio e quantidades moderadas de nitrogênio e fósforo. Cuidados são necessários ao manejar a vinhaça, pois é um produto corrosivo. Em alguns países, a vinhaça é concentrada por evaporação, sendo chamada de vinhaça concentrada.

Os nutrientes aplicados por meio desses resíduos precisam ser levados em consideração ao definir os programas de adubação para cana-de-açúcar.

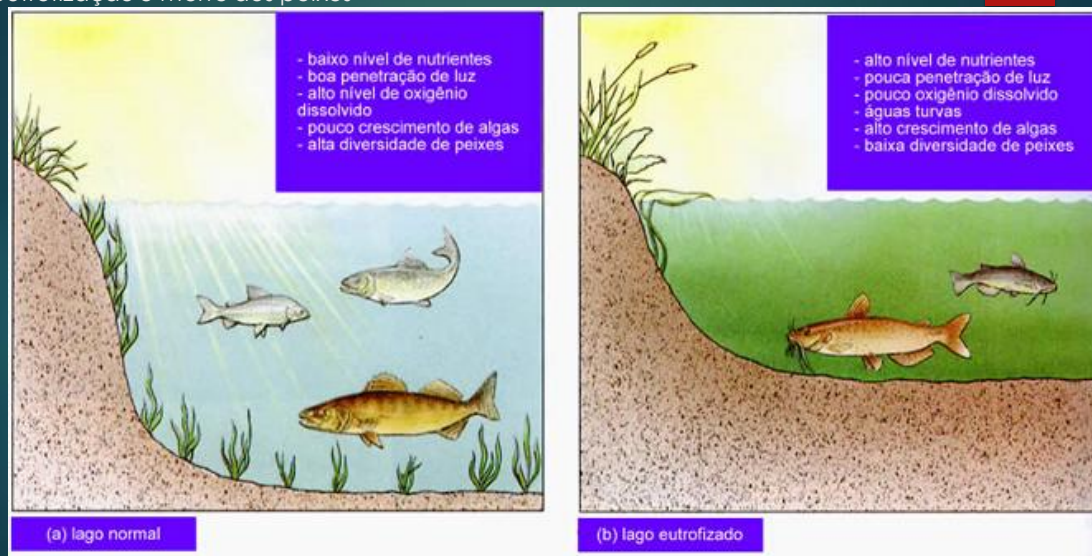
Bagaço

O bagaço é o material fibroso que permanece após a moagem da cana-de-açúcar. Normalmente, para cada 10t de cana moída, entre 3-4t de bagaço úmido são produzidos. Esse material possui um alto teor de água, (em torno de 40 a 50%) e é armazenado antes do processamento. O bagaço está sendo cada vez mais usado para produzir energia com a queima, gerando eletricidade, mas também pode ser uma fonte de matéria orgânica quando retornado ao solo.

Cinzas e torta de filtro

As cinzas e tortas de filtro são também usados como fertilizantes. As cinzas das caldeiras são "raspadas" no moinho e a torta de filtro é o resíduo gerado após a clarificação do açúcar. A torta de filtro pode ser usada para condicionar aumento na matéria orgânica do solo e fornecer nutrientes. É frequentemente usada para compostagens junto com o bagaço.

Vinhaça apresenta: temperatura elevada, pH ácido, corrosividade, alto teor de potássio, além de quantidades significativas de nitrogênio, fósforo, sulfatos, cloretos, entre outros. Seu despejo em rios e lagos provoca o fenômeno de eutrofização e morte dos peixes



Incêndio em 2013



APÊNDICE E – Colheita e condições trabalhistas

Corte manual



Fig. 1. Corte manual de cana crua.
Foto: Raffaella Rossetto.



Fig. 2. Corte manual de cana queimada.
Foto: Raffaella Rossetto.

- ▶ **Corte mecanizado:** Estima-se que o corte mecanizado proporcione redução de cerca de 20% dos custos de produção, quando comparado com o corte manual. Entretanto, o corte mecanizado no Brasil ainda precisa ser aprimorado, pois as máquinas nacionais utilizadas nessa atividade ainda são, em sua maioria, precárias, apresentando baixo rendimento e necessitando frequentemente de manutenção.

Agricultura

- Algodão
- Café
- Cana-de-Açúcar
- Flores, Frutas e Horti
- Laranja
- Milho
- Soja
- Outros

Agroindústria

- Agroflorestal
- Frigoríficos
- Laticínios
- Sucroenergética
- Outros

Agroenergia

- Biodiesel
- Etanol
- Energia Elétrica
- Outros

Cooperativas

Gestão de Empresas

[Home](#) / [Editorias](#) / [Cana-de-Açúcar](#)

Terça, 29 de Janeiro de 2013 - 09h39 PUBLICIDADE

Cana-de-açúcar: colheita mecanizada

Mato Grosso do Sul é o primeiro do País em mecanização na [colheita](#) da cana-de-açúcar

Agrodebate
[Curtir](#) 6,3 [Tweet](#)



Anderson Viegas

O patamar no Estado chega a 94% de corte com o uso de máquinas, de acordo com informações apresentadas pelo presidente da Associação dos Produtores de Bioenergia (Biosul), Roberto Holanda, em palestra no Showtec, em Maracaju.

Notícias Relacionadas

CANA-DE-AÇÚCAR
Mais notícias ?

Newsletter

Receba nossas novidades diretamente em seu e-mail

Nome Completo

E-mail

Empresa

ANEXO 1-Artigo do Jornal "O Progresso" de Dourados- MS, utilizado na Etapa de Organização dos Conhecimentos



Durante o trabalho de campo foram encontradas plantações de cana em áreas indígenas

Estudo aponta impacto da expansão da cana sobre terras indígenas

O levantamento foi feito pela organização não governamental Ecologia e Ação, na Bacia do Rio Paraná

Marcos Morandi
morandi@progresso.com.br

Um levantamento feito pela organização não governamental Ecologia e Ação (Ecoa), mostra a expansão da cana-de-açúcar na Bacia do Rio Paraná e como ela afeta as comunidades indígenas de Mato Grosso do Sul. O relatório denominado "Bacia do Rio Vinhedma - Um território tradicional guarani" foi elaborado pelo biólogo Alcides Faria, diretor institucional da Ecoa, e pela jornalista Silvia Santana e está publicado no site da entidade.

Segundo a ONG, o trabalho teve início em 2013, durante a realização de um estudo com a finalidade de entender de forma mais abrangente o movimento de expansão da cana na bacia do Paraná. "A região de estudo em Mato Grosso do Sul coincide basicamente com territórios tradicionais do povo guarani. São cerca de 43 mil de indígenas vivendo em pequenos territórios cercados por plantações de soja e milho, fazendas de gado e, mais recentemente, pela cana", diz o documento.

Durante a elaboração do relatório, a Ecoa se fundamentou nas publicações do Conselho Indigenista Missio-

nário (CIMI), da organização não governamental Repórter Brasil e do Ministério Público Federal (MPF). "O norte geral para entender o quadro indígena regional e as questões centrais a serem analisadas foram apontadas pelo antropólogo e professor Antônio Jacó Brand, falecido no final de 2012", afirma o estudo.

O documento da ONG destaca a importância da região desde o período colonial, passando também pelo ciclo da erva-mate até os dias atuais. Segundo os responsáveis pe-

Um dos casos é o da terra indígena Jatayvary, em Ponta Porã, ocupada por cinco fazendas

lo relatório, pela facilidade de acesso através dos rios Vinhedma, Brilhante, Vacaria e Dourados, a partir do rio Paraná, a região deste estudo foi explorada desde cedo por espanhóis e portugueses. No livro "Paraguay e Brasil. Crônicas de sus conflictos", por exemplo, Alfredo Boccia Romaniach descreve os ataques dos "bandeirantes" brasileiros para capturas e escravização de indígenas que viviam domesticados nas missões jesuíticas às margens do rio Paranápanema, entre São Paulo e Paraná.

INDÍGENAS

43 mil

Segundo a Ecoa, 43 mil indígenas vivem em pequenos territórios cercados por plantações

Em relação ao cultivo de cana-de-açúcar na região, os autores estudo fazem referências diretas às ações que estão sendo executadas, principalmente pelo setor privado. "No trabalho de campo foram encontrados pelo menos dois casos em que terras reivindicadas pelos guaranis estão ocupadas parcialmente por cana destinada a usinas processadoras de cana. A primeira delas e mais conhecida é a terra denominada Guyraroká, no município de Caarapó, onde os fazendeiros ocupantes arrendam terras para a Raizen / Nova América, usina pertencente ao grupo Cosan / Shell. O outro caso é o da terra indígena Jatayvary no município de Ponta Porã, ocupada por cinco fazendas que segundo a Repórter Brasil, arrendam um total de 712,2 hectares para a usina Monte Verde Energia, pertencente à gigante multinacional Bunge", diz o texto.

ANEXO 2 – Texto publicado na Revista “Mato Grosso do Sul: Grandes Conquistas”,
utilizado na Etapa de Organização dos Conhecimentos

POLO SUCRONERGÉTICO

Atraídas por incentivos fiscais que aumentam a competitividade das indústrias, e pelos diferenciais competitivos como o clima favorável à produção de cana, terras planas 100% mecanizáveis e áreas disponíveis, o setor sucroenergético cresceu rapidamente.

As usinas instaladas, em cinco anos passaram de 11 para 25 unidades. E a produção alcançou 2,5 bilhões de litros de etanol/ano. A capacidade de moagem decolou de 1 milhão de toneladas de cana para 5 milhões de toneladas. Com estas usinas triplicou-se a produção de açúcar, e a produção de álcool foi multiplicada por quatro.

Com a utilização de caldeiras de alta pressão, o Estado tornou-se também exportador de energia. Com a construção de 1.291 quilômetros de linhas de transmissão, o Estado pode se integrar ao sistema nacional de energia para fazer a distribuição. O Governo do Estado teve um papel importante em investir na infraestrutura dos linhões, porque isso é o que faz a energia produzi-

da cair na rede do sistema nacional.

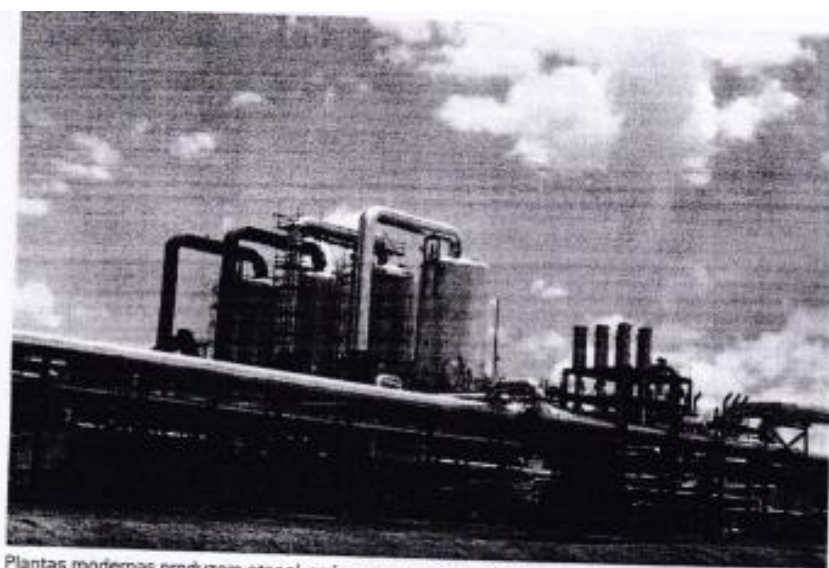
Em Dourados, outro polo começa a ganhar força: é o setor metal-mecânico, constituído por pequenas e médias empresas para dar suporte ao setor sucroalcooleiro. Estas empresas também começam a se instalar em Campo Grande e também em Três Lagoas, para dar apoio técnico às empresas de celulose e também à fábrica de fertilizantes da Petrobras que está sendo construída.

LOCALIZAÇÃO DAS USINAS

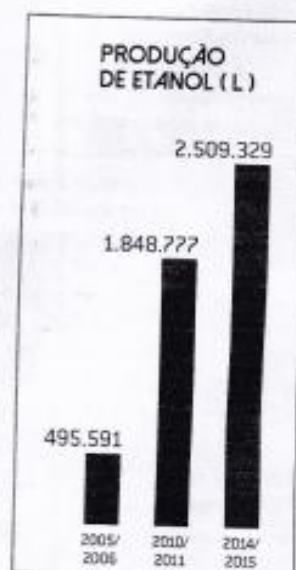


“ A grande oportunidade de crescimento para o nosso negócio está no Mato Grosso do Sul. O Estado tem uma localização privilegiada, uma boa infraestrutura para o escoamento dos nossos produtos e nos dá todas as condições necessárias para o crescimento de longo prazo. Mato Grosso do Sul mudou para melhor e nós temos muito orgulho de participar desta mudança.

”
Luiz de Mendonça, presidente da Odebrecht Agroindustrial, instalada em Costa Rica, Rio Brilhante e Nova Alvorada do Sul



Plantas modernas produzem etanol, açúcar e cogeram energia



ANEXO 3– Hipertexto retirado do site do Ministério Público Federal, utilizado na Etapa de Organização dos Conhecimentos

MPF consegue manter proibição da queima da cana-de-açúcar no cone sul de MS



— registrado em: [Saúde, Meio Ambiente](#)

— última modificação 26/06/2013 12:05

Justiça rejeitou recurso do governo estadual. Queimada, utilizada na colheita, representa dano para meio ambiente e saúde pública

Continua proibida a queima da palha da cana-de-açúcar em 18 municípios do cone sul de Mato Grosso do Sul. A Justiça seguiu posição do Ministério Público Federal e rejeitou recurso do governo estadual, que pretendia liberá-la, sob o argumento de que “não há estudos que comprovem o dano causado pela queima” de canaviais.

A turma de 16 desembargadores federais do Tribunal Regional Federal da 3ª Região (TRF-3), por maioria, votou pelo indeferimento do recurso do governo do estado e manteve decisão de 2012 que havia suspenso licenças ambientais de 18 municípios da região de Dourados. A decisão também havia determinado ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) a análise e concessão de novas licenças.

A ação do MPF foi ajuizada em 2010 para impedir que a autorização da queima da palha de cana continuasse sendo concedida pelos municípios. A Justiça Federal em Dourados determinou liminarmente a proibição, mas o governo do estado e as empresas agrícolas recorreram. O TRF-3 liberou a queima mas reconsiderou a decisão, após recurso do MPF. Para a colheita, ficou autorizada a técnica mecanizada ou a do corte manual da cana crua.

Os municípios abrangidos pela decisão judicial são Anaurilândia, Angélica, Bataiporã, Caarapó, Deodápolis, Douradina, Dourados, Fátima do Sul, Glória de Dourados, Itaporã,

Ivinhema, Maracaju, Nova Alvorada do Sul, Nova Andradina, Novo Horizonte do Sul, Rio Brilhante, Taquarussu e Vicentina.

Danos ambientais e à saúde

Estudo técnico apresentado pelo MPF concluiu que as queimadas trazem sérios riscos para a saúde humana e o meio ambiente. A liberação de nitrogênio, monóxido e dióxido de carbono, ozônio, metano e o dióxido de enxofre podem provocar chuvas ácidas, que contaminam o solo e as águas, diminuindo a fertilidade do solo e a produtividade das lavouras. A fuligem liberada na queima também pode causar diversas doenças, com consequente aumento das despesas públicas para o tratamento.

Entre os estudos apresentados pelo MPF, a tese de José Eduardo Cançado, da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, foi citada pela Justiça: “Já existem evidências robustas dos malefícios que a queima da palha da cana de açúcar traz para o meio ambiente das regiões onde é executada, favorecendo apenas um pequeno grupo de produtores, em detrimento de toda a comunidade. Portanto, não há razão para que medidas efetivas de banimento desta atividade não sejam implementadas pelas autoridades”.

Referência processual na Justiça Federal de Dourados: 0004821-83.2008.4.03.6002

Referência processual no TRF-3: 2010.03.00.023570-5

Assessoria de Comunicação Social

Ministério Público Federal em Mato Grosso do Sul