



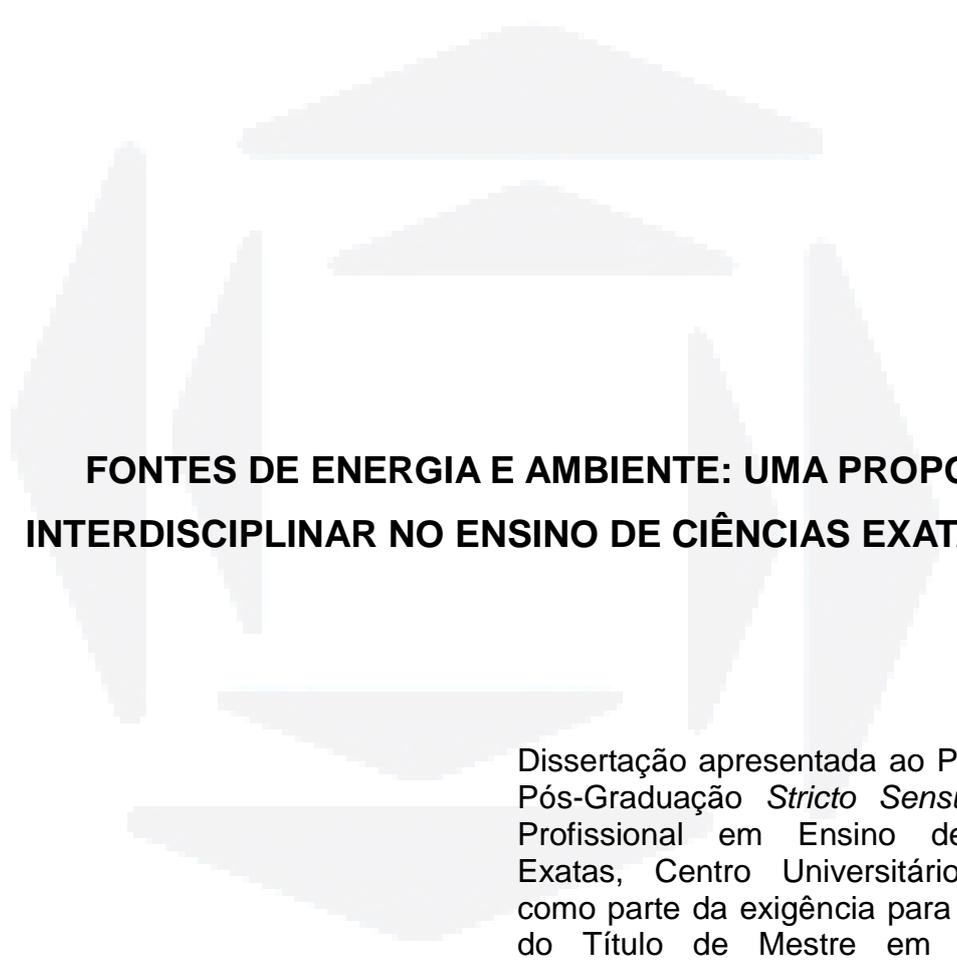
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

**FONTES DE ENERGIA E AMBIENTE: UMA PROPOSTA
INTERDISCIPLINAR NO ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS**

Nara Regina Hennemann

Lajeado, março de 2012.

Nara Regina Hennemann



**FONTES DE ENERGIA E AMBIENTE: UMA PROPOSTA
INTERDISCIPLINAR NO ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário Univates, como parte da exigência para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

Orientadora: Dra. Miriam Ines Marchi

Coorientadora: Dra. Andreia A. Guimarães Strohschoen

Lajeado, março de 2012.

AGRADECIMENTOS

Ao finalizar esta etapa da minha vida acadêmica, gostaria de agradecer a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta pesquisa.

Inicialmente, a Deus por ser a luz que ilumina diariamente a minha caminhada, mostrando-me o verdadeiro sentido da vida.

Ao meu esposo Sidnei Hennemann por todas as vezes que me incentivou para que fizesse o Mestrado e por acreditar no meu potencial. Pela paciência, pelo carinho, pelas palavras e por cuidar dos afazeres do lar durante minha dedicação exclusiva ao Mestrado.

Aos meus pais Dirce e Irineo por financiarem os meus estudos, pela educação e por me incentivarem, desde muito cedo, a ser professora.

À minha irmã Vera por me estimular a continuar os estudos e convencer-me de que era capaz de vencer esta batalha e pelas vezes que leu a minha dissertação, contribuindo com ideias e sugestões.

Aos meus sogros, cunhados, cunhada e sobrinhos por todo o apoio recebido.

De maneira especial, à minha orientadora Dra. Miriam Inês Marchi, a qual, além de cumprir de maneira muito satisfatória a sua função, demonstrou ser uma grande amiga. Desde a elaboração do pré-projeto até a conclusão da dissertação

sempre esteve muito presente, ajudando-me e indo muito além de sua função de orientadora. Sua dedicação, organização, carisma e personalidade servem de inspiração para qualquer pessoa que deseja se tornar um ser humano ainda melhor.

À minha coorientadora Andréia Aparecida Guimarães Strohschoen pelas horas dedicadas à leitura da minha dissertação e pela contribuição de suas sugestões sempre interessantes e desafiadoras.

Ao professor Odorico Conrad por proporcionar aos meus alunos um momento de construção do conhecimento em uma palestra sobre energia solar.

À professora Jandira Maria Giongo que realizou cuidadosamente o trabalho de revisão linguística no texto.

A todos os professores do Mestrado em Ensino de Ciências Exatas com os quais pude compartilhar minhas vivências e ideias, deixando-me ainda mais apaixonada pela tarefa de educar.

Aos meus amados alunos do terceiro ano do Ensino Médio com os quais desenvolvi meu projeto. Pelo empenho, compreensão, amizade e participação ativa em todas as atividades desenvolvidas.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS	18
2.1 Interdisciplinaridade e contextualização	18
2.2 Qualificação do Professor	22
2.3 Interações no processo de ensino-aprendizagem.....	24
2.4 A pesquisa nas práticas educativas	26
2.5 A experimentação no ensino das ciências	27
2.6 Fontes Renováveis de energia e ambiente	29
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	32
4 RELATO, ANÁLISE E DISCUSSÕES DAS AULAS	39
4.1 Aplicação e análise do questionário inicial	40
4.2 Biocombustível Etanol.....	51
4.3 Energia Hidrelétrica.....	94
4.4 Energia Solar	125
4.5 Aplicação e análise do questionário pós-pesquisa e da entrevista	138
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	146
6 REFERÊNCIAS	149

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema da produção de energia elétrica do aluno A.....	47
Figura 2: Esquema da produção de energia elétrica do aluno B.....	48
Figura 3: Esquema da produção de energia elétrica do aluno C.....	48
Figura 4: Esquema da produção de energia elétrica do aluno D.....	48
Figura 5: Filtração do abacaxi processado.....	52
Figura 6: Processo de fermentação do extrato de abacaxi	54
Figura 7: Copo de béquer para evidenciar a liberação de gás carbônico	55
Figura 8: Sistemas para o processo de destilação.....	58
Figura 9: Adaptação realizada no destilador para aproveitamento do calor.	60
Figura 10: Primeiras gotas do destilado.	61
Figura 11: Quantidade de destilado.....	62
Figura 19: Etapa 1.....	131
Figura 20: Etapa 2.....	131
Figura 21: Etapa 3.....	132
Figura 22: Etapa 4.....	132
Figura 23: Etapa 5.....	132
Figura 24: Etapa 6.....	132
Figura 25: Etapa 7.....	132
Figura 26: Construção do aquecedor solar com materiais alternativos.....	133

Figura 27: Aquecedor solar confeccionado com materiais alternativos..... 135

Figura 28: Aquecedor solar confeccionado com uma grade de geladeira..... 136



RESUMO

Esta dissertação é uma pesquisa de caráter qualitativo realizada nos meses de setembro e de outubro de dois mil e onze com uma turma de alunos do 3º ano diurno do Ensino Médio de um Colégio da Rede Particular de Ensino no município de Lajeado – RS. A pesquisa objetivou desenvolver uma proposta de aprendizagem interdisciplinar e contextualizada sobre Fontes de Energia e Ambiente nas disciplinas de Física, Matemática e Química por meio de pesquisas, de experimentações e de interações. Foram abordadas três fontes de energia: hidrelétrica, solar e o biocombustível etanol. Na proposta pedagógica interdisciplinar, que visou à integração entre os saberes nas diversas áreas do conhecimento, foram desenvolvidas várias atividades como visitas, experimentos, debates, leituras, construção de protótipos, entre outras. A avaliação da pesquisa deu-se pela análise dos dados verbais, escritos e observados obtidos a partir das transcrições das aulas, do questionário inicial e final e da entrevista. Essas atividades favoreceram a aproximação do conteúdo abordado com a realidade dos alunos com práticas diferenciadas, desafiadoras e que estimularam os mesmos a refletir e expor suas idéias de forma mais autônoma, crítica e consciente, tornando a aprendizagem mais significativa e interessante.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Fontes de Energia. Experimentação.

ABSTRACT

This dissertation is a research of qualitative form that was done in September and October of 2011 (two thousand eleven) with a class of students in the third grade of a High School of a Private School in Lajeado-RS. The research purposed to develop an interdisciplinary and contextualized learning suggestion about Energy Sources and Environment in Physics, Mathematics and Quimistrics through researches of experiments and interections. Three energy source were studied: hydroelectric, solar and the etanol biofuel. In the interdisciplinary educational suggestion that aimed the ntegration among knowlegdes in several areas of knowledge, many activities were developed as visits, experiments, discussions, readings, building of prototypes and so on. The evaluation research was the analysis of verbal data, written and observed that were gotten through the classes transcriptions, in the beginning and at the end of the questionnaire of the enterview. These activities helped the aproximation of the studied subject to the students reality with different and challenge practices and that stimulated them to reflect and to present their ideas in more autonomous, critic and conscious way, learning more meaningful making and interesting.

KEYWORDS: Interdisciplinary. Energy sources. Experiment.

1 INTRODUÇÃO

A mestranda Nara Regina Hennemann nasceu em 1983, na cidade de Sério, município que, na época, pertencia a Lajeado - RS. Os pais, por serem de classe média baixa, ele pedreiro e ela empregada doméstica, não dispunham de condições financeiras para contratar uma babá que cuidasse da filha; então, a mãe a levava todos os dias junto ao seu local de trabalho na Escola Estadual Pedro Albino Muller onde atuava como cozinheira. Seus primeiros meses de vida já se iniciaram em um ambiente escolar onde era muito querida por todos os professores e funcionários. Logo que começou a falar, sempre dizia que seu sonho era ser professora, pois gostava daquele ambiente e da tarefa de ensinar. Ela cursou todo o Ensino Fundamental na referida escola. Ao terminar a 8ª série, passou por uma prova seletiva a fim de frequentar uma escola de Curso Normal. Como não conseguiu a aprovação, cursou o primeiro ano do Ensino Médio na Escola Estadual Eugênio Franciose, no município de Boqueirão do Leão. Somente no segundo ano do Ensino Médio iniciou seus estudos no magistério no antigo CFAP (Centro de Formação e Aperfeiçoamento de Professores), hoje IEEEM (Instituto Estadual de Educação Estrela da Manhã, no município de Estrela).

Em julho de 2001, formou-se professora das Séries Iniciais e, no início, atuou em classes multisseriadas no interior do município de Sério, onde, muitas vezes, além de docente, desempenhava as funções de diretora, merendeira e até faxineira. No início do ano de 2002, passou em um concurso da rede estadual de ensino do Rio Grande do Sul e começou a trabalhar como professora da 3º série na escola onde foi criada e sempre teve o sonho de trabalhar. No mesmo ano, passou no

vestibular e iniciou a graduação em Ciências Exatas com habilitação integrada em Física, Química e Matemática no Centro Universitário Univates, áreas pelas quais tinha maior afinidade durante o Ensino Médio. Ao finalizar o primeiro semestre, mesmo sem experiência, com poucas cadeiras cursadas e ser bastante jovem, foi convidada a assumir as aulas de Matemática do Ensino Fundamental e Química no Ensino Médio no mesmo educandário. Inúmeros foram os desafios na época, mas, com persistência, ajuda dos professores da graduação e da família, aos poucos, conseguiu superá-los.

No ano de 2006, casou-se e passou a residir no município de Lajeado, solicitando, assim, transferência para a Escola Estadual de Educação Básica Érico Veríssimo onde atualmente ministra aulas de matemática no Ensino Fundamental. Nesta mesma escola, também já ministrou aulas de Matemática e Química para o Ensino Médio. Logo que chegou ao novo município, foi convidada a trabalhar junto a um Colégio Particular. Inicialmente, com as Séries Iniciais e, posteriormente, com Ensino Fundamental e Médio nas disciplinas de Física, Química e Matemática.

Durante seus oito anos de graduação sempre participou de eventos ligados à educação, como cursos, seminários, encontros e palestras, pois considera que é sempre muito importante o professor manter-se atualizado e repensar constantemente as suas práticas docentes a fim de melhorar a qualidade de ensino.

Enquanto professora das disciplinas de Física, Química e Matemática, sempre teve dificuldades em estabelecer relações entre as três áreas. Não raro, os próprios alunos faziam colocações como: *Isso aqui é parecido com aquilo que estudamos na Química? Ou, o que estamos estudando agora é muito semelhante ao que vimos ano passado em Física. Ou ainda, quando vamos usar isso que estamos aprendendo? Nunca.*

Esses questionamentos a deixavam intranquila, levando-a a pensar em uma forma possível de tornar as aulas mais atrativas, motivadoras, integrando os saberes e contemplando temas da realidade. Assim, ao término da graduação, decidiu

procurar o curso de Mestrado em Ensino de Ciências Exatas que visava à formação de profissionais multidisciplinares e buscava inovar as práticas pedagógicas através de tecnologias e novos olhares sobre a educação. O **Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*** tinha as características similares à sua graduação e poderia trazer respostas para as suas inquietações. Logo ao iniciá-lo, já pensava em propor e desenvolver a sua pesquisa num contexto interdisciplinar, justamente por ser esta a principal dificuldade, pois se sentia insegura para realizar as conexões com a realidade do aluno e relacionar os conteúdos das três áreas nas quais atuava.

Portanto, o fator primordial que desencadeou esta pesquisa com os alunos do 3º ano do Ensino Médio, tendo como tema *Fontes de Energia e Ambiente: uma proposta interdisciplinar no ensino de Ciências Exatas*, foi a tentativa de buscar respostas para algumas inquietações quanto ao fazer pedagógico da mestranda. Para isso, planejaram-se atividades que visassem à integração nas três ou mais áreas do conhecimento e que pudesse favorecer a aproximação do conteúdo abordado com a realidade. Isso se deu por meio de práticas experimentais, pesquisa, visitas técnicas e debates, objetivando estimular, refletir e expor suas ideias.

A mestranda, ao desenvolver esta pesquisa, procurou encontrar uma resposta para a seguinte questão: *De que maneira é possível, a partir do tema Fontes de Energia e Ambiente, desenvolver uma proposta de aprendizagem interdisciplinar e contextualizada entre as disciplinas de Física, Matemática e Química no Ensino Médio?* Para isso, foi desenvolvida uma proposta interdisciplinar, contemplando uma maior contextualização e integração dos conteúdos e assuntos abordados em sala de aula. Para trabalhar dessa forma, a professora necessitou mudar a atitude frente ao conhecimento, substituindo a fragmentação por uma visão integrada entre os saberes.

Portanto, o objetivo geral desta pesquisa foi elaborar e desenvolver uma proposta de aprendizagem interdisciplinar e contextualizada sobre Fontes de Energia e Ambiente nas disciplinas de Física, Matemática e Química, em uma turma

de Ensino Médio, por meio de pesquisa, experimentação e interação. Pretendia-se oferecer uma prática diferenciada onde a integração de saberes e a relação com a realidade seriam aliadas no processo de ensino-aprendizagem.

Os objetivos específicos citados a seguir complementam a pesquisa com a finalidade de atingir o objetivo geral:

- Elaborar atividades com recursos diferenciados que permitam ao aluno a pesquisa, a análise e a interpretação.
- Possibilitar a construção do conhecimento a partir da interação, experimentação e investigação, tendo como tema norteador - Fontes de Energia e Ambiente.
- Ampliar os conhecimentos com relação às fontes de energia, estabelecendo relações com o ambiente através de uma proposta de aprendizagem interdisciplinar e contextualizada.
- Realizar com os alunos uma proposta de autoavaliação que permita aos mesmos apropriarem-se de forma mais efetiva do estudo proposto.

Muitos alunos, de diferentes idades e níveis de conhecimento, apresentam dificuldades de aprendizagem nas disciplinas de Ciências Exatas. A maioria as relaciona com memorização de fórmulas e conceitos e a resolução de extensos cálculos. Dificilmente conseguem estabelecer relação desses conceitos com o seu cotidiano e tampouco os utilizam para explicar acontecimentos diários. Percebe-se, então, um dos desafios do professor em aproximar e relacionar o conteúdo abordado em aula com a realidade do aluno. Porto, Ramos e Goulart afirmam que:

As atividades de ensino empregadas nas aulas de ciências, assim como nas demais disciplinas escolares, devem ser planejadas de modo que as ideias, as teorias e o conhecimento que os alunos trazem consigo possam ser aproveitadas, completadas e desenvolvidas (PORTO; RAMOS; GOULART, 2009, p. 22).

Considera-se que um caminho possível para auxiliá-lo nesse desafio é propor aulas mais contextualizadas e interdisciplinares em que se estabeleçam relações nas diferentes áreas do ensino. Dessa forma, espera-se que o aluno, ao aprender os conteúdos de forma interdisciplinar, conscientize-se de que o ensino lhe fornece uma melhor compreensão do contexto e da realidade em que está inserido e não somente uma nota na avaliação que lhe dará ou não a aprovação. Ao término, almeja-se que ele saiba aplicar, em situações cotidianas, conceitos e teorias trabalhadas em aula, estabelecendo relações com outros fenômenos à sua volta.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) do Ensino Médio ressaltam que os currículos sejam estruturados em áreas do conhecimento e sigam os pressupostos da interdisciplinaridade, da contextualização, da diversidade e da autonomia e ainda recomendam que o ensino que, hoje, na grande maioria das práticas pedagógicas, é trabalhado de forma abstrata, seja construído a partir de situações reais. Enfatizam, também, a importância de tornar as práticas educativas interdisciplinares, que vão muito além da mera justaposição de disciplinas:

Na perspectiva escolar, a interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. Em suma, a interdisciplinaridade tem uma função instrumental. Trata-se de recorrer a um saber diretamente útil e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos (BRASIL, 1999, p. 35 e 36).

Ao sugerir um trabalho interdisciplinar, o professor repensa a sua prática pedagógica tornando-se mais questionador, desafiador e crítico. Assuntos voltados aos seus interesses e que contemplem seu cotidiano estão assegurados nos PCNs:

A integração dos diferentes conhecimentos pode criar as condições necessárias para uma aprendizagem motivadora, na medida em que ofereça maior liberdade aos professores e alunos para a seleção de conteúdos mais diretamente relacionados aos assuntos ou problemas que dizem respeito à vida da comunidade. Todo conhecimento é socialmente comprometido e não há conhecimento que possa ser aprendido e recriado se não se parte das preocupações que as pessoas detêm. O distanciamento entre os conteúdos programáticos e a experiência dos alunos certamente responde pelo desinteresse e até mesmo pela deserção que constatamos em nossas escolas (BRASIL, 1999, p. 36).

Nesse sentido, acredita-se que trabalhar de forma interdisciplinar contribui com o processo ensino-aprendizagem do aluno, pois as aprendizagens poderão se tornar mais significativas e associadas à realidade. Contemplar uma perspectiva contextualizada é levar em consideração os saberes do aluno e, a partir destes, oportunizar atividades que visem a ampliar ou construir novos conhecimentos. Em relação à contextualização do ensino, os PCNs (BRASIL, 1999, p. 94) salientam que “O contexto que é mais próximo do aluno e mais facilmente explorável para dar significado aos conteúdos da aprendizagem é o da vida pessoal, cotidiano e convivência”.

Ressalta-se que um dos principais objetivos da educação é promover a cidadania. Ao eleger os conteúdos, devem ser incluídas questões que possibilitem a compreensão e a crítica da realidade, proporcionando aos alunos a oportunidade de se apoderarem deles como instrumentos para refletir e mudar sua própria vida (BRASIL, 1998). As práticas pedagógicas precisam estar voltadas à compreensão da realidade social, dos direitos e das responsabilidades da vida pessoal e coletiva. Os temas transversais, como a ética, a pluralidade cultural, o meio ambiente, a saúde e a orientação sexual, precisam ser incorporados ao trabalho coletivo da escola com o objetivo de incluir as questões sociais no currículo escolar. No texto a seguir, observa-se que os PCNs contemplam as ideias comentadas anteriormente:

A eleição de conteúdos, por exemplo, ao incluir questões que possibilitem a compreensão e a crítica da realidade, ao invés de tratá-los como dados abstratos a serem aprendidos apenas para “passar de ano”, oferece aos alunos a oportunidade de se apropriarem deles como instrumentos para refletir e mudar sua própria vida. Por outro lado, o modo como se dá o ensino e a aprendizagem, isto é, as opções didáticas, os métodos, a organização e o âmbito da atividade, a organização do tempo e do espaço que conformam a experiência educativa, ensinam valores, atitudes, conceitos e práticas sociais. Por meio deles pode-se favorecer em maior ou menor medida o desenvolvimento da autonomia e o aprendizado da cooperação e da participação social, fundamentais para que os alunos se percebam como cidadãos (BRASIL, 1998, p. 23 - 24).

É importante lembrar que uma das principais funções da escola é a formação de cidadãos conscientes, capazes de decidir e atuar na realidade socioambiental, que estejam comprometidos com a própria vida e da sociedade local e global

(BRASIL, 1998). Para que isso ocorra, provavelmente, é necessário trabalhar com um ensino voltado à promoção de atitudes e valores, proporcionando um ambiente saudável e coerente com aquilo que se espera que o educando apreenda. Acredita-se também que é preciso criar momentos para que o mesmo possa pôr em prática sua capacidade de atuação, promovendo atividades que lhe possibilitem uma participação mais efetiva e concreta. “E esse é um grande desafio para a educação. Gestos de solidariedade, hábitos de higiene pessoal e dos diversos ambientes, participação em pequenas negociações são exemplos de aprendizagem que podem ocorrer na escola” (BRASIL, 1998, p. 187).

Entende-se que o futuro da humanidade depende da relação estabelecida entre a natureza e o uso que o homem faz dos recursos que ela nos disponibiliza, motivo pelo qual a questão ambiental vem sendo considerada cada vez mais importante e urgente para a sociedade.

Quando nos questionamos sobre por que é necessário rever nossa maneira de nos relacionarmos com o ambiente (reduzindo o consumo de água, evitando o efeito estufa, buscando novas fontes de energia, impedindo a extinção de espécies da fauna e da flora), percebemos que o estudo do ambiente precisa constituir-se em um processo contínuo de responsabilidade de todos na escola (PORTO; RAMOS; GOULART, 2009, p. 87).

Portanto, faz-se necessária a conscientização dos alunos quanto à responsabilidade e à sensibilidade na conservação do meio ambiente para a nossa e às futuras gerações. No que se refere à área ambiental, muitos são os ensinamentos, informações, procedimentos e valores adquiridos ao longo da vida. Estes devem ser trazidos para a sala de aula para que se estabeleçam relações e se reavaliem posturas e comportamentos que se têm em relação a eles.

É desejável a comunidade escolar refletir conjuntamente sobre o trabalho com o tema Meio Ambiente, sobre os objetivos que se pretende atingir e sobre as formas de conseguir isso, esclarecendo o papel de cada um nessa tarefa. O convívio escolar é decisivo na aprendizagem de valores sociais e o ambiente é o espaço de atuação mais imediato para os alunos (BRASIL, 1998, p. 187).

Quando se destaca a importância de conservar o meio ambiente, não se pode ignorar a questão energética. Branco (2004) diz que uma das soluções para que o desenvolvimento energético não comprometa gravemente o meio ambiente seria a busca de novas fontes, ou fontes alternativas de energia, de acordo com os diferentes ambientes específicos. Comenta, ainda, que:

Faz-se necessário o desenvolvimento de um planejamento racional, cuja meta seja a obtenção de energia em quantidades exatamente proporcionais às necessidades reais da sociedade, sem desperdícios e sem gastos supérfluos devidos a falhas de construção ou a práticas incompatíveis com o ambiente em que vivemos (BRANCO, 2004, p. 134).

Para Rocha, Rosa e Cardoso (2009, p. 139), “Todas as formas de gerar energia produzem efeitos no ambiente [...]”. Comentam ainda que “Economizar energia é a forma mais racional de atuação da população mais consciente, interessada em melhorar o ambiente”.

Entende-se que a escola deve ir além da simples transmissão do conhecimento; logo, considera-se que ela tem um compromisso social de abordar questões como as acima citadas. Sua função é formar cidadãos autônomos, reflexivos, críticos e conscientes de seus direitos e deveres, capazes de entender a realidade em que vivem e estarem preparados para participar ativamente da vida econômica, social e política do local onde estão inseridos.

É importante, nas práticas educativas, desenvolver atividades que levem o aluno a refletir, questionar, analisar, criticar, criar, concluir, estabelecer relações, argumentar, justificar e avaliar. Mas, para que isso ocorra, o professor precisa adotar metodologias participativas, contextualizadas, desafiadoras, interdisciplinares, problematizando os conteúdos e estimulando o aluno a colocar suas opiniões e a trocar informações com o grupo de colegas, defendendo seus pontos de vista.

Os PCNs foram elaborados com a intenção de ampliar e aprofundar o debate na educação. E, mais do que isso, vieram para auxiliar e orientar o professor nas suas práticas pedagógicas. Salientam a importância de se trabalhar de forma

interdisciplinar, contemplando os temas transversais e ainda fazem uma reflexão sobre questões sociais como, por exemplo, o meio ambiente.

Várias bibliografias relatam a importância de se inter-relacionar as diferentes áreas do conhecimento, de aproximar o conteúdo abordado em aula com a realidade do aluno, bem como incluir as questões sociais no currículo escolar; entretanto, poucos relatam como desenvolver isso na prática.

Nesta pesquisa, contemplou-se a interdisciplinaridade visando a uma aprendizagem significativa e a tornar as aulas mais interessantes, atrativas e contextualizadas. Acredita-se que, para trabalhar dessa forma, faz-se necessário repensar e mudar algumas atitudes frente ao conhecimento, superando a visão fragmentada dos conteúdos e, assim, buscar a integração dos temas abordados.

A estruturação da escrita desta dissertação deu-se em cinco capítulos. O Capítulo 1 trouxe a introdução do trabalho onde foram realizadas a apresentação, a problematização e a contextualização da pesquisa. O Capítulo 2, a abordagem teórica, refletindo sobre a interdisciplinaridade e a contextualização, o papel do professor e a importância da interação, da pesquisa e da experimentação no processo de ensino-aprendizagem. O Capítulo 3 trata da metodologia que tem caráter qualitativo e apresenta o detalhamento da pesquisa, abordando os procedimentos didáticos e a forma de avaliação. O desenvolvimento das aulas, as análises e as discussões das mesmas estão no Capítulo 4. No 5, encontram-se as considerações finais sobre a pesquisa e, por fim, no 6, são citadas as referências. Posterior a esses capítulos, seguem os Anexos com as atividades desenvolvidas, o Questionário Inicial e Final, Roteiro da Entrevista, textos trabalhados em aula, entre outros.

2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

2.1 Interdisciplinaridade e contextualização

O movimento da interdisciplinaridade surgiu na Europa, mais especificamente na França e na Itália em meados da década de 1960, época em que os movimentos estudantis reivindicavam um novo estatuto de universidades e de escola. No início dos anos de 1970, iniciava-se a pesquisa sobre interdisciplinaridade, a qual vem percorrendo inúmeros caminhos até hoje (FAZENDA, 1994).

Sendo assim, nota-se que a interdisciplinaridade é uma proposta pedagógica que foi e ainda está sendo muito discutida e estudada nas esferas educacionais. Muito se fala sobre essa proposta, mas, na prática, pouco se observa. Muitos professores demonstram interesse em trabalhar de maneira integrada com as diferentes disciplinas do ensino, mas, por outro lado, sentem-se receosos de desenvolvê-la em suas aulas porque são muitos os desafios a enfrentar. Pombo (texto digital) relata que a interdisciplinaridade surge na escola como uma aspiração emergente no seio dos próprios professores. Ressalta ainda que são os próprios professores que, por sua iniciativa, vêm realizando, com uma frequência crescente, experiências de ensino que visam a alguma integração dos saberes disciplinares.

Ao se falar em interdisciplinaridade, vários conceitos podem ser atribuídos para definir essa proposta. Pombo define interdisciplinaridade como:

Por interdisciplinaridade, deverá entender-se qualquer forma de combinação entre duas ou mais disciplinas com vista à compreensão de um objeto a partir da confluência de pontos de vista diferentes. A interdisciplinaridade implica, portanto, alguma reorganização do processo de ensino/aprendizagem e supõe um trabalho continuado de colaboração dos professores envolvidos (POMBO, p. 13, texto digital).

A interdisciplinaridade pode ser vista como uma nova concepção do saber e do processo de ensinar, ou seja, uma nova maneira de reorganizar os diversos objetos de estudo e de reformulação das práticas pedagógicas. É uma mudança de atitude diante do problema do conhecimento, da substituição de uma concepção fragmentada pela unitária do conhecimento (FAZENDA, 1994). Para Paviani, interdisciplinaridade pode ser definida da seguinte maneira:

A interdisciplinaridade não é um fim que deva ser alcançado a qualquer preço, mas uma estratégia, um meio, uma razão instrumental, uma mediação entre a unidade e a multiplicidade entre as partes e o todo (PAVIANI, 2005, p. 19).

Ao se optar pela interdisciplinaridade, é necessária uma mudança de atitude em relação ao conhecimento que será construído de forma globalizada pela ousadia da busca, da pesquisa e da transformação, levando a um novo exercício de pensar e de construir tal conhecimento. Essa proposta interdisciplinar parte da pergunta, do diálogo, das indagações, da dúvida, da troca, da reciprocidade (FAZENDA, 1994). Ainda complementa que:

Atitude de busca de alternativas para *conhecer mais e melhor*; atitude de *espera* perante atos não-consumados; atitude de *reciprocidade* que impele à troca, ao *diálogo* com pares idênticos, com pares anônimos ou consigo mesmo; atitude de *humildade* diante da limitação do próprio saber, atitude de *perplexidade* ante possibilidade de desvendar novos saberes; atitude de *desafio* diante do novo, desafio de redimensionar o velho; atitude de *envolvimento* e *comprometimento* com os projetos e as pessoas neles implicadas; atitude, pois, de *compromisso* de construir sempre da melhor forma possível; atitude de *responsabilidade*, mas sobretudo de alegria, de revelação, de encontro, enfim, de vida (FAZENDA, 1991, p. 13 e 14).

A interdisciplinaridade pode ser vista como uma nova maneira de entender, mudar e agir no mundo, fazendo com que o aluno consiga construir um conhecimento mais profundo e crítico de sua realidade. Neste sentido, tornar a aprendizagem interdisciplinar e contextualizada é uma estratégia de ensino muito

válida, pois visa a desenvolver a capacidade de compreender e intervir na realidade de forma autônoma e desalienante (BRASIL, 1999).

Atualmente, o profissional necessita reunir uma diversidade de habilidades para ter um bom desempenho no seu trabalho. A interdisciplinaridade, além de proporcionar essa integração de saberes e proporcionar momentos de troca, ainda prepara melhor os alunos para a formação profissional, pois necessita da contribuição de várias disciplinas e, conseqüentemente, de uma formação polivalente (JAPIASSU, 1976).

Numa proposta interdisciplinar, todos aprendem: os professores, porque, além de ampliarem seus conhecimentos em outras áreas e refletirem sua prática docente, melhoram sua interação com os colegas e os alunos. Estes, por desenvolverem a capacidade de trabalhar em grupo, buscar seu próprio conhecimento e estabelecer relações nas diversas áreas e com o mundo que os cerca; e, por fim, a escola, pois a proposta pedagógica é desenvolvida de forma coletiva e os discentes passam a estabelecer um relacionamento de colaboração e parceria com a comunidade escolar. “O professor que pretende interdisciplinar não é solitário, é parceiro: parceiro de teóricos, parceiro de pares, parceiro de alunos, sempre parceiro” (FAZENDA, 1991, p. 109).

Uma experiência interdisciplinar e contextualizada aconteceu na cidade de Flores da Cunha, Estado do Rio Grande do Sul, junto à Educação de Jovens e Adultos (EJA), do Ensino Médio, em uma escola particular de ensino. Nesello (2010) desenvolveu um trabalho interdisciplinar em sala de aula e no laboratório de Ciências. Sua proposta visava ultrapassar os limites impostos pelos livros didáticos, almejando uma nova concepção sobre os conteúdos Processos de Variação de Temperatura e Dilatação dos Sólidos, dos Líquidos e dos Gases. Ao final da pesquisa, ele constatou que os alunos demonstraram satisfação com a prática educativa desenvolvida, pois o estudo, ao partir da realidade deles, tornou a aprendizagem mais significativa. Também considerou que o citado trabalho, realizado de forma interdisciplinar, proporcionou diálogos que perpassaram as

diferentes áreas do conhecimento e que permitiram a construção de conceitos a partir das experiências dos alunos.

Outra atividade interdisciplinar foi desenvolvida por Soares (2009), envolvendo seis turmas do Ensino Fundamental em uma escola de Ensino Fundamental da rede pública de Uruguaiana, Rio Grande do Sul. Percebendo que temas como sedentarismo, alimentação, saúde, bem-estar físico e mental precisam ser discutidos em diferentes disciplinas e não somente nas aulas de Educação Física, realizou-se um estudo coletivo na escola com diferentes enfoques e em diferentes disciplinas por meio de vídeos, textos ou simplesmente com a troca de experiências. No referido estudo, abordou-se o tema transversal saúde através dos conhecimentos sobre a alimentação saudável. No final, os alunos foram desafiados a confeccionar histórias em quadrinhos acerca dos temas desenvolvidos em sala de aula que foram digitalizadas, dando origem a uma cartilha. Com a pesquisa, Soares concluiu que, a partir da abordagem interdisciplinar, é possível tornar o ensino mais prazeroso e significativo aos professores e alunos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

Weber (2009) realizou uma pesquisa que investigou 800 alunos dos Ensinos Fundamental e Médio de escolas públicas e privadas de Santa Maria - RS, com o propósito de verificar se havia a possibilidade de existir uma visão interdisciplinar entre as Ciências e a Educação Física por meio de um questionário semiestruturado, cuja pergunta era: "Você acredita que exista relação entre as Ciências e a Educação Física? Sim ou Não e Justifique". Em torno de 50% - 60% dos entrevistados responderam que "Sim", ou seja, segundo eles, havia uma relação entre as duas disciplinas. Em relação à percentagem de respostas "Não", o pesquisador observou que a incidência variou entre 15% (Ensino Médio) e 33% (Ensino Fundamental). As justificativas foram as mais variadas possíveis e com isso ele constatou que existe uma relação interdisciplinar entre a Educação Física e as Ciências e que podem ser potencializadas com a dedicação, a flexibilidade e o esforço dos professores dessas duas áreas. Lembrou também que, para isso acontecer, os docentes devem ter

como objetivo a inovação na forma de ensinar, não somente transmitir os conteúdos de forma desconectada que não proporciona espaços para reflexões e debates.

2.2 Qualificação do Professor

Quando o professor se desafia numa proposta interdisciplinar, deve estar consciente de que sua atualização precisa ser constante. Essa busca faz-se necessária para promover, em sua proposta de trabalho, situações de aprendizagem com características interdisciplinares e contextuais. Para Fazenda (1993b), a formação continuada do professor é um grande desafio quando se trabalha com essa proposta. Seu papel é auxiliar o aluno a descobrir, a reconstruir e a posicionar-se criticamente frente ao conhecimento. Perrenoud (2000), ao propor as dez competências para ensinar, também destaca que o docente deve administrar sua própria formação continuada.

Diante dos atuais desafios do ensino, é imprescindível o professor qualificar-se constantemente. Não basta mais transmitir aos alunos leis, fórmulas e conceitos. É preciso ir além. Promover condições para que eles desenvolvam suas capacidades e aprendam os conteúdos necessários para construir instrumentos de compreensão da realidade e participar das relações sociais cada vez mais amplas e diversificadas. Ou seja, um ensino mais contextualizado voltado ao interesse dos alunos onde as aprendizagens ganhem significado e os auxiliem na tomada de decisões. Para Freire (1996), ensinar é muito mais que transmitir conhecimento:

Saber que ensinar não é transmitir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Quando entro na sala de aula devo estar sendo um ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, as suas inibições; um ser crítico e inquietador, inquieto em face da tarefa que tenho-a de ensinar e não a de transferir conhecimento (FREIRE, 1996, p. 47).

Maldaner (2003) ressalta que os cursos de licenciatura preocupam-se pouco em proporcionar aos futuros professores uma boa formação para o exercício do magistério.

Ao saírem dos cursos de licenciatura, sem terem problematizado o conhecimento específico em que vão atuar e nem o ensino desse conhecimento na escola, recorrem, usualmente, aos programas, apostilas, anotações, livros didáticos que os seus professores proporcionaram quando cursaram o Ensino Médio. É isto que mantém o currículo vicioso de um péssimo ensino de Química em nossas escolas (MALDANER, 2003, p. 74).

Os PCNs também ressaltam a importância da qualificação do professor. Mencionam que se ele quiser, em suas práticas educativas, tratar de questões sociais na perspectiva da cidadania, é imediatamente necessária a formação. Argumentam que, para desenvolver tais práticas, primeiramente, precisam desenvolver-se como profissionais e como sujeitos críticos da realidade em que estão inseridos, ou seja, saber posicionar-se como professores e indivíduos participantes no processo de cidadania (BRASIL, 1998).

O professor deve assumir o papel de orientador e, a partir de suas próprias produções, motivar o aluno a produzir conhecimento por meio da pesquisa, tornando-o um ser pensante e crítico. Conforme Demo (1993), o cerne da educação está no aluno: ele é a imagem viva do “aprender a aprender”. Afirma ainda que o mesmo deve ser avaliado continuamente, assim como avalia-se os alunos.

A leitura da obra de Moreira, retratando-se ao pensamento de Piaget, permite identificar o papel do professor, conforme segue:

O que se deseja é que o professor deixe de ser apenas um conferencista e que estimule a pesquisa e o esforço, ao invés de se contentar com a transmissão de soluções já prontas (MOREIRA, 1999, p. 105).

Podem-se destacar vários motivos pelos quais os professores não atualizam suas práticas e não investem na sua formação continuada: o excesso de carga horária, a questão salarial e as condições de trabalho. Uma das soluções seria organizar, na própria escola, com apoio dos coordenadores pedagógicos, momentos de reflexão, formação, construção de unidades didáticas a fim de que as propostas desenvolvidas contemplem a pesquisa, a interação, a experimentação, a interdisciplinaridade e a contextualização. Para Bicudo e Junior (1999, p. 27), “A

formação continuada feita na própria escola acontece na reflexão compartilhada com toda a equipe”.

2.3 Interações no processo de ensino-aprendizagem

Na família, na sociedade, na escola, no local de trabalho ou em qualquer outro ambiente, o trabalho coletivo é de fundamental importância, pois contempla o desenvolvimento da cooperação e do respeito pelos outros, atitudes básicas e necessárias para quem vive em sociedade. Ademais, promove a troca de conhecimento entre os integrantes, os quais exercitam suas capacidades de comunicação em busca de um objetivo. “Trabalhar em equipe estimula a participação, desenvolve a argumentação, facilita a circulação de informações e de sugestões, pois permite a troca de ideias e opiniões” (PORTO; RAMOS; GOULART, 2009).

Nas práticas educativas, cada vez mais se observa como metodologia de ensino, o trabalho coletivo e cooperativo. Nesses momentos, as relações de ajuda são muito importantes, pois permitem ao aluno desenvolver a sua personalidade, o diálogo, a troca de ideias e a cooperação. Bizzo (2009, p. 68) comenta que “Reais oportunidades de aprendizagem implicam em troca de ideias, em conversa, em trabalho cooperativo. Expor ideias próprias é, em si, uma capacidade que deve ser estimulada e desenvolvida [...]”.

Oliveira (2004) relata que, para Vygotsky, o desenvolvimento do indivíduo se dá num ambiente social determinado e na relação com o outro nas diversas esferas e níveis da atividade humana. E ainda complementa que o desenvolvimento cognitivo não ocorre se não se levar em consideração o contexto social, histórico e cultural. Quando essa interação é voltada para a promoção da aprendizagem e do desenvolvimento do aluno, pode e deve ser utilizada em situações escolares. Abaixo, o autor destaca o pensamento de Vygotsky em relação à interação:

Qualquer modalidade de interação social, quando integrada num contexto realmente voltado para a promoção do aprendizado e do desenvolvimento, poderia ser utilizada, portanto, de forma produtiva na situação escolar (OLIVEIRA, 2004, p. 64).

O aluno também precisa ser preparado para essa forma de trabalho coletivo. É importante informá-lo de que nesse tipo de trabalho é necessário ter paciência e respeito, haja vista ser difícil encontrar de imediato um acordo comum diante de tantas opiniões diferentes. Também alertá-lo de que a exposição das ideias deve ocorrer de maneira ordenada, ouvindo o que todos os integrantes desejam expressar. Não é preciso concordar com a opinião do colega, mas sim respeitá-la. Demo escreve sobre o respeito entre os integrantes ao se trabalhar coletivamente:

[...] o trabalho de equipe, além de ressaltar o repto da competência formal, coloca a necessidade de exercitar a cidadania coletiva e organizada, à medida que se torna crucial argumentar na direção dos consensos possíveis (DEMO, 2005, p. 18).

A divisão de tarefas também é essencial para o sucesso do trabalho coletivo. Compartilhar informações e responsabilidades está diretamente relacionado a esse sucesso; assim, cada integrante do grupo deve saber ajudar os outros e dar o melhor de si. Porto, Ramos e Goulart (2009) colocam a importância de se orientarem os primeiros trabalhos coletivos:

Nas primeiras atividades em grupo, é importante que o aluno esteja atento as suas orientações, pois há muito a aprender em relação a esse tipo de trabalho. Você pode sugerir os objetivos do trabalho, as instruções para a organização do grupo, a forma de exigir o cumprimento das tarefas por todos os componentes, para evitar a sobrecarga para alguns e ociosidade de outros, bem como orientá-los na seleção da bibliografia adequada, quando se fizer necessário (PORTO; RAMOS; GOULART, 2009, p. 36).

Ressalta-se então a importância do professor ajudar na organização, principalmente nos primeiros trabalhos coletivos, para que estes sejam realizados com sucesso e com a cooperação de todos os integrantes.

2.4 A pesquisa nas práticas educativas

A pesquisa pode ser considerada uma grande aliada no processo de ensino-aprendizagem. Na escola, deve-se cuidar para que exista um ambiente positivo a fim de conseguir a participação ativa e dinâmica, a interação, a comunicação e a motivação do aluno (DEMO, 2005). Por meio da pesquisa, esse ambiente positivo pode ser construído em sala de aula e também possibilitar ao aluno a compreensão do mundo e da realidade que o cerca. É função do professor gerenciar e orientar os alunos na busca dessas informações, disponibilizando referências e oferecendo melhores condições para o desenvolvimento da pesquisa. Demo (2005, p. 22) afirma que “[...] deve entrar o professor como motivação ininterrupta da pesquisa, multiplicando para o aluno oportunidades de praticar a busca de materiais, que ele mesmo procura e traz”.

É importante alertar e capacitar o aluno para que ele passe a conhecer e a tomar gosto pela pesquisa. Também motivá-lo para avançar na autonomia da expressão própria e na capacidade de elaboração e formulação pessoal, tomando a iniciativa e fazendo-se sempre presente e participativo. Para Moraes e Lima (2004) as salas de aula devem sofrer transformações radicais, passando a contribuir decisivamente na autonomia do cidadão de forma a permitir sua emancipação. Demo, em uma de suas obras, define em que se constitui a pesquisa:

O centro da pesquisa é a arte de questionar de modo crítico e criativo, para, assim, melhor intervir na realidade. Por isso, é princípio educativo também. Como tal, constitui-se na mola mestra do aprender a aprender. Em vez de decorar, saber pensar. Não se restringe à acumulação mecânica de pedaços de conhecimento, que permitem transitar receptivamente no cotidiano, mas gera a ambiência dinâmica do sujeito capaz de participar e produzir, de ver o todo e deduzir logicamente, de planejar e intervir (DEMO, 1993, p. 99).

Essa postura de pesquisador deve iniciar com o professor. Segundo Freire (1996, p. 29), "Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino". Desde os primeiros anos de escolarização, faz-se necessário valorizar a importância da pesquisa para a construção do conhecimento dos alunos. "Pesquisa não se restringe

a fabricar ciência, mas é igualmente parte integrante do processo educativo, porque constrói a atitude de questionamento crítico e criativo” (DEMO, 1993, p. 222).

O professor, em suas aulas, deve estimular e motivar o ato de pesquisar para que o aluno se assuma como um ser social, histórico e pensante. Freire (1996) destaca que o professor deve refletir criticamente sobre a sua prática educativa para evitar a transmissão do conhecimento. Bizzo (2009, p. 65) confirma que “[...] todo professor tem sempre muito que aprender a respeito do conhecimento que ministra a seus alunos e da forma como fazê-lo”. É essencial que o professor esteja disponível para compreender o modo de pensar dos alunos e ter a capacidade de escutar o que os alunos tem a dizer, não apenas o que quer ouvir (MORAES e LIMA, 2004).

Demo fala da importância de se proporcionar aos alunos, durante as aulas, esta prática desafiadora que é a pesquisa: “[...] o aluno será motivado a tomar iniciativa, apreciar a leitura e a biblioteca, buscar dados e encontrar fontes, manejar o conhecimento disponível e mesmo o senso comum” (DEMO, 2005, p. 28). Assim, o aluno terá a competência e a autonomia de elaborar e defender seu ponto de vista, de se expressar, participar e construir seu próprio espaço e conhecimento. Será capaz de fazer uma leitura da realidade, posicionando-se criticamente e intervindo de forma alternativa a partir da capacidade questionadora (KRONBAUER; SIMIONATO 2008). “A educação pela pesquisa é a modalidade de educar voltada à formação de sujeitos críticos e autônomos, capazes de intervir na realidade com qualidade formal e política” (MORAES e LIMA, 2004, p. 127).

2.5 A experimentação no ensino das ciências

A experimentação tem papel importante na modificação das ideias dos alunos (BIZZO, 2009). Ela é considerada uma ferramenta metodológica importantíssima no processo de aprendizagem, pois favorece os questionamentos e a busca pelo conhecimento, permitindo a inter-relação do aprendido com o que é visto na

realidade (PORTO; RAMOS; GOULART, 2009). A manipulação e observação de objetos e o uso de equipamentos permitem uma maior mobilização dos alunos (LEAL, 2009).

O professor deve proporcionar aos alunos, no decorrer das aulas, oportunidades para que desenvolvam posturas críticas, criação de hipóteses e tomada de decisões. É necessário despertar-lhes a curiosidade diante do desconhecido, levando-os à busca de explicações para que cheguem às suas próprias conclusões. “O experimento fala por si. Revela uma contradição entre o pensamento do aluno e a própria evidência e demarca o limite de validade da hipótese feita” (MOREIRA, 1991, p. 79). A experimentação contribui para o desenvolvimento mental dos alunos e à aquisição de conhecimento (MOREIRA, 1991). Além disso, as experiências em sala de aula servem de estratégias para retomar e revisar assuntos já elaborados, ampliando e criando um novo olhar sobre o tema. Moreira ainda ressalta que:

A ideia de que o trabalho com experimentação, como intermediário para ativar a ação mental, requer o uso de material concreto, não significa que o uso, por si só desse material, leve a aprendizagem. O importante é a reflexão advinda das situações nas quais o material é empregado e, conseqüentemente, a maneira como o professor integra o trabalho prático na sua argumentação (MOREIRA, 1991, p. 80 - 81).

A realização de experimentos nas aulas torna o ensino mais dinâmico e atrativo. Mas para que isso ocorra, é necessário que o professor esteja preparado para o desenvolvimento desse tipo de atividade, podendo, assim, explorar todos os objetivos da experiência e conseguir bons resultados. A experimentação é fundamental nas aulas de ciências, mas ela, por si só, não garante o sucesso da aprendizagem (BIZZO, 2009).

2.6 Fontes Renováveis de energia e ambiente

Nas últimas décadas, vem crescendo a preocupação em relação à temática meio ambiente, e, conseqüentemente, em conscientizar, sensibilizar e modificar as atitudes da população no que diz respeito ao assunto.

Segundo os PCNs (1998), é necessário desenvolver nos cidadãos a capacidade de posicionar-se diante de questões que interferem na sociedade, superando diferenças e nela intervir de forma consciente e responsável. Neste sentido, a escola é considerada um espaço favorável para essas reflexões, desenvolvendo nos alunos a autoconfiança, mudanças de atitudes e comprometimento em relação a questões sociais, como, por exemplo, a ambiental.

Ao trabalhar questões ambientais nas escolas, procura-se resgatar valores que conduzam a uma convivência harmoniosa com o ambiente, onde o aluno se assume como agente transformador através de suas atitudes e de seu exercício de cidadania. É essencial que ele desenvolva as suas potencialidades e adote posturas e comportamentos sociais, contribuindo para com a construção de uma sociedade mais justa em um ambiente saudável.

Quando se propõe a discutir, no âmbito escolar, questões relacionadas à temática ambiental, cabe ressaltar a importância de se debaterem, concomitantemente, aquelas que dizem respeito à energia. Desta, pode-se afirmar que o seu uso excessivo pelo homem é a principal causa de muitos desequilíbrios ambientais, como por exemplo, a poluição da água e do ar e a emissão excessiva de gases poluentes na atmosfera. Outro tema imprescindível de ser examinado é o que se refere aos combustíveis fósseis. “Estima-se que, toda a energia atualmente consumida pela humanidade, uma proporção de 83% provenha de combustíveis fósseis como o petróleo, o carvão e o gás natural” (BRANCO, 2004, p. 66). O grande problema é que a população está esquecendo que esses compostos fossilizados estão acabando na natureza. Portanto, são necessárias as discussões em relação às questões energéticas nas escolas, buscando uma conscientização quanto à

economia e à preocupação de se buscarem fontes alternativas de energia e processos cada vez mais eficientes na sua obtenção e uso. Jochem destaca:

O consumo de energia cresce continuamente, mas ao mesmo tempo constatamos a limitação dos recursos, pelo menos dos recursos naturais. Nos últimos anos, não foram encontradas novas jazidas de petróleo ou gás em tamanho considerável. Embora a demanda por energia venha crescendo, a disponibilidade não se alterou, o que conduz a médio prazo à escassez de energia. Por isso, há a necessidade de procurar e promover fontes alternativas de energia (JOCHM, et al., 2005, p. 9).

Essas discussões não são e não devem ficar restritas apenas a cientistas, estudiosos e governantes, mas fazerem parte de toda a sociedade; logo, a escola não pode se omitir do debate: as crianças e adolescentes precisam discutir as questões energéticas de maneira contextualizada, interdisciplinar e abrangente. Di Pierro (texto digital) destaca: “Eis aí um desafio para todos os professores que se dispõem a educar em sintonia com as complexas demandas dos tempos atuais”.

Inúmeras propostas de ensino já foram desenvolvidas nas escolas em relação ao estudo da energia e de seu consumo consciente. No Mestrado em Ciências Exatas da Univates, duas dissertações defenderam essa temática. Uma delas, de Kilpp (2009), intitulada *Consumo Energético: Um tema para o presente ou para o futuro?*, analisou as possibilidades e limitações de se ampliarem conceitos relativos à energia no âmbito da disciplina de Física, bem como proporcionou discussões acerca da necessidade de se repensar o alto consumo energético no cotidiano. A citada pesquisa foi desenvolvida com alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola de um município do interior do Estado do Rio Grande do Sul. A mesma apresentou como resultado uma maior conscientização de parte dos alunos em relação ao consumo de energia embora alguns continuassem a acreditar que o excessivo gasto energético era assunto que não lhes dizia respeito; portanto, algo distante de seu cotidiano.

A outra dissertação defendida foi a de Scorsatto (2010). Sua pesquisa foi realizada com alunos do 3º ano do Ensino Médio do Instituto Ernesto Ferreira Maia no município de Fontoura Xavier- RS. No desenvolvimento e aplicação de sua

prática pedagógica, o pesquisador valorizou os conhecimentos cotidianos, abordou aspectos relativos ao meio ambiente, discutiu o tema energia, destacando a importância de se evitarem desperdícios e as possíveis consequências para o planeta. Os resultados foram satisfatórios, pois os alunos desenvolveram a capacidade de reflexão e de agir de forma consciente, tornando-se cidadãos mais responsáveis, críticos e preocupados com os problemas que vêm afetando o planeta e mais comprometidos com a preservação ambiental.

Com o propósito de refletir sobre o processo de ensino-aprendizagem a partir de uma proposta interdisciplinar e contextualizada onde a interação, experimentação, pesquisa e a qualificação dos professores são fortes aliadas, realizou-se este estudo bibliográfico para dar embasamento à pesquisa a ser desenvolvida. No próximo capítulo, segue a proposta detalhada da mesma.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente, realizou-se um estudo teórico com o objetivo de conhecer e analisar pensamentos de diferentes autores sobre interdisciplinaridade e contextualização do ensino, pesquisa, experimentação, interação e avaliação. O trabalho desenvolvido nesta pesquisa - interdisciplinar e contextualizado - é uma abordagem qualitativa. Moreira e Caleffe (2008) defendem que esta explora as características particulares de cada indivíduo e a sua realidade. Ressaltam ainda que os resultados podem ser obtidos de forma verbal, pela escrita ou pela gravação e enfatizam que esses dados não podem ser expressos numericamente.

Enquanto a pesquisa qualitativa permite uma análise mais criteriosa sobre determinada situação, a quantitativa explora situações a partir de números e estatísticas. Para Bauer e Gaskell (2002, p. 23), “[...] a pesquisa qualitativa evita números, lida com interpretações das realidades sociais [...]”. Ela depende da qualidade e não de um único resultado. Segundo Moreira e Caleffe:

A pesquisa e seus resultados facilitam a reflexão, a crítica e a maior compreensão do processo educacional, que por sua vez ajudam a melhorar a prática pedagógica. Essa reflexão é crucial, uma vez que os pressupostos do pesquisados em relação à natureza da realidade, à verdade e ao mundo físico e social têm uma influência muito grande na realização da pesquisa (MOREIRA E CALEFFE, 2008, p. 39).

Para enriquecer o trabalho pedagógico, é necessário avaliar toda a caminhada e fazer uma leitura crítica da realidade a fim de conhecer todas as questões que envolvem o processo de ensino aprendizagem. Para a análise dos dados obtidos de diferentes formas durante a pesquisa, usou-se as orientações da Análise Textual

Discursiva. Essas análises favorecem a sistematização do processo de interpretação dos envolvidos nessa investigação, considerado um processo auto-organizado de produção de novas compreensões em relação aos fenômenos que se examina (Moraes, 2003). Ainda enfatiza: “Fazer uma análise rigorosa é, portanto, um exercício de ir além de uma leitura superficial, possibilitando uma construção de novas compreensões e teorias a partir de um conjunto de informações sobre determinados fenômenos (MORAES, 2003, p. 197)

A citada pesquisa foi desenvolvida com alunos do 3º ano do Ensino Médio Diurno de um Colégio Particular do Município de Lajeado. A infraestrutura dessa instituição de ensino é adequada para o número de alunos e dispõe de laboratórios bem equipados de Física, Química, Informática e Biologia. A equipe diretiva e a coordenação pedagógica aprovaram as práticas pedagógicas diferenciadas e contribuíram com o que se fez necessário para o sucesso deste trabalho.

A turma era composta por doze alunos, sendo cinco meninas e sete meninos. A escolha da mesma deu-se por ser muito dinâmica, participativa, espontânea e comprometida com a aprendizagem. O bom relacionamento, o respeito às diferenças foram características marcantes. Ademais, aprovavam trabalhos em grupo, desafios e atividades diferentes das trabalhadas até aquele momento. Como a pesquisadora ministrava à turma as disciplinas de Física, Química e Matemática, totalizando oito períodos semanais, aproveitaram-se estas para desenvolver a pesquisa em, aproximadamente, trinta períodos aulas. Outro fator relevante foi a possibilidade de estabelecer relações entre o tema abordado e os conteúdos propostos para aquela série.

As atividades propostas que foram além do livro didático e da memorização de fórmulas e leis, normalmente, eram realizadas na sala de aula e laboratórios de Química e Informática. Visou-se trabalhar os conteúdos e o tema de forma interdisciplinar com práticas, visita técnica, reflexões que despertassem o interesse e a curiosidade dos alunos por meio da pesquisa, interação e da experimentação. Na prática interdisciplinar, esperava-se que o aluno compreendesse de maneira

satisfatória o mundo no qual estava inserido e entendesse e analisasse melhor os fatos ao invés de somente decorar, memorizar e assimilar o conhecimento de forma fragmentada e isolada.

A interdisciplinaridade pode ser vista como uma nova concepção do saber e do processo de ensinar, ou seja, uma nova maneira de reorganizar os diversos objetos de estudo e de reformulação das práticas pedagógicas. Nesello (2010, p. 29) destaca que “A forma interdisciplinar objetiva uma melhor compreensão do mundo de como trabalhar conteúdos de diferentes disciplinas e apresenta possibilidades de modificá-lo, tendo em vista que a realidade faz parte de um processo contínuo e não é composto por algo fragmentado”.

Para iniciar o trabalho de pesquisa, elaborou-se e aplicou-se um questionário (APÊNDICE A), objetivando conhecer melhor o aluno e analisar as ideias que possuía sobre o assunto em estudo. A pesquisa com o tema *Fontes de Energia e Ambiente: uma proposta interdisciplinar no ensino de Ciências Exatas* abordou vários conteúdos propostos para a série, como também reviu conteúdos estudados em anos anteriores.

Na pesquisa, as fontes de energia exploradas foram a hidrelétrica, a solar e o biocombustível etanol. A opção deu-se por serem as mais conhecidas pelos alunos e por existirem na região onde foi desenvolvido o trabalho, permitindo a realização de atividades, como: visita técnica, experiências, entrevistas, debates, leituras, trabalhos coletivos, elaboração e confecção de materiais, palestras, entre outras, onde os conteúdos foram trabalhados concomitantemente ao tema.

A seguir, encontram-se as descrições das principais atividades realizadas. No capítulo 4, estão os pormenores de cada uma delas, bem como a análise da coleta dos dados verbais, observados e escritos.

- Visita à PCH (Pequena Central Hidrelétrica) Salto do Forqueta localizada entre os municípios de Putinga e São José do Herval com a finalidade de conhecer a

exploração do potencial hidrelétrico do Rio Forqueta e compreender como funciona uma hidrelétrica, estabelecendo relações entre os conteúdos de Física, Matemática, Química e outras áreas.

- Palestra nas dependências da Univates com um professor da instituição o qual abordou questões referentes à energia solar. Também foram mencionadas outras fontes que podem ser consideradas renováveis e como ocorrem esses processos de produção de energia.

- Em grupos, com muita criatividade, os alunos confeccionaram aquecedores solares com materiais considerados de baixo custo, valendo-se dos conhecimentos prévios e os adquiridos na palestra.

- Produção de etanol a partir do extrato de abacaxi, compreendendo e estudando os processos de preparação e as reações envolvidas. Estabeleceram as possíveis relações entre os conteúdos de Física, Matemática e Química e elaboraram um relatório, posteriormente entregue à professora.

- Prática realizada em grupos no laboratório de Química para determinar o percentual de álcool no combustível gasolina com elaboração de um relatório e estudo da Legislação.

- Discussão, reflexão e análise de diferentes textos sobre as fontes de energia hidrelétrica e do biocombustível etanol como forma de desenvolver e estimular o senso crítico, a reflexão e a construção do conhecimento.

- Pesquisa nos postos de combustíveis ou em outras fontes sobre o preço do etanol no ano de 2011, oportunidade em que foram elaborados gráficos, analisou-se e discutiu-se o porquê da oscilação de preço.

- Estudo e debate sobre impactos sociais, ambientais e econômicos oriundos da instalação da hidrelétrica de Belo Monte a partir da série especial exibida no Jornal Nacional nos dias 23, 25 e 26 de agosto de 2011.
- Leitura da reportagem “Novas usinas vão garantir autossuficiência” retirada do Jornal O Informativo do Vale que reconhece o potencial hídrico do Rio Taquari como uma possibilidade de geração de energia renovável e autossuficiente para a região. Posteriormente à leitura, ocorreram a elaboração e a apresentação de um projeto com o objetivo de reduzir os impactos ambientais com a possível construção dessas hidrelétricas.
- Pesquisa individual e em dupla em sites da internet, artigos científicos, livros, jornais, entre outros, referentes ao tema em estudo.

Um dos objetos avaliados da pesquisa após o desenvolvimento da prática pedagógica foi um questionário (APÊNDICE B), semelhante ao aplicado no primeiro dia de aula, com o objetivo de avaliar se ocorreu a construção do conhecimento durante o processo de ensino aprendizagem. A pesquisa também foi avaliada por meio de discussões e entrevista (APÊNDICE C) individual com os alunos. Esta última foi semiestruturada pela professora pesquisadora, seguindo um roteiro de questões flexíveis que permitiram, ao longo da conversa, avaliar a aceitabilidade da metodologia empregada pelo olhar do aluno, momentos marcantes, situações de aprendizagem, sugestões e contribuições que contemplaram o desenvolvimento da pesquisa.

Além do questionário inicial (APÊNDICE A), do pós - pesquisa (APÊNDICE B) e da entrevista individual (APÊNDICE C), a outra maneira de coletar dados para a pesquisa foi o registro de todas as aulas por meio de gravações. Estas foram todas transcritas e utilizadas para as análises posteriores.

Nessa construção do conhecimento, a avaliação foi um processo contínuo e observado no decorrer das aulas. Demo reforça claramente essa ideia quando

escreve: “[...] avaliação há de ser um processo permanente e diário, não uma intervenção ocasional, extemporânea, intempestiva, ameaçadora” (DEMO,1996, p. 41). E ainda ressalta que a “[...] avaliação faz parte necessária e natural da construção da qualidade educativa [...]” (DEMO,1996, p. 40).

Acreditando na forma como Demo (1996) aborda esse processo, avaliou-se cada aluno pela participação, dedicação e comprometimento na realização das tarefas e pelo seu crescimento individual. Ao término de algumas atividades, foi proposto a elaboração de um relatório que, após lido e feitas as considerações pela professora, foi devolvido aos alunos para possíveis ajustes e complementações.

Como a avaliação fez parte do processo de ensino aprendizagem, o aluno percebeu que não basta apenas memorizar e decorar o conteúdo para realizar a prova no final da pesquisa, pois ele foi o sujeito da aprendizagem, tornando-se mais comprometido e preocupado com a mesma. Demo (1996, p. 92.) reforça essa ideia quando menciona que “Não queremos que o aluno memorize, decore, imite, reproduza, mas que saiba pensar, aprenda a aprender, para poder melhor intervir. Ou seja, pensar bem, para intervir melhor”.

Perrenoud (1999) destaca as insatisfações vividas pelos professores e alunos quando submetidos a avaliações tradicionais:

A avaliação tradicional é uma fonte de angústia para os alunos com dificuldades e até para os demais, que não tem grande coisa a temer, mas não o sabem. Também é uma fonte de estresse e de desconforto para uma parte dos professores, que não gostam de dar notas (PERRENOUD, 1999, p. 156).

Para o mencionado autor, a avaliação deve ser considerada um recurso para verificar se os alunos adquiriram ou não os conhecimentos propostos durante o trabalho. Então, cabe ao professor analisar qual é a melhor forma e momento de avaliar para conseguir esses resultados. Ainda, para esse estudioso, a avaliação “[...] dá informações, identifica e explica erros, sugere interpretações quanto às estratégias e atitudes dos alunos e, portanto, alimenta diretamente a ação pedagógica [...]” (PERRENOUD, 1999, p. 68).

A seguir, a forma como foram conduzidas as aulas, quais as atividades desenvolvidas e como os alunos reagiram frente à pesquisa, bem como as análises e as discussões ocorridas em cada uma delas. As análises dos questionários (APÊNDICE 1 e 2) e da entrevista (APÊNDICE 3) também fazem parte do capítulo. Em acordo formal com o Colégio (Termo de sigilo e de autorização), combinou-se que seria preservado o anonimato dos alunos, motivo pelo qual, ao relatarmos suas expressões verbais durante as aulas, foram identificados pelos números compreendidos em aluno 1 a 12. Já, no questionário inicial, usou-se aluno A a L e, no final, aluno I a XII.

4 RELATO, ANÁLISE E DISCUSSÕES DAS AULAS

Este capítulo conta com a descrição e análise dos dados verbais, escritos e observados da pesquisa. A prática pedagógica iniciou no dia dezesseis de setembro de dois mil e onze e foi concluída no dia vinte de outubro do mesmo ano, totalizando trinta e três horas-aula.

No primeiro dia de aula, foi apresentada a proposta de pesquisa que seria desenvolvida com os alunos, além da escolha do tema, o período de duração (aproximadamente trinta aulas) e o porquê deles terem sido os escolhidos para o trabalho. Combinou-se que as atividades seriam interdisciplinares e a forma de avaliação das mesmas. Ressaltou-se que a pesquisa aconteceria nas aulas de Física, Química e Matemática e que todas elas seriam documentadas por meio de gravações, filmagens e/ou fotografias.

A pesquisadora vinha trabalhando com seus alunos com aulas expositivas, exercícios sobre o conteúdo que estava sendo abordado e a avaliação, na maioria das vezes, escrita e individual. E, para o período que compreendia a prática pedagógica da dissertação de Mestrado, foram planejadas e desenvolvidas atividades, como a visita técnica à usina hidrelétrica e a um laboratório da Univates, trabalhos em grupos para a construção de um aquecedor solar, elaboração de cartazes, experimentos em laboratório, debates, entre outros.

A busca por alternativas que pudessem contribuir com a melhoria das aulas da professora faz lembrar que os PCN_S também contemplam a importância de

diversificar o currículo por meio de atividades que possibilitem o aprofundamento em uma disciplina ou área do conhecimento, enriquecendo o trabalho pedagógico e despertando o interesse dos alunos quando enfatizam que “O seu objetivo principal é desenvolver e consolidar conhecimentos das áreas, de forma contextualizada, referindo-os a atividades práticas sociais e produtivas” (BRASIL, 1999, p. 37).

4.1 Aplicação e análise do questionário inicial

Um dos objetos avaliativos da pesquisa é o questionário inicial, o qual, nesse dia, coube aos alunos respondê-lo (APÊNDICE A) com o objetivo de traçar o perfil da turma em relação a aspectos pessoais, à vida escolar e às ideias prévias relacionadas ao tema “Fontes de Energia e Ambiente: uma proposta interdisciplinar no ensino de Ciências Exatas”. Foram informados de que as informações coletadas ficariam sob sigilo, preservando-se, portanto, o anonimato dos respondentes.

Pelo fato de a turma, na época, ser composta somente por doze alunos e a professora já estar trabalhando com a mesma as disciplinas de Física, Química e Matemática, tornou-se relativamente fácil identificá-los pela caligrafia. Segundo Moreira e Caleffe (2008), uma possibilidade seria solicitar que as respostas fossem digitadas, mas em virtude de tempo, disponibilidade de horário no laboratório de Informática e, principalmente, por se utilizarem desse recurso didático, eles teriam acesso à internet para responder a algumas questões, optou-se por solicitar as respostas manuscritas.

Enquanto respondiam ao questionário, os alunos ficavam discutindo, em voz baixa, tentando elaborar respostas mais adequadas às questões. Nos momentos em que a professora tentava se aproximar para ouvir a conversa, mudavam de assunto ou voltavam a escrever. Muitos reclamaram da dificuldade que estavam encontrando para se expressarem de forma escrita. Outros estavam em dúvida sobre a maneira como iriam fazê-lo: se usariam desenho, esquemas ou textos.

Na questão que envolvia o tempo de estudo de cada aluno em casa, houve divergência de opiniões como:

Aluno 2: *“Eu estudo mais ou menos quatro horas e meia”*.

Aluno 1: *“Nossa, tu não estuda tanto tempo assim!”*.

Com essa discussão, percebeu-se que eles se conheciam muito bem e tinham uma relação bastante amigável e sincera.

Quando solicitados a escreverem sobre as expectativas em relação à pesquisa, um deles, de forma espontânea, relatou que gostaria muito de entender Física – o que nunca havia conseguido – e acreditava que a proposta o auxiliaria na compreensão do conteúdo da disciplina. Com as atividades interdisciplinares sugeridas ao longo da pesquisa, esperava-se que os desejos desse aluno fossem alcançados e lhes proporcionasse uma maior afinidade com a matéria. Para Japiassu (1976), o trabalho interdisciplinar permite ao aluno descobrir suas aptidões, situar-se no mundo, compreender e tornar-se crítico em relação às informações recebidas e obter uma melhor orientação quanto ao papel que deve desenvolver na sociedade.

Na questão em que deveriam assinalar as alternativas que considerassem ser fontes de energia renováveis, um aluno questionou:

Aluno 10: *“Renovável quer dizer que pode se reutilizar?”*

Percebeu-se que a dificuldade em respondê-la não foi para diferenciar fontes renováveis e não - renováveis, mas sim saber o que realmente significa cada uma. As perguntas mais frequentes relacionavam-se ao conteúdo de energia geotérmica e conceito de biomassa. Nessa etapa inicial, constatou-se que os alunos possuíam um conhecimento muito superficial sobre o tema a ser estudado; logo, o trabalho poderia ser desafiador e motivador para eles.

Na sequência, encontra-se o relato de um diálogo entre a professora os alunos quando questionada sobre o que é energia geotérmica.

Aluno 8: *“O que é energia geotérmica?”*.

Professora: *“O que é geo?”*.

Aluno 8: *“Tem haver com a Terra?”*.

Professora: *“E térmica?”*.

Aluno 8: *“Aquecimento”*.

Professora: *“Isso, calor! Então pensa um pouco, Terra + aquecimento/calor”*.

Aluno 10: *“Magma”*.

Professora: *“Muito bem! Mais ou menos neste sentido. Agora pense e formule uma explicação”*.

Diante do acima exposto, percebe-se o papel da professora nesse processo de ensino aprendizagem. Na pesquisa, ela busca exercer a função de orientadora e mediadora, instigando seus alunos com outras perguntas, deixando que eles formulem uma explicação, uma resposta. Nesse questionário, o objetivo era verificar conhecimentos sobre o tema e não fornecer as respostas. Para Demo (2005), a sala de aula deve ganhar vida e ser um lugar onde o professor e os alunos possam discutir, refletir, construir e reconstruir saberes e gerar aprendizagens significativas.

Na questão em que os alunos precisavam representar como a energia elétrica é produzida e como ela chega até as suas casas, surgiram questões e respostas como as descritas abaixo:

Aluno: 10: *“Como se desenha uma hidrelétrica?”*.

Aluno 5: *“Desenha uma barragem, daí dentro da barragem uma turbina e aí um quadradinho que é o gerador”*.

Aluno 8: *“A hidrelétrica puxa a água do rio, daí essa água... ela chega no gerador né?”*.

Aluno 6: *“Tem a turbina, faz girar e aí... É mais fácil desenhá-la”*.

Aluno 8: *“A desvantagem da produção da energia hidrelétrica? Como assim?”*.

Professor: *“De que fonte provém a tua energia elétrica?”*.

Aluno 11: *“Da água”*.

Professor: *“Então, qual é a vantagem e a desvantagem de se fazer estas hidrelétricas?”*.

Aluno 02: *“Pensa na parte ambiental”*.

Ao se analisarem as respostas do diálogo, nota-se que os alunos possuíam uma noção, algumas ideias do processo de produção de energia elétrica. Isso pode estar ocorrendo por ser um assunto muito abordado nos meios de comunicação, seja na televisão, na internet, no jornal, o que provavelmente lhes tem despertado o interesse.

Nas questões que envolviam energia solar, não foram muitos os comentários entre eles sobre o assunto. Todos concordaram que era possível produzir energia a partir da energia solar, mas poucos sabiam descrever o processo. Nessa discussão, houve muitas dúvidas, como:

Aluno 05: *“São placas de...como é o nome?”*.

Aluno 10: *“É a mesma placa que os robôs usam quando estão na Lua, por exemplo. Não sei o nome específico. É o mesmo material que usam para produzir diodo”*.

Aluno 06: *“São aquelas para esquentar água?”*.

Aluno 10: *“Sim, entra água fria embaixo, o calor é jogado para cima”*.

Aluno 05: *“Meu pai queria fazer um em casa”*.

Aluno 10: *“Através de placas solares, que captam a energia térmica e transformam em energia elétrica”*.

Aluno 02: *“Que placas?”*.

Aluno 10: *“Eu não sei o nome das placas. Placas receptoras de energia solar, talvez”*.

Aluno 01: *“Qual é o impacto ambiental da energia solar?”*.

Aluno 10: *“Nenhum”*.

Aluno 01: *“Alguma coisa acho que tem”*.

Aluno 10: *“Não, não tem como ter porque só absorve energia solar. Não libera nada...”*.

Em relação às questões que envolviam o etanol, destacou-se a preocupação em saber quais produtos e quais eram as matérias - primas que poderiam ser utilizadas no processo de produção. Também não conseguiram entender o porquê

de essas matérias serem fontes para a produção de etanol. A partir da abordagem, surgiram questões, como:

Aluno 06: *“O etanol vem da cana de açúcar e o que mais?”*.

Aluno 02: *“Só disso”*.

Aluno 05: *“Mamona”*.

Aluno 10: *“Mamona, abacaxi...”*.

Aluno 01: *“Abacaxi?”*.

Aluno 05: *“Tem certeza abacaxi? Eu nunca ouvi falar”*.

Aluno 10: *“A professora falou esses dias, que ela iria fazer o álcool através do abacaxi. Acho que de qualquer tipo de...”*.

Aluno 05: *“Mas, o abacaxi não é usado”*.

Aluno 10: *“Mas pode ser usado”*.

Aluno 02: *“O etanol pode ser só produzido da cana-de-açúcar?”*.

Aluno 10: *“Cana de açúcar, mamona..., claro, não é usado, mas pode ser usado o abacaxi”*.

Aluno 02: *“Tudo que tem elementos ácidos”*.

Aluno 10: *“Isso, elementos ácidos. Claro, a cana de açúcar não é nem um pouco ácida, mas através da fermentação vira... concentra álcool”*.

Aluno 10: *“A mamona é usada para produzir biodiesel, essa eu tenho certeza, mas para produzir álcool não tenho certeza”*.

Nessa aula, foi possível perceber o quanto os alunos estavam motivados com a pesquisa. Demonstraram comprometimento ao responder às perguntas com maturidade e da melhor maneira. Também ficou evidente o medo ao serem questionados e avaliados sobre um determinado assunto, pois, na concepção deles, o referido questionário seria utilizado como um instrumento de avaliação para atribuir uma nota. Por vários momentos, fez-se necessário solicitar que colocassem a sua opinião e o seu entendimento sobre as questões sem a preocupação de a resposta estar ou não correta.

Com a pesquisa, esperava-se que o aluno compreendesse que a avaliação não é um processo isolado e momentâneo. Conforme Demo (2000), é importante

que ele perceba que a mesma tem a função de auxiliar a aprendizagem, não apenas para proporcionar uma nota. Além disso, é um processo diário e contínuo e não uma intervenção ameaçadora (DEMO, 1996). Tudo o que o aluno produziu ao longo da pesquisa, como relatórios, trabalhos e leituras foram avaliados, bem como a sua postura quanto à participação nos debates, nos seminários e nas tarefas. Conforme Demo (2005), o processo avaliativo não é voltado somente à nota das provas, mas à pesquisa e elaboração própria.

Ao aplicar o questionário inicial (APÊNDICE A), o propósito era conseguir traçar um perfil da turma onde as informações e dados coletados seriam úteis ao desenvolvimento das aulas. A seguir, segue a análise do mesmo.

A pesquisa foi desenvolvida com doze alunos do 3º ano de um Colégio Particular do município de Lajeado. A turma era composta de sete meninas e cinco meninos, na faixa etária de dezesseis a dezenove anos, sendo que oito tinham dezessete; três, dezesseis e um, dezenove. A maioria residia em Lajeado; apenas dois em Forquethina, município vizinho. Cinco deles iniciaram seus estudos nesse educandário no 1º ano do Ensino Médio; um havia dois anos que lá estudava e o restante, mais de cinco anos. A disciplina de Química é a que os alunos demonstraram maior preferência, seguida de Matemática e, por último, a de Física. As demais listadas foram Educação Física, Português, Biologia, Inglês e História.

Quando questionados sobre as dificuldades encontradas na realização das atividades propostas nas disciplinas, oito alunos relataram apresentar algum tipo dela. Dois apontaram a preguiça como uma das causas, os demais citaram a expressão oral; a produção escrita e as atividades propostas nas disciplinas de Física, Matemática e História. Quatro declararam não terem nenhum tipo de dificuldade.

A maior parte da turma afirmou que está cursando o Ensino Médio porque pretende cursar o Ensino Superior e por saber da importância deste para o mercado de trabalho. Outros motivos foram o fato de encontrarem os amigos e colegas e o

gosto pelos estudos. Dois alunos relataram que o frequentam porque os pais os obrigam a estudar.

Um dado surpreendente relatado no questionário é o pouco tempo dedicado aos estudos fora da escola. Dez alunos relataram estudar menos de uma hora por dia. Um afirmou dedicar-se de três a quatro horas e outro, aproximadamente, seis horas diárias. Segundo este aluno, a rotina de estudos faz-se necessária para a sua aprovação no vestibular de uma Universidade Federal onde pretende cursar veterinária.

Conforme anteriormente mencionado, a maioria dos alunos afirmou estar cursando o Ensino Médio com o propósito de chegar ao Ensino Superior; porém, se analisarmos o tempo dedicado aos estudos, torna-se evidente a despreocupação em relação à sua preparação para o vestibular e, assim, frequentar o curso pretendido, pois, para grande parte, somente as horas na escola lhe parece suficiente para obter êxito nesses estudos posteriores.

A questão seguinte refere-se à realização de outra atividade, além de cursar o Ensino Médio. Percebeu-se, claramente, que os alunos têm muito tempo disponível para estudar. Sete deles não exercem nenhuma outra atividade e dos outros cinco, um está fazendo cursinho pré-vestibular, dois trabalham e dois fazem curso preparatório para o mercado de trabalho.

A turma foi unânime em afirmar que gosta de realizar atividades diferenciadas, como visitas, experiências, palestras, seminários, leituras e outras. Considera-se que todas elas contribuem com a construção do conhecimento, desde que a teoria esteja intrínseca às mesmas, pois ambas contemplam a formação cognitiva.

Muitas eram as expectativas dos alunos em relação à pesquisa. Desde o primeiro momento que foram informados sobre a realização da mesma, demonstraram curiosidade, motivação e interesse. O relato de vários estudantes enfatizava a possibilidade de relembrar assuntos e conteúdos anteriormente

trabalhados e de aprender coisas novas que aprimorassem e enriquecessem o conhecimento. Alguns declararam que as atividades práticas realizadas durante os trabalhos propostos serviriam para aproximar a teoria da prática e isso facilitaria a aprendizagem. Um aluno também ressaltou que a partir desse estudo esperaria compreender melhor a Física e estabelecer relações entre as matérias da área das exatas.

O mesmo questionário apresentava questões referentes ao tema e conteúdo que seria desenvolvido na proposta de pesquisa. Ao realizar a análise, percebeu-se que alguns alunos tinham ideias claras sobre o tema, enquanto outros apresentavam respostas confusas, incompletas e com muitas dúvidas. Constatou-se também que a energia utilizada nas residências de todos os alunos provinha das hidrelétricas, que utiliza o potencial da água para a produção de energia.

Quando questionados sobre como a energia que eles utilizam era produzida e como ela chegava até a sua residência, quatro preferiram representar através de desenhos (FIGURA 1 a 4). Pela análise destes, percebe-se que os mesmos tinham uma visão bem geral do assunto. Em nenhuma figura, aparecem detalhes que demonstram o real funcionamento de uma hidrelétrica. As representações a seguir comprovam a falta de informação e conhecimento em relação à produção de energia que abastece sua casa diariamente.

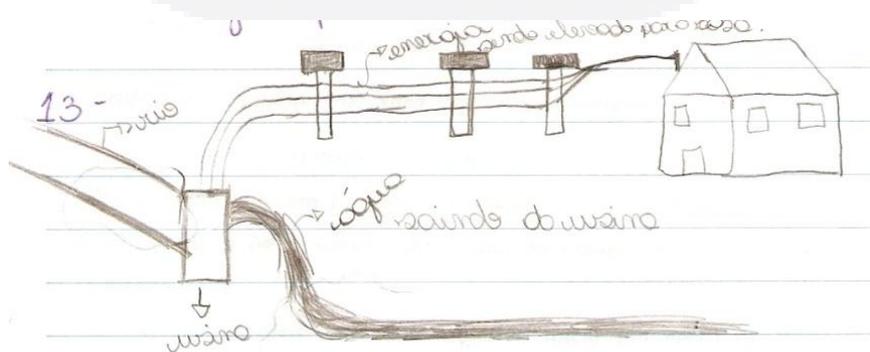


Figura 1: Esquema da produção de energia elétrica do aluno A. Fonte: da autora.

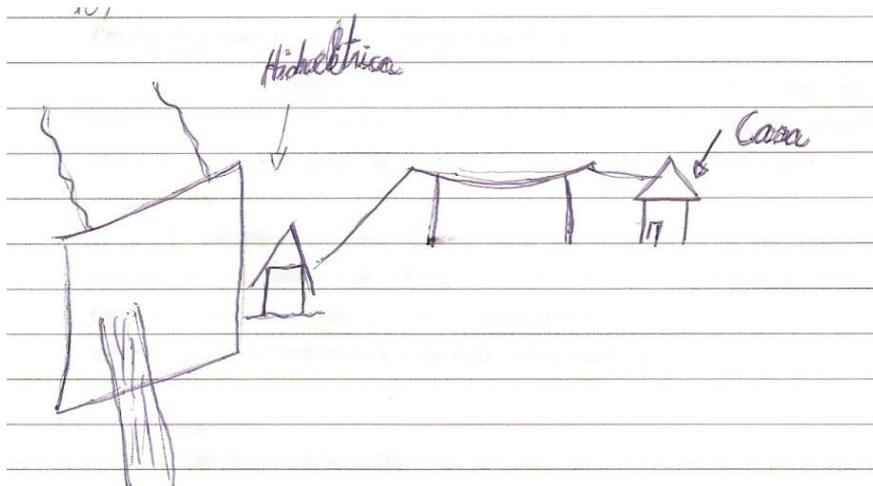


Figura 2: Esquema da produção de energia elétrica do aluno B. Fonte: da autora.

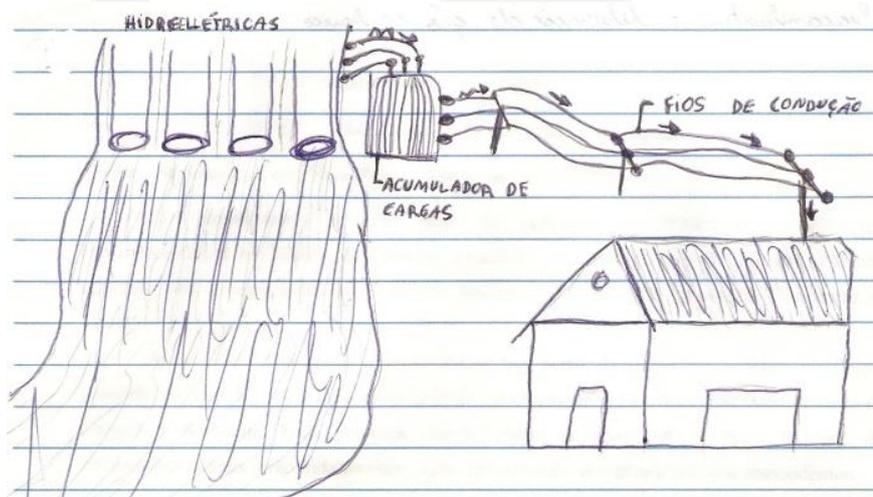


Figura 3: Esquema da produção de energia elétrica do aluno C. Fonte: da autora.



Figura 4: Esquema da produção de energia elétrica do aluno D. Fonte: da autora.

Os demais preferiram a forma escrita. As respostas, bastante curtas, sucintas e objetivas, demonstraram também a falta de conhecimento sobre a geração da energia nas hidrelétricas. Os alunos E e F mencionaram que, nas usinas hidrelétricas, a energia é produzida pela água, que gera uma força e essa, por sua vez, vai para o gerador e, então, é distribuída até as residências. G, H e I afirmaram que a água passa pela turbina, em seguida pelo gerador e, após, uma rede de distribuição faz com que a energia chegue às residências por meio de fios nas redes elétricas. J, K e L escreveram que a água do rio para ganhar força é represada e depois é conduzida por dutos até a turbina. Esta, então, passa a girar de forma muito intensa e movimentar um eixo, o qual está acoplado a um gerador que é o responsável por produzir a energia elétrica. Produzida, é conduzida via redes de alta tensão até as casas.

Verificou-se que, embora os alunos utilizassem termos como turbina e gerador, em alguns casos, demonstraram não saber a função e a diferença de cada um. Uma parte deles nem citou a força da água como necessária à produção da energia; apenas afirmou que esta é produzida pelos geradores. Alguns comprovaram desconhecer a necessidade da turbina na usina. Para outros, a água passa pelo gerador e pela turbina. Mas também foi possível perceber que havia os que possuíam um conhecimento um pouco maior sobre o processo de geração de energia elétrica a partir de uma usina hidrelétrica. Mencionaram a força da água, a turbina e o gerador como elementos essenciais para essa produção e os fios necessários para que ela chegue até as residências.

Para os alunos, as vantagens em se produzir energia elétrica a partir da força da água é por ser considerada uma fonte renovável, não poluir o meio ambiente e não oferecer riscos como uma usina nuclear. Como desvantagens, citaram o alagamento de áreas para represar a água, destruição do meio ambiente, a mudança no ecossistema, a retirada de família de suas terras, o impacto ambiental e desaparecimento de espécies de peixes.

Todos os alunos consideraram as fontes de energia eólica, solar e hidrelétrica como fontes renováveis. Somente seis reconheceram a energia geotérmica como tal, pois a maioria desconhecia a produção através dessa fonte. Quatro identificaram a biomassa e o biocombustível como fontes renováveis de energia; apenas um, a termoelétrica e nenhum, a nuclear. Quanto ao sol, a turma foi unânime em afirmar que ele pode ser considerado uma fonte de energia. A justificativa encontrada em todas as respostas foi a sua utilidade ao aquecimento da água nas residências e somente um aluno o colocou como sendo proveitoso na produção de energia elétrica.

A pergunta seguinte do questionário refere-se à possibilidade de se produzir energia elétrica a partir da energia solar. Dois alunos afirmaram não ser possível, mas não justificaram a resposta. Um não respondeu à questão e os demais afirmaram ser possível sim. Relataram que a energia solar é captada através de placas, mas demonstraram desconhecer o processo e não saber o nome dessas placas receptoras.

Toda a turma considerou o etanol um biocombustível. A justificativa dada pela maioria é por ele provir da cana -de - açúcar; um, por se originar das frutas; outro, porque é produzido a partir de plantas e um terceiro, porque vem de um meio natural.

Somente um aluno afirmou que a cana - de - açúcar é a única matéria-prima para a produção do etanol; nove citaram a mamona como sendo outra opção. Outro mencionou que ele também pode ser produzido a partir dos frutos cítricos. O abacaxi também foi citado por quase todos os alunos, pois a prática de laboratório onde seria preparado o etanol a partir dessa fruta já havia sido mencionada.

A última questão refere-se aos impactos ambientais causados pela produção de energia provenientes das hidrelétricas, do biocombustível etanol e da energia solar. Os alunos foram unânimes em afirmar que a produção de energia a partir do sol não causa nenhum dano ao meio ambiente. Declararam que a proveniente das

hidrelétricas causa muitos impactos ambientais, como alagamentos, extinção de peixes depois da represa, destruição do ecossistema, morte de animais e desmatamento. Todos concordaram que o etanol causa danos ao meio ambiente com a liberação de muito gás carbônico, pelas queimadas e pela geração de gases que afetam a camada de ozônio.

4.2 Biocombustível Etanol

No segundo encontro, a turma foi reunida no laboratório de Química da Escola. O comentário inicial foi sobre a proposta de trabalho (APÊNDICE D) que seria realizada naqueles dois períodos e os seus objetivos. Em seguida, solicitou-se que a turma se aproximasse da bancada para acompanhar a explicação e para a apresentação dos materiais e reagentes que seriam utilizados na prática. Muitos alunos demonstraram desconhecer o frasco kitassato e o destilador. Em relação ao destilador, fizeram questionamentos, como:

Aluno 11: *“Como é o nome disso mesmo?”*

Aluno 04: *“Este aparelho, já se compra assim montado, ou você montou?”*

Após a breve apresentação, explicou-se o procedimento e solicitou-se que os alunos iniciassem a realização da prática. Primeiramente, processou-se o abacaxi no liquidificador. Em seguida, filtrou-se o material processado, usando um pano de algodão para a filtração. O líquido resultante, de aproximadamente 500 mL (mililitros), foi colocado no kitassato. A FIGURA 5 demonstra o processo de filtração:



Figura 5: Filtração do abacaxi processado.
Fonte: da autora

Após esse primeiro momento, solicitou-se que medissem o pH. A maior dúvida relacionava-se em saber como entender a escala da fita indicadora de pH que havia sido colocada no filtrado. Houve questionamentos, como:

Aluno 3: *“Para que serve estas cores?”*.

Aluno 11: *“É necessário que todas as cores se assemelhem as da caixinha?”*

Analisando a fita indicador de pH que havia sido colocada no filtrado, chegou-se à conclusão de que o pH era 4. Nesse momento, a professora colocou alguns questionamentos:

Professora: *“Qual é o pH indicado para ocorrer a fermentação?”*.

Aluno 12: *“Entre 6 e 7”*.

Professora: *“E quanto está o pH deste filtrado?”*.

Aluno 07: *“Quatro”*.

Professora: *“Então, será que o processo de fermentação vai ter sucesso com este valor de pH?”*.

Aluno 12: *“Acho que não. Está muito ácido”*.

Professora: *“O que vamos fazer?”*.

Aluno 05: *“Colocar mais ácido”*.

Aluno 10: *“Não! Isso vai ficar mais ácido ainda?”*.

Professora: *“Isso mesmo. Então qual é a solução?”*.

Aluno 10: *“Colocar uma base para neutralizar a acidez”*.

Professora: *“Será que é isso mesmo?”*.

Aluno 11: *“Sim, nós aprendemos isto no 1º ano”*.

Professora: *“É isto mesmo, precisamos usar uma base. Pode ser o hidróxido de amônia? Isto é uma base?”*.

Aluno 02: *“Acho que sim, sempre quando é base começa com hidróxido”*.

Posterior à discussão, usando uma pipeta, os alunos foram acrescentando aos poucos o hidróxido de amônia ($0,1 \text{ mol.L}^{-1}$) e medindo o pH com a fita. Em determinado momento, um aluno exclamou:

Aluno 04: *“Profe! Fechou todas as cores. São bem iguais as da coluna 6”*.

Com a mistura no pH ideal para a fermentação, mediu-se a temperatura do fermentado. Como estava em $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (graus centígrados), não foi necessário aquecer, pois a temperatura estava adequada para iniciar o processo de fermentação. Antes de acrescentar a enzima (fermentado), eles foram questionados se sabiam qual a substância a ser usada para a fermentação. A grande maioria falou que deveria ser um fermento muito caro e que era especial para práticas de laboratório. Após tais colocações, foi-lhes mostrada a embalagem que continha o fermento e um aluno exclamou:

Aluno 02: *“Este é o fermento de fazer pão”*.

Aluno 10: *“O fermento que utilizamos para fazer o pão tem este nome complicado? Nunca ia adivinhar que era este o fermento”*.

Posteriormente, foram acrescentadas aproximadamente 20 g (gramas) de fermento ao filtrado. Agitou-se com auxílio de um bastão de vidro. Em seguida, adaptou-se uma rolha no orifício superior do kitassato e, no orifício lateral, uma mangueira. A outra extremidade da mangueira foi mergulhada em um béquer com água. Na FIGURA 6, é possível visualizar a montagem descrita anteriormente:



Figura 6: Processo de fermentação do extrato de abacaxi
Fonte: da autora

Nos primeiros minutos, nada diferente foi observado no béquer com água. Agitou-se um pouco mais o kitassato e, então, alguns exclamaram:

Aluno 06: *“Eu vi uma bolinha saindo da mangueira”.*

Aluno 01: *“Eu também vi e ela subiu”.*

Professora: *“Mas o que pode ser estas bolinhas?”.*

Aluno 11: *“São bolinhas de ar. Um gás, eu acho”.*

Professora: *“Mas qual gás?”.*

Aluno 10: *“Gás carbônico”.*

Professora: *“Será que é o gás carbônico que é liberado a partir do processo de fermentação? Não poderia ser outro gás?”.*

Aluno 05: *“Poderia... mas não sei qual”.*

Professora: *“Então para a nossa próxima aula, vocês irão pesquisar qual é o gás que está sendo liberado neste processo de fermentação”.*

Na FIGURA 7, é possível evidenciar a eliminação de gás carbônico a partir do processo de fermentação:



Figura 7: Copo de béquer para evidenciar a liberação de gás carbônico
Fonte: da autora

A pesquisadora também perguntou aos alunos se seria ou não possível fazer imediatamente o processo de destilação. A maioria respondeu que a mistura deveria ficar em repouso para que a fermentação acontecesse por completo. O questionamento ocorreu da seguinte forma:

Professora: *“Por que será que é possível fazer o etanol a partir do abacaxi? Será que é porque ele tem ácido como comentaram na aula anterior? Se isto for verdade, então podemos fazer etanol a partir do limão?”.*

Surgiram dúvidas em relação a essa questão. Nenhum aluno posicionou--se sobre ela, então, como tarefa de casa, ficaram com a incumbência de pesquisar sobre quais as matérias-primas e quais os constituintes (substâncias) que elas deveriam ter para produzir etanol. A professora também os desafiou com a seguinte pergunta:

Professora: *“Dos 500 mL de mistura que está sendo fermentada, qual será a quantidade de álcool resultante?”*

Muitos foram os palpites. O valor mais alto foi que resultaria em 400 mL e o mais baixo, em 40 mL de álcool. Com essas simples perguntas, notou-se que aumentaram ainda mais o interesse e a motivação para a realização da 2ª parte da prática, que consistia na destilação do etanol.

Os alunos estavam tão envolvidos com a prática que nem perceberam o sinal da campainha para o término da aula. Comentaram que não tinham ouvido o do

primeiro período e que o tempo havia passado muito rápido. Com esse depoimento, é possível perceber a motivação da turma na realização dessa atividade. A vontade em participar ativamente gerou algumas discussões do tipo: “*tu já fez, agora deixa eu fazer*”; “*como vamos fazer se está todo mundo aqui ao redor*”; “*não há espaço, tem muitos tentando ajudar*”. Para Leal (2009), a experimentação permite uma maior mobilização dos alunos porque estes podem manipular os equipamentos, observar e acompanhar as transformações, visualizar objetos, desenvolver habilidades motoras, realizar avaliações visuais e fazer uma reflexão conceitual. Bizzo (2009) ainda salienta que o professor deve perceber que a experimentação é um elemento fundamental nas aulas de Ciências, mas ela não é garantia de aprendizado. É necessário planejar essa experiência, traçar objetivos e proporcionar ao estudante a oportunidade de verificar se aquilo que ele pensa de fato ocorre e de que maneira. Ao finalizar a experiência, é importante proporcionar um momento de socialização de ideias e opiniões e assim construir um conceito correto do que se estava experimentando.

Durante toda a prática, os alunos foram estimulados com perguntas e desafios que proporcionaram discussões, formulação de hipóteses, dúvidas e curiosidades. A experimentação favorece os questionamentos e a busca por conhecimentos, permitindo a inter-relação do aprendido com o que é visto no cotidiano (PORTO; RAMOS; GOULART, 2009). Ainda ressaltam que a construção do conhecimento será mais efetiva se o professor tiver a sensibilidade, o senso de observação e as metodologias adequadas para orientar e oportunizar ao aluno a construção de novos conhecimentos a partir das suas concepções iniciais, de suas curiosidades e de suas dúvidas.

Nesta primeira parte da prática, também foi possível revisar conteúdos como medida de pH, ácido, base, processo de fermentação, formação de gases, estimativa e outros. Essa forma interativa de conduzir a aula proporcionou a revisão de tais conteúdos. Para Kronbauer e Simionato (2008), é necessário que se organizem práticas pedagógicas mais dinâmicas e mais ativas que visem à formação do aluno através de processos interativos de reflexão, de questionamentos,

discussões e de situações que permitam mobilizar seus conhecimentos, ressignificando-os e contextualizando-os frente aos novos conhecimentos.

Os questionamentos feitos pela professora, como por exemplo: qual a quantidade de álcool que resultará dos 500 mL de processado?, de quais matérias-primas o etanol pode ser produzido? e qual o gás liberado na fermentação? aguçou a curiosidade dos estudantes e os levou a buscar e pesquisar. Kronbauer e Simionato (2008) também consideram importante despertar o interesse e a curiosidade do aluno e relatam que: “[...] a pesquisa precisa ser assumida como um mote norteador da ação educativa, mas se faz necessário provocar no aluno o desejo de aprender” (KRONBAUER, SIMIONATO 2008, p. 26). O que motiva o aluno a assumir-se como parte integrante da aprendizagem é o desejo de saber e a vontade de descobrir e conhecer. Notou-se que a turma estava realizando a prática com prazer, e “O prazer é um fator primordial para encontrar o êxito, mesmo para enfrentar as dificuldades, pode existir o prazer da descoberta” (KRONBAUER, SIMIONATO 2008, p. 27).

No início dessa aula, acertaram-se detalhes quanto à visita à hidrelétrica Salto do Forqueta. Foram decididos dia, horário, valores e outros detalhes, como autorização dos pais e/ou responsáveis e o preenchimento de uma lista com os nomes e identificação das pessoas que participariam da viagem e, posteriormente, entregue à Empresa de turismo.

Para a referida aula, estava prevista a parte 2 (APÊNDICE E) da prática da produção do etanol a partir do extrato de abacaxi. Antes de iniciá-la, um aluno relatou que trouxera caldo -de -cana (garapa) já fermentado e que gostaria de fazer a destilação do mesmo concomitante ao fermentado de abacaxi, pois queria comparar os dois processos quanto à duração, quantidade de destilado, temperatura e outros fatores. Também comentou que havia adquirido esta garapa de um colono do interior do município de Estrela/RS e que segundo ele, o processo de fermentação leva dois dias e que para que isto ocorra foi usado fermento de pão molhado. O aluno relatou que o processo de fermentação era similar ao processo

proposto para a fermentação do abacaxi, onde o processo ocorre num sistema aberto e depois é destilado no alambique.

Observou-se que o fato colocado pelo colega despertou na turma interesse e motivação em ver e analisar os dois processos. Logo, iniciou-se a montagem de mais um destilador. Um dos sistemas de destilação já estava pronto, assim foi necessário fazer o mesmo com aquele em que seria destilado o etanol derivado da cana-de-açúcar.

Verificou-se que o processo de fermentação já estava completo porque havia cessado a saída de gás carbônico. Solicitou-se que os alunos fossem realizando o experimento concomitante às orientações da professora para agilizar a atividade. Na FIGURA 8, encontra-se a montagem dos dois destiladores:



Figura 8: Sistemas para o processo de destilação.
Fonte: da autora

Após a montagem do sistema de destilação, segunda etapa do experimento, transferiu-se a mistura (fermentado) para o balão de 500 mL e iniciou-se o aquecimento (APÊNDICE E).

Fez-se um questionamento sobre o porquê do banho em óleo e não em água. Considerou-se que, no primeiro caso, é possível manter o aquecimento homogêneo e pelo fato de o ponto de ebulição do óleo ser mais alto não seria necessário repô-lo durante a destilação. Ressaltou-se que, se o banho fosse realizado em água onde o

ponto de ebulição é mais baixo, provavelmente, haveria necessidade de se repor água e isso influenciaria na temperatura e pressão interna do balão.

A professora também comentou a necessidade de se resfriar o processo de destilação e interrogou os alunos:

Professora: *“Por que foi ligado o resfriamento do sistema? Qual é a função da água neste processo?”*.

Aluno 05: *“Resfriamento”*.

Aluno 09: *“Pra condensa”*.

Professora *“Isso. Está no estado de vapor, sofre o resfriamento e se torna líquido novamente. Como é o nome da mudança de estado físico que está ocorrendo?”*.

Aluno 09: *“Condensação”*.

No diálogo com os alunos falou-se de qual era a função do termômetro que fora adaptado ao sistema de destilação e também sobre o ponto de ebulição do etanol ser menor do que o da água. Quando questionados sobre qual era o ponto de ebulição do álcool, somente um aluno se pronunciou afirmando que era aproximadamente 60 °C. Os professores pesquisaram sobre o ponto de ebulição de alcoóis, chegando a temperatura de aproximadamente 78 °C para o etanol.

Sabendo-se que a destilação é um processo lento e que não havia necessidade de toda turma ficar acompanhando, foram designados dois alunos para cuidarem dos processos (fermentado de abacaxi e caldo -de -cana) e os demais começaram a realizar as atividades propostas para esse experimento (APÊNDICE E). Os grupos, enquanto respondiam às questões, estavam bastante concentrados; ademais, discutiam e chamavam a professora, pois queriam entender bem o processo. Muitas dúvidas surgiram durante a realização das questões, como, por exemplo, a diferença de processo físico e químico e qual a reação de fermentação e a forma desse processo ocorrer. Os alunos sentiram a necessidade de consultar livros da biblioteca para encontrar a fórmula molecular da sacarose. Segundo eles, somente depois de saber a fórmula, seria possível descrever a reação química da

fermentação. A partir da pesquisa nos livros didáticos, todos os grupos conseguiram encontrá-la e assim escrever a reação da fermentação.

Nessa aula, percebeu-se o quanto eles estavam acostumados a trabalhar as disciplinas de forma individual. Quando solicitados a responder às questões, um aluno, preocupado, perguntou:

Aluno 02: *“Professora que caderno? Matemática? Física? Química?”*

Enquanto os grupos discutiam, pesquisavam e respondiam às questões, os alunos encarregados de acompanhar o processo de destilação controlavam a temperatura, o resfriamento, a chama do fogo e outros fatores importantes do experimento. Em determinado momento, eles sentiram a necessidade de encontrar alguma forma de tampar o óleo que estava dentro da panela, pois perceberam que, no laboratório, havia uma grande corrente de ar e isso estava retardando o aquecimento do mesmo. Adaptaram “uma capa” feita de papel para diminuir a perda de calor, evidenciando, posteriormente, que essa adaptação favoreceu o aumento da temperatura. Na FIGURA 9, uma forma simples para conseguir o melhor aproveitamento do aquecimento:



Figura 9: Adaptação realizada no destilador para aproveitamento do calor.
Fonte: da autora

Muitas eram as expectativas em relação aos dois processos de destilação que estavam sendo realizados. Como foi usada a mesma quantidade de fermentado, 500 mL em cada balão, surgiam dúvidas, como: se os dois possuem a mesma

quantidade, qual fornecerá maior quantidade de destilado? Qual dos dois começaria a destilar primeiro? Os dois iriam destilar a mesma substância? Depois de aproximadamente duas horas do início do processo de destilação do fermentado de cana - de - açúcar, o copo adaptado no final do condensador recebeu as primeiras gotas do destilado, conforme aparece na FIGURA 10:



Figura 10: Primeiras gotas do destilado.
Fonte: da autora

Neste momento chamou-se a atenção da turma para análise da temperatura indicada no termômetro que estava adaptado com uma rolha no gargalo do balão junto a conexão do condensador. Verificou-se que oscilava entre 78 °C e 82 °C e assim permaneceu por, aproximadamente, vinte minutos. Passado este tempo do início da destilação da cana - de - açúcar, o béquer do outro destilador começou a receber de forma mais lenta as primeiras gotas. A temperatura neste oscilava entre 80 °C e 82 °C.

Como o sinal do término da aula se aproximava, foi necessário cancelar a destilação. O destilador que continha o fermentado de abacaxi já estava com a temperatura estabilizada em aproximadamente 90°C e a destilação do álcool havia cessado. Já, o processo de destilação da cana- de-açúcar teve que ser interrompido apesar de, aparentemente, o álcool não ter sido totalmente destilado. Na FIGURA 11, na proveta à esquerda, encontra-se a quantidade da mistura de etanol (14 mL)

produzido a partir do abacaxi e, à direita, a quantidade da mistura de etanol (40 mL) produzido a partir da cana -de-açúcar.

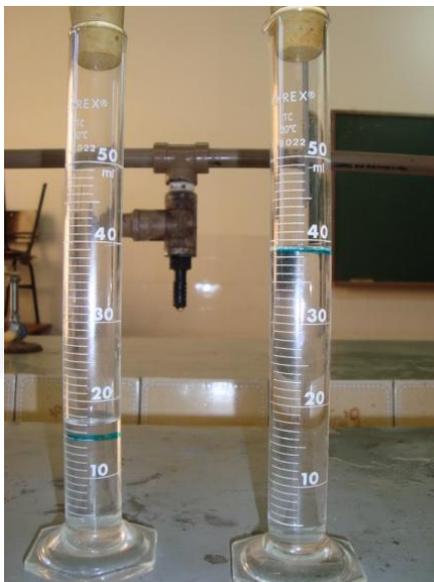


Figura 11: Quantidade de destilado.
Fonte: da autora

Na sequência, houve uma breve discussão sobre qual era o líquido recolhido em cada béquer; o cheiro de cada um; a quantidade resultante e tempo de duração de cada destilação. Foram somente lançadas questões para que os alunos pensassem e as respondessem na aula seguinte.

Um caso muito curioso ocorrido nessa manhã, e para o qual a professora não estava preparada, foi a destilação do etanol a partir da cana – de – açúcar sugerida por um aluno. Inicialmente, a docente estava receosa, pois era necessário montar mais um equipamento de destilação e isso poderia dispersar a turma. Mas a reação desta diante da proposta foi surpreendente. No instante em que a ideia desse processo ocorreu, começaram a perguntar onde estavam os materiais para montar o destilador, a levantar hipóteses do que iria ocorrer e a interrogar o colega que havia trazido o fermentado em relação à origem e ao tempo de fermentação. Tais fatos comprovam a motivação, participação e entusiasmo da série em relação à pesquisa. A postura que os estudantes demonstraram no desenvolvimento do trabalho resume o pensamento de Demo:

O aluno precisa ser motivado a, partindo dos primeiros passos imitativos, a avançar na autonomia da expressão própria. Isto não se reduz a texto, por mais importante que seja. Inclui também a capacidade de se expressar, de tomar iniciativa, de construir espaços próprios, de fazer-se sempre presente e participativo, e assim por diante (DEMO, 2005, p. 29).

O trabalho realizado em grupo também foi muito importante. Todos estavam comprometidos com a tarefa, buscavam explicações em livros e cadernos e nas discussões com os colegas do mesmo e outros grupos. O respeito entre os integrantes era evidenciado em cada atitude e momento em que colocavam as suas opiniões. Oliveira (2004) afirma que Vigotsky defende que é a partir da interação com outras pessoas e de seu contato com a realidade que o indivíduo adquire as habilidades, as informações, os valores e as atitudes. Para Porto, Ramos e Goulart (2009), o trabalho em grupo contribui de forma especial para a socialização dos alunos, pois estimula a participação, a troca de informações e as opiniões, a cooperação e desenvolve a argumentação.

Nessa aula, a pesquisadora tentou desempenhar o papel de desafiadora, questionando os alunos sobre o que estavam observando, porque ocorria determinado fenômeno, qual seria o resultado final, entre outros. Com essa postura, incentivava-os e motivava-os a desenvolverem a prática de forma mais comprometida e correta. Para Demo (2000), o professor deveria assumir papel de facilitador, cuja função seria a de orientar o processo reconstrutivo, tendo o aluno como a figura central deste. Kronbauer e Simionato (2008) ainda salientam que o questionamento reconstrutivo ganha espaço em sala de aula a partir do momento em que o professor e o aluno assumirem a pesquisa como atitude cotidiana.

O questionamento feito pelo aluno em relação ao caderno a ser utilizado para responder às questões prova a insegurança que eles ainda sentiam pelas práticas diferentes. Mesmo mostrando-se conscientes do que era uma prática interdisciplinar, encontravam-se receosos e confusos ao sair da rotina com a qual estavam acostumados, onde o conhecimento é fragmentado e separado nas disciplinas. O trabalho interdisciplinar supõe uma mudança de postura e uma atitude de superação de todas e quaisquer visões fragmentadas (BOCHNIAK, 1998).

Uma postura adotada pelos alunos nessa manhã e que merece destaque refere-se ao momento em que solicitaram à professora permissão para irem até a biblioteca a fim de pesquisarem a fórmula da sacarose. Tal cena não era comum de se observar nas aulas antes da pesquisa, já que atividades como essas não lhes eram proporcionadas, além de, muitas vezes, receberem a resposta antes mesmo de demonstrarem interesse em pesquisar. Para Demo (2005), o aluno precisa ser motivado para a pesquisa e, desde o início, avançar na autonomia da expressão própria, ter iniciativa, participar e fazer-se sempre presente.

Para esse dia, estava proposta a discussão da prática de produção do etanol a partir do extrato de abacaxi e da cana – de - açúcar realizada em aulas anteriores. Avaliaram-se alguns aspectos visuais e sensoriais dos produtos. No processo de destilação, percebeu-se que a mistura com o etanol obtido a partir do abacaxi permaneceu com o forte cheiro do fermento mesmo após a destilação, e a quantidade de destilado foi de, aproximadamente, 14 mL inferior ao da cana - de - açúcar. Os alunos ressaltaram ainda que parte deste volume recolhido poderia ser água, pois, no final da experiência, a temperatura aumentou rapidamente para, mais ou menos, 95°C e um pouco de água poderia ter sido arrastada junto com o etanol. A destilação do fermentado de cana-de-açúcar rendeu aproximadamente 40 mL e foi comentado que essa quantidade poderia aumentar se houvesse tempo de aula suficiente para finalizar a destilação, pois a temperatura estava estável entre 78° C e 82° C.

Partindo dessa análise, os alunos foram aos questionários:

Professora: *“Nos dois balões, havia a mesma quantidade de fermentado, 500 mL, o que diferenciava era a matéria-prima. Então, por que a quantidade resultante de etanol foi diferente?”*.

Imediatamente, os alunos responderam que o teor de sacarose na cana- de-açúcar é maior e, conseqüentemente, produz mais etanol. Após essa análise inicial, sugeriu-se que verificassem os seus apontamentos para realizar a discussão. Também foi solicitado que fosse entregue o relatório da prática (Partes 1 e 2) à

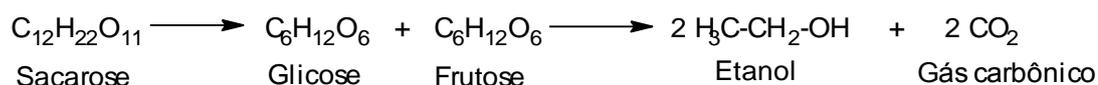
professora. A primeira questão comentada foi o porquê da trituração do abacaxi para a realização do experimento. Eles responderam que facilita a fermentação, pois aumenta a superfície de contato do substrato para atuação do microrganismo (fermento). Se o abacaxi ficasse inteiro ou fosse cortado em pedaços maiores, o processo seria mais demorado ou talvez não acontecesse.

Posteriormente, analisou-se o porquê da correção do pH para que ele ficasse entre 6,0 e 7,0 antes da fermentação. Ressaltou-se que, inicialmente, o pH estava entre 3,0 e 4,0 e foi adicionado à base hidróxido de amônia, ajustando assim o pH para a faixa desejada. Concluíram que se o pH não fosse corrigido, poderia prejudicar a ação dos microorganismos no substrato, retardando ou não ocorrendo o processo de fermentação.

Para os alunos, a destilação não poderia ser realizada imediatamente após a adição do microrganismo (fermento), pois, nesse caso, não teria ocorrido a fermentação que consiste na quebra da molécula de sacarose em glicose e frutose e estas em álcool e gás carbônico. Para evidenciar a liberação de dióxido de carbono (CO₂), foi necessário conectar a extremidade de uma mangueira ao recipiente (kitassato) e mergulhar a outra num copo de béquer com água, assim, percebia-se a formação de gás pela saída de bolhas do solvente.

No processo de fermentação, segundo os alunos, as enzimas do fermento agem sobre a molécula de sacarose e de água, quebrando-as e formando moléculas de frutose e glicose. Ainda sobre a ação dessas enzimas, convertem a glicose e a frutose em etanol e gás carbônico.

Relata-se, abaixo, a reação química da fermentação descrita pelos alunos:



Os estudantes foram questionados quando á reação apresentada:
Professora: “Quantos átomos de carbonos têm no reagente (sacarose)?”.

Aluno 11: “Doze”.

Professora: “Quantos átomos de carbono têm no produto (frutose e glicose)?”.

Aluno 04: “Doze”.

Professora: “Quantos átomos de hidrogênio têm no reagente (sacarose)?”.

Aluno 02: “Vinte e dois”.

Professora: “Quantos átomos de hidrogênio têm no produto (frutose e glicose)?”.

Aluno 02: “Vinte e quatro”.

Professora: “E o que está acontecendo com os átomos de oxigênio?”.

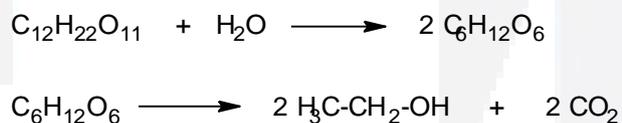
Aluno 02: “Tenho onze átomos como reagente e doze como produto”.

Professora: “Então, tem alguma coisa que não está tão correta. O balanceamento está incompleto, por quê? No início, tinha somente sacarose ou algo mais?”.

Aluno 06: “Sacarose e água”.

Professora: “Mas então, onde está a água?”.

A partir desse diálogo, construiu-se, em conjunto, uma outra maneira de representar a reação. Estruturou-se da seguinte maneira:



Na oportunidade, fez-se uma revisão sobre os processos de separação de misturas. Foram citadas filtração, decantação, centrifugação e destilação. A partir do diálogo acima, constatou-se que a destilação era o processo mais adequado para separar o álcool da água, pois ambos formaram uma mistura homogênea e não poderiam ser desagregados por separação líquido-líquido ou outra utilizada em misturas sólido-líquido. Usou-se a destilação devido à diferença de pontos de ebulição entre os dois líquidos, e esse álcool tem ponto de ebulição de aproximadamente 78 °C, enquanto a água é de aproximadamente 100 °C. Logo, imaginava-se que o líquido que evaporou primeiramente era álcool. Para os alunos, a destilação é um processo físico, pois não modificou a composição da matéria e esta pode ser considerada um processo reversível onde é preservada. Considerando

que a destilação realizada foi uma destilação simples e esta técnica é útil para separar uma mistura de líquido quando os compostos têm pontos de ebulição diferentes ou quando um dos componentes não destila (Pavia et al, 2009). No caso do etanol e água para uma separação mais efetiva, seria necessário realizar uma destilação fracionada que é aplicada quando as diferenças de ponto de ebulição dos componentes a serem separados não são grandes.

Nesse processo, mesmo que mantivessem a temperatura de ebulição a 78 °C mais ou menos 1 °C, teria-se uma mistura azeotrópica composta por álcool e água, pois esta mistura homogênea de líquidos não pode ter seus componentes separados por métodos convencionais como a destilação simples.

Recapitularam-se a estrutura das cadeias carbônicas, a diferença de cadeia saturada e insaturada, o tipo de ligação (simples, dupla e tripla), a função álcool, bem como sua nomenclatura. Salientou-se que o etanol também é conhecido como álcool etílico cuja fórmula molecular é C_2H_6O e fórmula estrutural H_3C-CH_2-OH .

Além da cana-de-açúcar, foram citadas outras matérias-primas para a produção do etanol, como a mandioca, o milho, a beterraba, o arroz, a batata. A professora fez os seguintes questionamentos:

Professora: *“Por que conseguimos fazer o etanol a partir do abacaxi?”*

Aluno 11: *“Por que tem sacarose”*.

Professora: *“E por que é possível fazer o etanol da mandioca?”*

Aluno 11: *“Porque tem sacarose”*.

Professora: *“Será que na mandioca tem sacarose?”*

Aluno 11: *“Acho que não. Ela não é doce”*.

Professora: *“Então, será que só é possível fazer o etanol somente com quem tem sacarose?”*

Aluno 11: *“Não precisa ter glicose e frutose”*.

Professora: *“Muito bem. A mandioca é rica em...?”*

Aluno 11: *“Amido”*.

Professora: *“Pois bem, então, ao invés de quebrarmos a molécula de sacarose,*

quebramos a moléculas de amido em glicose”.

Nesse momento, os alunos demonstraram entender que é preciso ter frutose ou glicose, ou ambos, e não necessariamente sacarose para produzir o etanol. O mesmo questionamento aconteceu em relação à produção do etanol a partir do milho. Dentre as aplicações do etanol, citou-se a produção de bebidas, combustível, farmacologia, perfumaria, produtos de limpeza, tintas e solventes, vinagre, entre outras.

Como tarefa de casa, foi-lhes solicitado que pesquisassem qual o rendimento de etanol proveniente de uma tonelada de cana-de-açúcar. Para a aula posterior, essa informação seria utilizada para fazer uma relação do rendimento de etanol proveniente de uma tonelada de abacaxi.

A partir dessa prática, os conteúdos já estudados puderam ser associados e revisados, destacando processos de separação de misturas, balanceamento de reações químicas, mudanças de estados físicos da matéria, escalas termométricas, processos físicos e químicos, ponto de fusão e ebulição, ácidos e bases, pH, cadeias carbônicas, função álcool, superfície de contato, entre outros. Pelos comentários dos alunos, a revisão foi considerada muito significativa, pois estavam cursando o 3º ano e, em pouco tempo, enfrentariam a prova de seleção das universidades (vestibular), o que poderia auxiliá-los na realização da mesma.

Nas discussões ocorridas na referida aula, foi possível verificar os conteúdos e as abordagens de diferentes disciplinas. Os alunos respondiam aos questionamentos sem perceber que estavam se utilizando de vários conhecimentos aprendidos em outro momento e de diferentes disciplinas. Para justificar algum fenômeno, utilizavam-se tanto da Física quanto da Química que, com concepções e visões diferentes, explicavam a ocorrência do mesmo fenômeno. Para Fazenda (1993a), a interdisciplinaridade é caracterizada por esta intensidade de trocas e por esta interação das disciplinas.

A interdisciplinaridade deve ser incorporada às aulas como uma aliada ao processo de ensino-aprendizagem. É um desafio tanto para o professor quanto para o aluno, pois é preciso superar a visão fragmentada do conhecimento e romper as barreiras que, muitas vezes, não são exclusivas da escola, mas possíveis de ocorrer em todo e qualquer contexto social ou currículo escolar (BOCHNIAK, 1998). Nessa proposta, a preocupação é com a totalidade do estudante, onde ele constrói seu mundo através da participação e da interação com diferentes posturas e visões.

Ainda na mesma aula, em vários momentos, tornou-se evidente como a interdisciplinaridade auxilia o processo de construção de aprendizagem para a totalidade. Ressalta-se a importância das conversas e discussões geradas nessa manhã, ricas em conhecimentos, informações e vivências, criando a interdisciplinaridade. O aluno utilizou-se de todo e qualquer conhecimento sem se preocupar com qual conteúdo estava fazendo a relação e se correspondia à determinada disciplina.

Todas as respostas do relatório foram bem explicadas pelos alunos. Percebia-se a segurança que tinham em colocar as questões, pois foi um processo acompanhado por todos e as soluções destas já haviam sido previamente discutidas durante a realização da prática. A participação no momento da socialização da prática foi marcante. Todos queriam ler, comentar as suas dúvidas e completar o que ainda não estava bem descrito. Em alguns momentos, fazia-se necessária a intervenção da professora para que todos tivessem a oportunidade de se expressar. Normalmente, isso não era observado na turma antes da pesquisa. Sempre eram os mesmos que liam e davam suas contribuições.

Demo (1996) defende a avaliação praticada como processo permanente e contínuo e parte intrínseca do processo, maneira pela qual a turma estava sendo avaliada durante a realização desta pesquisa. Ela não acontecia como uma intervenção esporádica ou impositiva; mas sim diária e constante, avaliando a participação nos debates e nas aulas, o comprometimento com a aprendizagem, a

realização das práticas no laboratório e pelas produções escritas, como, por exemplo, o relatório entregue nessa manhã.

Como, para essa aula, havia uma tarefa de casa sobre o rendimento de etanol proveniente de uma tonelada de cana-de-açúcar, os alunos pesquisaram e descobriram que uma rende entre 80 e 85 litros de álcool. A mesma informação também é dada no livro “Introdução ao Ensino da Química”¹, alegando que uma tonelada de cana - de - açúcar rende aproximadamente 80 litros de etanol. A partir dos dados da pesquisa dos alunos e da informação retirada do livro, foi possível fazer uma relação que tentasse prever a quantidade resultante de etanol a partir de uma tonelada de abacaxi:

600 g de abacaxi	→	rendeu 14 mL
1 000 000 g de abacax	→	renderá x mL
X= 23333 mL ou 23 Litros		

Na discussão, considerou-se que o teor de etanol proveniente do abacaxi é menor do que o da cana-de-açúcar, lembrando que o rendimento foi calculado de uma forma simplificada, considerando somente a quantidade de caldo de cana ou da mistura de abacaxi e o volume em mililitros do produto destilado. Salientou-se que esse é um dos fatores pelos quais não se investem na matéria - prima abacaxi nas usinas produtoras de etanol. Comentou-se também sobre o plantio da cana-de-açúcar e do abacaxi (em um hectare de terra se cultiva muito mais cana -de -açúcar do que abacaxi devido ao tamanho de sua planta).

Na sequência, entregou-se o roteiro da prática (APÊNDICE F) que tinha como objetivo determinar o teor de álcool na gasolina. Antes de dar início ao

1Rocha, Júlio César; Rosa, André Henrique; Cardoso, Arnaldo Alves. **Introdução à Química Ambiental**. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

procedimento, os alunos foram interrogados em relação ao teor de álcool permitido na gasolina pela Legislação brasileira. Obtiveram-se as respostas:

Aluno 9: “20%”.

Aluno 8: “15%”.

Aluno 10: “*Eu sei que não é muito*”.

Solicitou-se que utilizassem os materiais necessários para o experimento: duas provetas de 100 mL, duas rolhas, um bastão de vidro e um béquer. Em seguida, identificaram-se as mesmas como 1 e 2. Colocaram-se 50 mL de gasolina em cada uma delas. Num béquer, dissolveu-se NaCl (sal de cozinha) em água. Após a dissolução, acrescentou-se essa mistura na gasolina da proveta 1 até alcançar o traço de referência (100 mL). Na 2, somente água à gasolina até o traço de referência (100 mL). As duas foram fechadas e agitadas. Deixando-as em repouso por alguns minutos, fez-se a leitura do volume da gasolina em cada uma. Na proveta 1, a leitura indicava somente 36 mL e na 2, marcava 37 mL.

Aluno 8: “*Aqui o álcool desceu junto, se misturou com a água*”.

Professora: “*Por que numa experiência eu usei água e na outra experiência eu pedi para vocês adicionarem à água o sal de cozinha?*”

Aluno 10: “*Por causa das propriedades do sal*”

Aluno 9: “*Eu acho que é porque o sal se mistura com o álcool, mas não se mistura com a gasolina*”.

Professora: “*A quantidade de gasolina diminuiu?*”.

Aluno 10: “*Simples, o álcool que tinha na gasolina se juntou com a água e com o sal que não se misturam com o resto da gasolina*”.

Aluno 10: “*Nesta proveta que tem o sal junto ele tem uma propriedade que auxilia a diluir mais a gasolina nesta água. Porque a água não se mistura com a gasolina e por que a água se mistura com o álcool*”.

Aluno 1: “*Porque a gasolina pode ser um óleo. Gorduroso assim*”.

Professora: “*Ah! Ela tem um óleo? Ela é gordurosa? Também vocês aprenderam lá no 1º ano sobre Polar e Apolar*”.

Aluno 8: “*Eu não aprendi isso aí*”.

Aluno 9: *“Então quer dizer que entre a água e a gasolina uma é polar e a outra apolar”.*

Aluno 8: *“Polar e apolar é o jogo de sinais!”.*

Aluno 10: *“Não”.*

Professora: *“Não é o jogo de sinais. Depende da geometria e da constituição da molécula”.*

Aluno 10: *“Por que a gasolina e o álcool se misturam? Alguma coisa é adicionada no álcool. Pode ver que a mistura da gasolina é homogênea mesmo contendo o álcool”.*

Aluno 10: *“Então quer dizer que o álcool se mistura tanto com a gasolina como com a água?”.*

Aluno 11: *“A água é polar ou apolar? Por que assim... tem que ser diferente. A água e a gasolina têm que ser a mesma e o álcool tem que ser diferente”.*

Professora: *“Será que polar com polar se mistura? Será que apolar e polar...”.*

Aluno 10: *“Opostos se atraem. Polar se mistura com apolar. Então o álcool pode ser os dois? Polar e apolar?”.*

Aluno 10: *“Qual o nome dado às misturas? Como vou saber a fórmula química da gasolina?”.*

Professora: *“Qual o nome dado à mistura?”.*

Aluno 10: *“Heterogênea”.*

Professora: *“Por que heterogênea?”.*

Aluno 11: *“Porque ela se separa”.*

Aluno 1: *“Tem duas fases”.*

Aluno 8: *“Profe, é comum escutar casos e denúncias de postos de abastecimentos que alteram a gasolina adicionando mais álcool. Então se a gente adicionou, a gente tornou a gasolina mais forte”.*

Aluno 10: *“Por que tu achas que o carro falha quando tem gasolina adulterada? Por que a explosão (combustão) com gasolina se torna menor quando tem álcool. Ela fica mais fraca”.*

Aqui foi lembrado que a gasolina não é composta somente de uma substância, mas de uma mistura de hidrocarbonetos. “Hidrocarbonetos são compostos formados exclusivamente por átomos de carbono e hidrogênio”

(PERUZZO e CANTO, 2007, p. 568). Ainda conforme os autores, a gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos derivada do petróleo e é um combustível de uso diário. Nessa aula, a professora somente coordenava a discussão para ouvir deles suposições, hipóteses, certezas e dúvidas que tinham em relação à experiência. Todos estavam motivados e empenhados em justificar corretamente o que se estava observando. Todas as contribuições tiveram importância para a construção de uma opinião sobre o ocorrido. Como a discussão se estendeu muito, não foi possível fazer a socialização das respostas e construir coletivamente uma delas às perguntas. Enquanto os alunos saíam do laboratório, continuavam discutindo sobre a prática e isso deixou a docente muito satisfeita.

Atividades em que o aluno precisa desacomodar-se e buscar respostas para comprovar se suas hipóteses são verdadeiras ou não têm como objetivo desenvolver o senso crítico, a pesquisa, a argumentação e o respeito à opinião dos colegas. Moreira (1999), em sua obra *Teorias de Aprendizagem*, retrata o pensamento de Piaget ao mencionar que o que se espera do professor hoje é que ele deixe de ser apenas um conferencista e passe a estimular o aluno para a pesquisa e o esforço ao invés de transmitir-lhe soluções prontas. Nesta pesquisa, o papel da professora foi possível de ser observado no momento em que questionou os alunos sobre o nome da mistura formada entre a gasolina e a água e por que poderia ser assim chamada. Para ela, seria muito mais simples comentar que se tratava de uma mistura heterogênea por apresentar duas fases. Ao contrário, proporcionou-lhes a oportunidade de revisar conteúdos e a discutir o que é mistura e quando esta é homogênea e heterogênea.

Também se ressalta que o uso da experimentação nas aulas revela uma contradição entre o pensamento do aluno e a própria evidência, demarcando o limite de validade das hipóteses feitas (MOREIRA; AXT 1991). Essa ideia resume o que foi proposto na aula descrita, pois muitas eram as hipóteses merecedoras de discussão oriundas da prática realizada. Para Moreira e Axt (1991), o importante é a reflexão advinda a partir da experimentação.

Na fala do aluno “Polar e apolar é o jogo de sinais”, perceberam-se as inúmeras concepções e hipóteses que eles tinham para explicar o ocorrido na experiência. Ao mencionar o jogo de sinais, provavelmente, lembrou-se do aprendido em Matemática, ou sobre eletromagnetismo onde se estuda pólo positivo e pólo negativo e as atrações, ou, ainda, relacionou com positivo e negativo na corrente elétrica. Se não tivesse sido proporcionado esse momento de troca, ele, possivelmente, não haveria desfeito a dúvida e a professora não teria como fazê-lo mudar de concepção.

Antes de entrar na sala, a professora foi surpreendida com o depoimento de um aluno:

Aluno 10: *“Professora, hoje o professor de Sociologia ficou brabo com a gente”.*

Professora: *“Mas o que vocês fizeram”?*

Aluno 10: *“É que na aula dele nós ficamos discutindo a experiência de ontem (teor de álcool na gasolina). Cada um tinha uma explicação diferente e queríamos chegar a uma única resposta, mas todos defendiam o seu ponto de vista”.*

O depoimento deixou a pesquisadora surpresa e mais motivada para socializar a prática. Comentou e demonstrou à turma a sua alegria em saber do envolvimento de todos com o trabalho e ainda completou que este era um dos objetivos da proposta. Ou seja, fazê-los pensar, dialogar, pesquisar, opinar, torná-los mais críticos, participativos e capazes de construir o conhecimento, considerar as ideias dos colegas; mas, também, enfatizou que era necessário respeitar a aula dos outros professores.

Outro, ainda, acrescentou:

Aluno 8: *“A aula está mais boa pois está tudo mais fácil”.*

Aluno 10: *“Com certeza o aluno vai interagir bem mais, pois além de atividades práticas as coisas se relacionam ao dia a dia”.*

Aluno 8: *“A gente participa do ensino e os colegas explicam coisas pra gente”.*

Na sequência, iniciou-se a discussão em relação à prática que objetivava determinar o teor de álcool na gasolina. Ressaltou-se que o objetivo nesse momento era discutir e socializar as respostas e tirar todas as dúvidas que ainda possuíam. A primeira questão analisada foi em relação ao que se observou nas provetas 1 e 2 depois de se acrescentar a água. Enfatizou-se que a gasolina não se misturou com a água em nenhuma das provetas.

Muitas foram as dúvidas e questionamentos em relação à mistura de NaCl (cloreto de sódio) com água e qual era a sua função. Esclareceu-se que, nesse processo, era facilitar a separação da gasolina da água nas duas provetas. Na experiência realizada, não foi possível observar o descrito anteriormente, pois a separação da gasolina e da água nas duas provetas foi imediata, ocorrendo a separação total das duas substâncias. Ao esclarecer essa questão, revisou-se o conceito de tensão superficial, pois, ao misturar NaCl na água, a sua tensão superficial aumenta. Perguntou-se o que eles lembravam de tensão superficial e somente dois contribuíram com as seguintes colocações:

Aluno 10: *“É a densidade do líquido”.*

Aluno 9: *“É quando larga a agulha na água ...”.*

Conversou-se sobre diferença de mistura homogênea e heterogênea e concluiu-se que, nas duas provetas, a mistura era heterogênea com duas fases. Ao questioná-los sobre o porquê da formação das duas fases nas provetas, surgiram como respostas:

Aluno 10: *“Primeiramente, por causa da densidade dos líquidos. A gasolina é menos densa que a água. Segundo, por causa da polaridade. A gasolina é ...”.*

Aluno 9: *“A gasolina é apolar”.*

Aluno 10: *“E a água é apolar também. E o álcool é polar, porque ele se mistura com os dois”.*

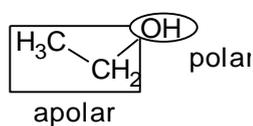
Aluno 2: *“Professora, eu achei a água como polar”.*

Aluno 7: *“Eu não cheguei à conclusão nenhuma, pois nada fechava”.*

Aluno 9: “Eu achei o seguinte. O sal é polar e a gasolina é apolar. Se fosse fazer por raciocínio, a água teria que ser apolar, porque não se mistura com a gasolina. E o álcool teria que ser polar, pois ele se mistura com os dois”.

A partir dessa conversa, percebeu-se que a grande maioria pesquisou fora do horário de aula na internet, livros, cadernos de outros anos a fim de tentar justificar e defender suas respostas. Saliendo que tudo o que se comentou era importante para o processo de aprendizagem, chamou-se a atenção dos estudantes para as seguintes colocações feitas pela professora:

- A gasolina é um composto orgânico que contém átomos de carbono e de hidrogênio.
- Geralmente, a cadeia carbônica formada por carbono e hidrogênio não possui afinidade com a água.
- Os derivados diretos do petróleo, como por exemplo a gasolina, são todos compostos apolares.
- Os hidrocarbonetos são cadeias apolares.
- A gasolina é uma molécula grande.
- Quanto maior a cadeia carbônica, maior for essa parte apolar, menor a tendência dessa substância dissolver-se em água.
- A água é uma molécula polar, pois o oxigênio é mais eletronegativo que os hidrogênios, atraindo para si os pares de elétrons que deveriam compartilhar por igual com os hidrogênios, ocorrendo então a distribuição não uniforme da nuvem eletrônica.
- O álcool é considerado um solvente polar, pois sua estrutura apresenta uma parte polar e outra apolar.



- Devido a essa característica, o etanol se dissolve tanto em água (solvente polar) como em gasolina (solvente apolar).
- À medida que aumenta a cadeia carbônica do álcool, sua solubilidade em água diminui.

Ao término das colocações acima, perceberam que a gasolina e a água não se misturavam, pois apresentam densidades e polaridades diferentes. Água é polar e gasolina, apolar. Por essa razão, a mistura das duas substâncias é heterogênea (duas fases). O álcool é menos polar que a água e se dissolve na gasolina, formando uma única fase (homogênea). Em função da polaridade, o álcool tem mais afinidade pela água do que pela gasolina.

Para determinar o percentual de gasolina (pura) encontrada no combustível gasolina (álcool + gasolina) que estava sendo analisada, foi necessário lembrar os valores de volume encontrados no experimento. A quantidade de água, após a mistura, passou de 50 mL para 62,5 mL; logo, somente restaram 37,5 mL de gasolina pura. Estabeleceu-se a seguinte relação e encontrou-se o valor percentual de gasolina pura:

50 mL de mistura de gasolina → 100%
37,5 mL de gasolina → X
X = 75% de gasolina pura e 25% de álcool

Concluiu-se que a composição desse combustível estava em conformidade com a legislação vigente, que permite teor de álcool na gasolina de até 25%.

Na última atividade da manhã, foi proposto aos alunos verificarem o teor alcoólico ou graduação alcoólica de misturas hidroalcoólicas (etanol de postos de combustíveis, álcool comum usado em casa, etanol produzido em aulas anteriores com extrato de abacaxi e também a partir do extrato de cana - de- açúcar). Para a realização da prática, utilizou-se o alcoômetro centesimal (Alcoômetro de Gay Lussac) que determina o grau alcoólico, indicando somente a concentração do álcool em volume. A atividade foi realizada da seguinte forma: transferiu-se uma quantidade suficiente da amostra (mistura hidroalcoólica) a ser analisada para uma proveta de 250 mL. Deixou-se a amostra em repouso até a completa eliminação das bolhas de ar. Imergiu-se no líquido (amostra) o alcoômetro rigorosamente limpo e seco. Este flutuou livremente na proveta com a amostra sem encostar-se às bordas.

Fez-se a leitura quando o alcoômetro atingiu a posição de equilíbrio (quando parou de oscilar). Essa leitura determinou o grau alcoólico aparente contido na amostra.

Ao realizar o teste no álcool comum de casa, o teor alcoólico encontrado foi de 94 °GL, resultado diferente do que estava descrito no frasco (92,8 °GL). Ao testar o etanol do posto de combustíveis, o teor de álcool foi de 96 °GL, enquanto que o esperado era muito próximo de 100 °GL. Comentou-se que os valores se aproximaram do esperado, mas, por algum fator - temperatura, pressão, evaporação do álcool -, o valor medido não conferiu com o aguardado. No caso do teor do etanol do posto, comentou-se da possibilidade de adulteração.

Em relação ao teste feito com o etanol extraído do abacaxi, o resultado aproximou-se das considerações descritas em aulas anteriores. Destilou-se uma quantidade de 14 mL de etanol, mas acreditava-se que nesse destilado havia água. Verificou que o teor de álcool obtido foi de aproximadamente 70 °GL. Já, ao verificar o etanol extraído da cana - de - açúcar, o valor encontrado não se comprovou conforme o argumentado em aulas passadas. Comentou-se que o rendimento de etanol foi de aproximadamente 40 mL, mas se imaginava não haver a presença de água, pois, durante o processo, a temperatura se manteve próxima ao ponto de ebulição do álcool e, provavelmente, não teria água. Mediu-se o teor alcoólico e teve-se como resultado um valor aproximado de 85 °GL. Destaca-se que os resultados encontrados pelos alunos a partir da análise e dos cálculos nesse último teste, provavelmente devem estar superestimados, pois os resultados foram maiores do que é possível obter em uma destilação simples.

Antes do término da aula, discutiu-se a nomenclatura utilizada para determinar a graduação alcoólica de misturas hidroalcólicas. A nomenclatura °Gay Lussac (°GL = % volume) é a unidade que determina a quantidade de álcool etílico contida em 100 mililitros de uma mistura hidroalcólica em temperatura e pressão ideais.

Nessa aula, foi possível fazer várias abordagens. Comentou-se sobre legislação, polaridade das moléculas, tipos de misturas, tensão superficial, densidade, cadeias carbônicas, regra de três simples, porcentagem, eletronegatividade e afinidade eletrônica, características dos derivados de petróleo, unidade da graduação alcoólica, entre outras. Em nenhum momento enfatizou-se que se tratava de conteúdos de Química, Física, Matemática ou de quaisquer outras. A conversa fluía normalmente sem a preocupação com disciplinas específicas e se o conteúdo era de terceiro ano ou de outra série. Nesse momento, para a professora, ocorreu a interdisciplinaridade, que, para ela, é essa troca de informações, conhecimentos, hipóteses, construção do conhecimento, pesquisa sem nomear disciplina ou conteúdo que se está utilizando para explicar determinado fenômeno. O ocorrido reforça o pensamento de Japiassu (1976), que escreve que a interdisciplinaridade se caracteriza por essa intensidade de troca entre as disciplinas. Ainda, para ele, a proposta interdisciplinar permite ao aluno e ao professor superarem a fragmentação tradicional do saber em ramos isolados com os quais estão acostumados.

A interdisciplinaridade só se torna possível quando se respeita a verdade de cada disciplina, tendo-se como objetivo um conhecer melhor (FAZENDA, 2002). Não é questão de se discutir qual delas ou ciência está mais certa em suas explicações, mas sim a utilização de todas para esclarecer coerentemente algo que precisa ser explicado. Para Nesello (2010), trabalhar de forma interdisciplinar contribui com a prática em sala de aula:

É nesse sentido que o papel da contextualização e da abordagem interdisciplinar servem de ferramenta para a prática em sala de aula, considerando que vivemos em um mundo complexo que não pode ser explicado a partir da visão de uma única área do conhecimento, mas de uma visão multifacetada, construída pela visão das diferentes áreas do conhecimento (NESELLO, 2010, p. 18).

O relato apresentado no início da aula também reforça o empenho e a participação da turma na pesquisa. Essa proposta, que tinha como pressupostos a interação, a pesquisa, a experimentação, os desafios e a troca de informações, proporcionou muitos momentos produtivos de reflexão e de construção coletiva do

conhecimento onde as concepções e ideias prévias dos alunos eram aproveitadas para enriquecer esses momentos. Freire (1996) defende essa ideia quando questiona o porquê de não se estabelecer uma intimidade entre os saberes curriculares fundamentais com as experiências e vivências dos alunos. Nesta pesquisa, tem-se considerado muito importantes todas as contribuições feitas pelos alunos, que, após terem sua estrutura melhorada, muitas vezes, tem levado à construção de conhecimentos e conceitos mais coerentes.

A partir da colocação feita pelo aluno: *“A aula está mais boa pois está tudo mais fácil”*, é possível fazer uma análise da forma como estavam sendo desenvolvidas as aulas no decorrer da pesquisa. Pode-se afirmar que foram as atividades práticas, as discussões, as leituras, as atividades em grupos, as pesquisas ou a forma como a aula foi conduzida que as tornaram mais atraentes e mais fáceis? Ou estavam motivados a aprender? Ou, ainda, é porque a professora demonstrava uma motivação e dedicação diferentes que eles nunca haviam percebido? Ainda não existia uma explicação concreta, mas o fato é que todos estavam gostando das aulas e demonstravam entender com facilidade o que estava sendo exposto.

Toda a discussão gerada sobre o porquê de a água não se misturar com a gasolina e sobre a função do sal de cozinha quando adicionado à água foi muito válida. Quando o aluno comentava *“Eu achei o seguinte. O sal é polar e a gasolina é apolar. Se fosse fazer por raciocínio, a água teria que ser apolar porque não se mistura com a gasolina. E o álcool teria que ser polar, pois ele se mistura com os dois”*, demonstra que eles estavam pesquisando, buscando e fazendo associações e, embora não fossem corretas, estavam preocupados em encontrar soluções para os desafios. Com o auxílio da professora, chegariam às respostas certas. *“A atividade experimental, quando problematizada, torna-se ainda mais desafiadora”* (PORTO; RAMOS; GOULART, 2009, p. 43). Isso deixava a professora muito satisfeita, pois atitudes como essas raramente eram evidenciadas nas aulas anteriores à pesquisa.

A proposta para a manhã era a leitura, debate e compreensão de dois textos sobre o etanol. Um deles, intitulado “Biocombustível, o mito do combustível limpo” (ANEXO 1), dos autores Arnaldo Alves Cardoso, Cristine de Mello Dias Machado e Elisabete Alves Pereira e outro, “Etanol uma atitude inteligente” (ANEXO 2), retirado do *site* <http://www.etanolverde.com.br>.

Os textos apresentam dados interessantes sobre o etanol. O primeiro aborda aspectos ambientais relevantes sobre a produção e uso do etanol, desmistificando a denominação de combustível limpo utilizada, em especial, pelos meios de comunicação quando se referem a esse combustível. Também destaca a importância de se conhecer os princípios básicos da química, em especial a do nitrogênio, para análise e debate sobre o futuro da economia do país. No segundo, a cartilha do etanol comenta várias questões em relação ao uso, à produção e à questão ambiental, além de dar dicas de proteção do nosso planeta. A atividade citada teve como objetivo estimular os alunos a se posicionarem criticamente sobre esse tema, destacando aspectos positivos e negativos do uso desse biocombustível. Também precisaram se organizar para planejar a forma de apresentação e o que nela seria importante abordar. Porto, Ramos e Goulart defendem a importância de se preparar bem a apresentação a ser feita ao afirmarem: “Quando se tratar de trabalho de pesquisa com apresentação deve-se organizar o material necessário e selecionar o conteúdo, procurando dar ênfase a informações que contemplem e aprofundem o tema em estudo” (PORTO; RAMOS; GOULART, 2009, p. 37).

Para o referido trabalho, a turma foi dividida em dois grupos, onde cada um deles ficou responsável por ler, discutir e apresentar um dos textos. A escolha dos componentes foi de acordo com os interesses e afinidades dos alunos. Porto, Ramos e Goulart (2009) colocam que a formação desses grupos pode ser feita de forma aleatória, por meio de sorteio ou, ainda, serem formados de acordo com os interesses dos alunos, mas que, se o professor sentir necessidade de equilibrá-los, deverá intervir na formação. Como as discussões estavam acontecendo de forma intensa e muitos eram os relatos e colocações, não foi possível fazer a socialização

dos dois textos no mesmo dia. Combinou-se então, que esta seria realizada na semana posterior.

Os dois textos fazem referência à questão ambiental e à produção do biocombustível etanol. Segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2009), o álcool já foi considerado um “biocombustível verde” ou “combustível limpo” pelos meios de comunicação que enfatizavam que ele seria o salvador do meio ambiente, o que, infelizmente, hoje não é mais considerado pela consciência ambiental. E este realmente foi o objetivo da atividade: Proporcionar uma reflexão em relação à questão. Os dois grupos tiveram que posicionar-se - contra ou a favor - à produção do etanol em relação ao meio ambiente e defender o seu ponto de vista. Os temas transversais abordados nos PCNs contemplam que, ao se trabalhar com o tema meio ambiente, busca-se contribuir para com a formação de cidadãos conscientes, aptos a decidir e atuar na realidade sociocultural de modo comprometido com a vida, com o bem - estar da sociedade.

As conversas geradas nos grupos também merecem ser lembradas como fatos positivos. Ouviam-se colocações e depoimentos muito importantes e interessantes. Foi-lhes sugerido que anotassem as ideias que surgiam para serem discutidas no momento da socialização. Novamente, ressalta-se o respeito entre os colegas do grupo e em relação às opiniões de cada um. Para Porto; Ramos; Goulart (2009), essa troca de experiências no grupo é válida, pois o aluno organiza seu pensamento falando, escutando, analisando, concluindo, colocando suas ideias, perguntando, justificando, argumentando e avaliando.

Uma questão surgida em um dos grupos que merece ser lembrada é em relação aos veículos com motor biocombustível (flex). A maioria dos integrantes afirmava que a economia é o fator decisivo ao se abastecer com esse tipo de biocombustível. Já, alguns defendiam que o acréscimo de até 25% de etanol à gasolina reduz consideravelmente a emissão de gás carbônico, motivo pelo qual os condutores abastecem com esse biocombustível. Outros comentavam que, mesmo reduzindo a emissão de CO₂ e o custo ser menor, o rendimento do motor não é o

mesmo e nada disso adianta, pois o que realmente importa é a potência do motor. A discussão estendeu-se por um bom tempo. Argumentavam das mais variadas formas e se utilizavam de muitos conhecimentos para defender a sua opinião. Cabe ressaltar que o debate era tranquilo e defendiam seus argumentos com ponderação e respeito.

Outro comentário feito em um dos grupos foi em relação à exploração dos cortadores de cana que sofrem com a falta de cumprimento da Legislação trabalhista e com a exposição de risco à saúde devido às intoxicações pelos produtos químicos e problemas respiratórios gerados pela queima da palha. Ainda conversaram sobre a exploração infantil nos canaviais onde muitas crianças ficam mutiladas, sofrem de desnutrição e excesso de cansaço físico.

O meio ambiente é um tema transversal a ser explorado nas diversas disciplinas e níveis de ensino. O currículo deve ser organizado de tal maneira a proporcionar oportunidades para que os estudantes possam se utilizar dos conhecimentos sobre ele, entender o seu cotidiano e nele atuar. Nesta pesquisa, a questão ambiental foi incorporada à prática pedagógica com o propósito de sensibilizar o aluno a agir de maneira responsável, preservando o ambiente no presente e para o futuro.

A perspectiva ambiental deve remeter os alunos à reflexão sobre os problemas que afetam a sua vida, a da sua comunidade, a de seu país e a do planeta. Para que estas informações os sensibilizem e provoquem o início de um processo de mudança de comportamento, é preciso que o aprendizado seja significativo, isto é, os alunos possam estabelecer relações entre o que aprendem e sua realidade cotidiana, e o que já conhecem (BRASIL, 1998, p. 189).

Nesse dia, a professora sentiu-se um pouco frustrada, pois estava muito motivada ao propor um debate com a participação de todos, mas isso não foi possível haja vista apenas cinco alunos terem lido os textos em casa. O argumento dos demais foi a falta de tempo, alegando compromissos familiares e cansaço. Aproveitou-se o fato para comentar o comprometimento de cada um em relação às atividades propostas, as quais teriam contribuído com a construção do

conhecimento. Logo, ficou decidido que a discussão deveria ocorrer para valorizar aqueles que leram e realizaram a tarefa.

Inicialmente, foram analisados os títulos dos textos e a sua fonte, além do cuidado especial necessário ao se retirarem materiais da internet por nem sempre serem confiáveis. Esclareceu-se que ambos os textos provinham de *sites* considerados seguros. O debate começou com a colocação dos alunos da síntese da leitura da cartilha “Etanol uma atitude inteligente”, retirado do endereço eletrônico <http://www.etanolverde.com.br> (ANEXO 2). O primeiro dado relatado foi que o Brasil é um dos países do mundo que combina uma ampla frota de veículos com motor biocombustível (flex) que possui regulagem para queimar a gasolina e o álcool. Ressaltou-se que existem estudos e testes para que aviões que pulverizam plantações, motocicletas e ônibus comecem a utilizar o etanol como combustível. Uma estimativa apresentada no texto em que a substituição de um ônibus a diesel por modelos movidos a álcool reduziria a emissão de gás carbônico em cerca de 96 mil toneladas por ano mereceu destaque. Outro foi que, no ciclo completo do etanol, a emissão do CO₂ é de 89% menor que a da gasolina e polui menos o ar do que os derivados de petróleo por não conter certos poluentes, como o benzeno, que são prejudiciais ao meio ambiente e à saúde. Segundo a cartilha, em relação a outras culturas, a produção de cana - de - açúcar requer uma pequena quantidade de defensores agrícolas e várias pragas são combatidas sem agrotóxicos por meio de controle biológico. A erosão também é pequena, uma vez que o solo fica coberto com vegetação a maior parte do tempo.

Fez-se uma análise a fim de verificar se a expansão do cultivo do etanol poderia prejudicar a Amazônia. Constatou-se que não, pois as condições de clima e solo na Floresta não são favoráveis à cultura econômica da cana -de - açúcar e a distância dos mercados consumidores é muito grande. A cartilha também apresenta algumas vantagens do etanol sobre a gasolina, como o preço, maior potência, força de arranque, velocidade e benefício ambiental. Os alunos destacaram que a entidade que auxilia e defende os produtores de cana no Brasil é a UNICA (União da Indústria de Cana – de – Açúcar), que tem o compromisso voltado ao

aperfeiçoamento das práticas trabalhistas. Novamente foi comentado que no Brasil são usados dois tipos de etanol: o hidratado, com até 5% de água, que abastece os automóveis flex, e o anidro, com até 0,5% de água, misturado na gasolina numa proporção de 20% a 25%. Acrescentaram também que todas as usinas de açúcar e etanol já são autossuficientes em energia elétrica que é gerada pela queima da biomassa, no caso, o bagaço e a palha da cana -de – açúcar em caldeiras de alta pressão.

A Resolução ANP (Agência Nacional do Petróleo) nº 9, de 7 de março de 2007 (BRASIL, 2007), estabelece ações que contribuem para com a proteção dos interesses dos consumidores quanto a preço, qualidade e oferta de vários produtos, inclusive do etanol. Regulariza normas em relação à necessidade de se estabelecerem procedimentos de controle da qualidade dos combustíveis automotivos líquidos de modo a proporcionar maior garantia de qualidade ao consumidor. Ela também descreve o procedimento da experiência de se calcular o teor de álcool na gasolina e sugere como proceder com o cálculo para se chegar a essa porcentagem. Essa lei foi estudada e discutida com os alunos, pois beneficia diretamente o consumidor.

O outro texto, “Biocombustível, o mito do combustível limpo”, retirado da revista Química Nova na Escola, nº 28, maio 2008 (ANEXO 1), aborda questões ambientais relevantes à produção e uso do etanol, que, na maioria das vezes, não é divulgada nos meios de comunicação. A turma destacou que o texto faz um alerta em relação ao álcool e ao biodiesel e desmistifica a consideração de combustíveis limpos e que, ao fazermos uso destes, continuamos emitindo agentes que alteram as condições do ecossistema na atmosfera, poluindo nossos rios, cidades, florestas e campos. O mesmo cita também que o balanço de carbono é igual a zero pela atmosfera, pois sua emissão durante a queima na forma de dióxido de carbono volta a se fixar novamente no vegetal em seu crescimento pelo processo da fotossíntese, ou seja, o carbono completa seu ciclo biogeoquímico. Desta forma, se considerar o balanço de carbono, o biocombustível pode ser considerado um combustível limpo e conveniente ao meio ambiente.

Mas o texto, segundo os relatos dos alunos, faz uma análise mais aprofundada. Ressalta que existem outros elementos envolvidos na produção do etanol e exemplifica que o potássio, o enxofre, o nitrogênio e o fósforo são os principais elementos envolvidos no processo do crescimento de um vegetal e são incorporados ao solo em forma de adubos. Dos elementos citados, o nitrogênio possui um balanço positivo no ciclo biogeoquímico e, portanto, merece mais atenção. Eles salientaram que o ser humano dobrou a quantidade de nitrogênio ativo no ambiente, nitrogênio este que, com atividade química e biológica, possui potencial para modificar as propriedades físicas do ambiente. Ele também é responsável por provocar problemas ambientais locais e regionais, como a chuva ácida, a contaminação de águas e com grande possibilidade de afetar a biodiversidade das florestas.

Eles comentaram que esse nitrogênio ativo é formado ou transportado pela água da chuva, ação de microorganismos no solo, transformando parte do adubo em gases, produção de nitrogênio ativo por bactérias existentes nas raízes das leguminosas e com a formação de gases nitrogenados a partir da combustão de qualquer combustível. Também citaram que o excesso de nitrogênio ativo na água favorece o crescimento de muitas algas e outras plantas e que estas produzem compostos tóxicos para os peixes e animais.

Outro fato destacado pelos alunos foi que os problemas ambientais de caráter global, como o buraco da camada de ozônio e o aquecimento global, ganham maior destaque nos meios de comunicação, enquanto que os locais e regionais não são considerados tão importantes e, muitas vezes, esquecidos. Também foi enfatizada a forma como esses compostos de nitrogênio afetam o ambiente em escala local e regional e que os impactos não são discutidos na mídia e assim a população desconhece sua ação negativa ao ambiente.

Para encerrar o estudo, analisaram as considerações finais do segundo texto discutido. A sugestão é de que esse tipo de discussão seja abordada em sala de

aula de forma integrada a outras disciplinas. Ao comentarem o trabalho realizado, um aluno destacou que, para a professora, torna-se mais difícil trabalhar assim e expressou-se:

Aluno 11 – *“Profe, você precisa saber um pouco de cada coisa”*.

A partir do relato acima, é possível compreender porque muitos professores sentem-se receosos em trabalhar de maneira interdisciplinar. Esta contempla a abertura de espaço para discussão e debate sob diferentes enfoques e áreas, mas é imprescindível que o docente esteja preparado com muita leitura, pesquisa e conhecimento. Acredita-se que o prazer pelo estudo deva estar evidente no professor, caso contrário, ele terá dificuldades ao tentar transmiti-lo ao aluno. Também se pode pensar que a sua formação prática e teórica contribui para uma melhor qualidade do ensino. Para Japiassu (1976), o professor deve assegurar sua educação permanente e sua formação geral através de uma reciclagem continuada das atividades para manter-se atualizado. Perrenoud (2000) cita que administrar sua própria formação continuada é uma das dez competências para ensinar. E ainda completa:

[...] o exercício e o treino poderiam bastar para manter competências essenciais se a escola fosse um mundo estável. Ora, exerce-se o ofício em contextos inéditos, diante de públicos que mudam em referência a programas repensados, supostamente baseados em novos conhecimentos, até mesmo em novas abordagens e novos paradigmas. Daí a necessidade de uma formação continuada [...] (PERRENOUD, 2000, p. 155).

Fazenda (1993a) também destaca que as instituições de ensino não preparam os professores para trabalhar de forma interdisciplinar, por isso muitos sentem insegurança frente à proposta de ensino de integrar as disciplinas. Nesello também ressalta a importância dessa atualização permanente:

É consenso que o professor necessita estar periodicamente se atualizando, porém, a qualificação não está fazendo a diferença na aprendizagem dos alunos. Para evidenciar a eficiência de um trabalho interdisciplinar é recomendável que o professor tenha uma formação continuada, tendo como foco o trabalho em sala de aula, para que possa promover características contextuais e interdisciplinares, configurando uma aprendizagem constituída por saberes articulados entre si (NESELLO, 2010, p. 24).

Ao serem questionados em relação à visão que tinham do etanol antes e depois da realização da pesquisa, um aluno colocou o que sabia sobre o etanol:

Aluno 7 – “*Fórmula estrutural, fórmula molecular,...*”.

Ao relatar que a fórmula molecular e a estrutural eram a única visão que tinha do etanol antes da pesquisa, o aluno surpreendeu a pesquisadora. A função álcool já havia sido trabalhada com a turma, mas de uma forma diferente: somente com a estrutura da cadeia carbônica e nomenclatura, o que não proporcionou as discussões como as que foram feitas nesse momento.

Apesar de não ter a participação efetiva da turma nesse debate, este foi bastante produtivo. Aqueles que não leram, ouviram as colocações dos colegas e respeitaram o momento. Percebe-se que o professor precisa estar preparado para contornar situações que não ocorrem conforme o esperado, havendo a necessidade de reorganizar a aula para um melhor aproveitamento. A pesquisadora julga importante propor esse tipo de atividade, pois contribui para com a formação do aluno, que também é defendida por Demo:

[...] a importância do “método da discussão”, para auxiliar os estudantes a aprenderem a pensar, para avaliar a lógica e a evidência de suas posições, para dar oportunidade de formular aplicações de princípios, para ajudar a tornarem-se conscientes dos problemas e a formá-los, para usar recursos do grupo, para ressaltar o valor da informação e da teoria acima do senso comum (DEMO, 2000, p. 28).

A riqueza de informações dos textos proporcionou a sua discussão sob vários pontos de vista. Mereceram destaque a economia, as questões ambientais, agricultura, os meios de comunicação, o aquecimento global, o efeito estufa, o ciclo do carbono e do nitrogênio, entre outras abordagens. Nessa aula, houve interdisciplinaridade, pois vários assuntos foram debatidos e sob vários pontos de vista. Ela supera a relação baseada na transmissão do saber de uma matéria ou disciplina para uma relação de construção do conhecimento (FAZENDA, 2002). Também pode proporcionar trocas de informações e críticas, contribuindo com a reorganização do meio, favorecendo a transformação da sociedade e do homem (JAPIASSU, 1976).

Nessa manhã, a pesquisa também ganhou destaque, pois precisaram ler, debater, discutir, refletir e opinar sobre o assunto. “Argumentar, fundamentar, questionar com propriedade, propor e contrapor são iniciativas que supõem um sujeito capaz. Esta individualidade é insubstituível”(DEMO, 2005, p. 19). Outra vantagem da pesquisa descrita por Japiassu é o fato de que ela permite a “[...] superação do fracionamento tradicional do saber em ramos isolados e sua transmissão apenas pelo canal das disciplinas estabelecidas [...]” (JAPIASSU, 1976, p. 162). Portanto, assumir a prática da pesquisa em sala de aula implica acreditar numa realidade em constante transformação e na possibilidade de modificá-la pela participação ativa dos envolvidos por meio de propostas criativas e inovadoras.

Passados alguns dias, ocorreu a socialização da atividade 9 (APÊNDICE 6), proposta na prática onde se analisou o teor de álcool na gasolina. A atividade consistia em fazer uma pesquisa nos postos de combustíveis ou em outras fontes sobre o preço do etanol no ano de 2011. Coletados os dados, eles deveriam construir o gráfico de linhas e de barras. Durante esse tempo, percebeu-se o empenho de alguns grupos, pois questionavam a professora quanto à construção de gráficos, alegando que tinham esquecido como era feita. Também comentavam que não se lembravam da diferença do gráfico de barras do de linhas.

A professora percebeu que estava havendo empenho na pesquisa quando o gerente de um dos postos de combustíveis do bairro comentou que estava, a pedido de um menino da escola, realizando uma busca no computador do posto para encontrar o preço do etanol nesse ano de 2011. Outros demonstravam seu comprometimento mostrando à professora a coleta dos dados da pesquisa, que continha a identificação do posto onde havia sido realizada.

Ao ouvir o relato do gerente do posto de combustíveis e dos grupos, a professora ficou muito satisfeita em ter proporcionado a atividade. Para Demo (1993), as práticas educativas devem ser montadas no contexto da pesquisa para que dela se gere o conhecimento. A partir dos dados com os preços do etanol, foi possível avaliar em que meses ocorreu a maior elevação de preços e quais os fatores que

contribuíram para os referidos aumentos. Essa análise foi possível porque eles tiveram acesso a várias fontes de pesquisa como internet, jornal, televisão, revista, entre outras. Pelos relatos, a internet e a entrevista com os gerentes dos postos de combustíveis foram as fontes de informações que eles mais utilizaram. Um grupo relatou que buscou dados em uma reportagem de um jornal da região, do mês de maio de 2011, que reportava quanto e o porquê do aumento do etanol nesse mês.

Nessa manhã, antes de ocorrer a socialização, um aluno argumentou que houve pouco tempo para a realização da pesquisa. Antes mesmo de a professora apresentar uma justificativa, os colegas discordaram, afirmando que foi suficiente, ele é que não tinha se organizado. Essa colocação levou-a a refletir sobre o tempo que lhes vinha sendo concedido para a realização das atividades extraclasse. Considerou que muitos trabalhavam no turno oposto ao da aula e que outros estavam se preparando para o vestibular. Logo, decidiu que, para as próximas tarefas, seria disponibilizado um maior, mesmo que muitos da turma não considerassem isso necessário. Outra questão que vários grupos colocaram à professora foi em relação à maneira de organizar o gráfico, pois, durante o mês, ocorreram várias oscilações de preço. Comentou-se que poderiam fazer uma média mensal ou representar os diferentes valores. Alguns grupos optaram por fazer a média mensal, enquanto outros representaram todos os valores.

A seguir, a apresentação da tabela (Tabela 1) e os gráficos (FIGURA 12) elaborados pelo grupo 1 que optou por fazer uma média mensal da variação do preço do etanol nos meses de janeiro a setembro:

Tabela 1: Valores dos preços do etanol no período de janeiro a setembro de 2011.

Mês	Preço 1 (R\$)	Preço 2 (R\$)	Preço 3 (R\$)	Média (R\$)
Janeiro	2,22	2,25	2,32	2,26
Fevereiro	2,25	2,35	2,42	2,34
Março	2,67	2,77	-	2,72
Abril	2,80	2,86	2,89	2,85
Mai	2,86	2,78	2,68	2,77
Junho	2,42	2,42	2,42	2,42

Julho	2,42	2,42	2,42	2,42
Agosto	2,42	2,42	2,42	2,42
Setembro	2,42	2,42	2,42	2,42

Fonte: da autora

Gráficos de coluna e linha, respectivamente, representando a média dos preços de etanol durante os meses de janeiro a setembro de 2011.

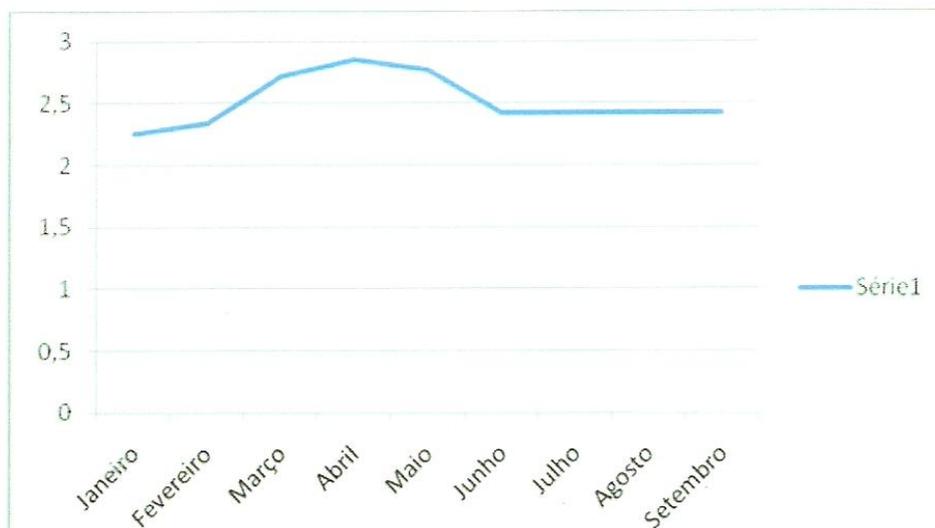
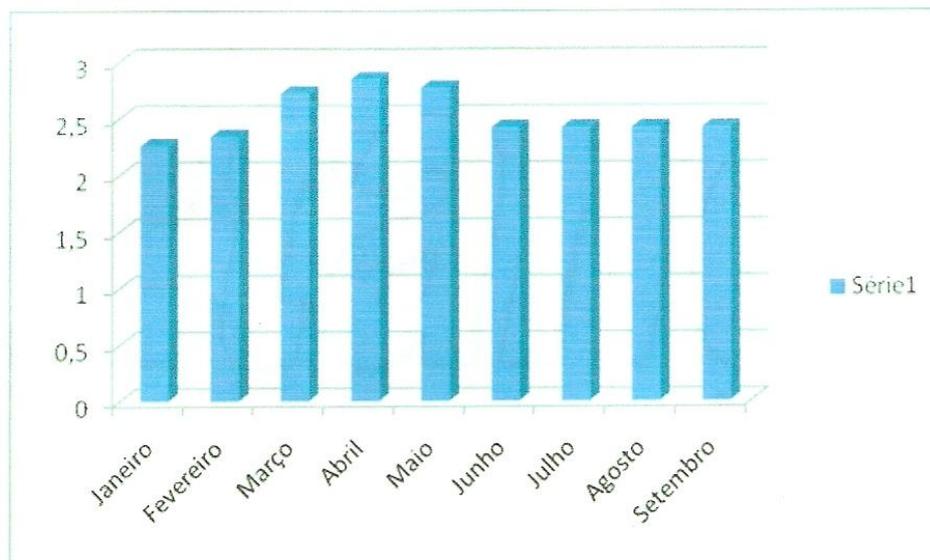


Figura 12: Gráfico de coluna e de linha, respectivamente, do preço médio do etanol nos meses de Janeiro a Setembro de 2011.

Fonte da autora.

O grupo 2 preferiu colocar todos os valores dos preços do etanol coletados, para assim avaliar o comportamento durante o período de janeiro a outubro. Nas FIGURAS 13 e 14, os gráficos de barra e de linha gerados.

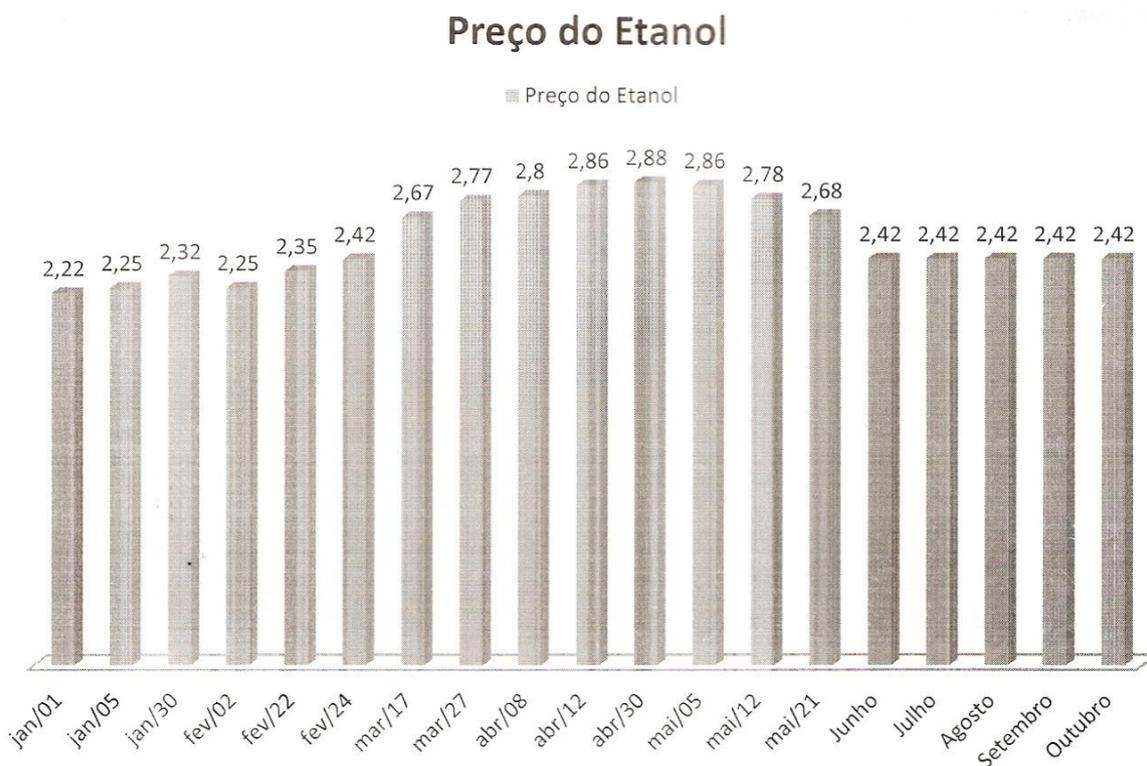


Figura 13 Gráfico de coluna do comportamento do preço (R\$) do etanol de Janeiro a Outubro 2011.
Fonte: da autora

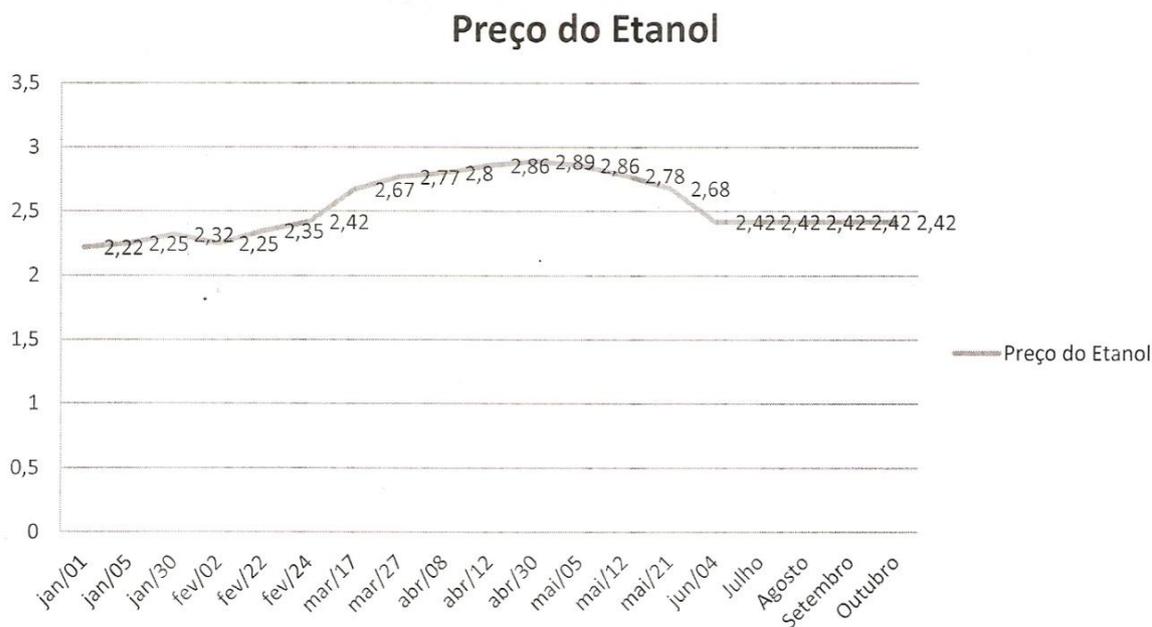


Figura 14: Gráfico de linhas do comportamento do preço (R\$) do etanol de Janeiro a Outubro 2011.
Fonte: da autora

Todos construíram os gráficos no programa Microsoft Excel®, uma importante ferramenta para o ensino. Ao serem questionados sobre o porquê da utilização desse recurso, justificaram que se torna mais fácil, além de ficar mais apresentável e em proporções exatas.

Em uma análise realizada com os alunos, destacou-se que o preço do etanol foi semelhante em todos os postos de combustíveis e que nos meses de março, abril e maio ocorreu a maior elevação nos pesquisados. Pelo comportamento dos preços, percebeu-se que, de janeiro a maio de 2011, os valores aumentaram e no mês de junho teve uma pequena queda, que se manteve até outubro. Em determinados meses do ano, o etanol usado como combustível quase alcançou o preço da gasolina. Alguns fatores foram citados para justificar essa oscilação, como efeitos climáticos adversos, alta no preço do açúcar e a entressafra da cana-de-açúcar. Comentou-se que, com a valorização do preço do etanol, a solução para gastar menos seria avaliar o desempenho do automóvel com gasolina e com álcool e depois verificar qual seria mais vantajoso para abastecer o veículo.

Nesse trabalho, todos os grupos realizaram a atividade e mostraram-se empolgados e motivados. Com a pesquisa, o aluno se assume como sujeito crítico e criativo que encontra no conhecimento a ferramenta mais potente de inovação (Demo, 2005):

A aula que apenas repassa conhecimento, ou a escola que somente se define como socializadora de conhecimento, não sai do ponto de partida, e, na prática, atrapalha o aluno, porque o deixa como objeto de ensino e instrução. Vira treinamento. É equívoco fantástico imaginar que o “contato pedagógico” se estabeleça em ambiente de repasse e cópia, ou na relação aviltada de um sujeito copiado (professor, no fundo também objeto, se apenas ensina a copiar) diante de um objeto apenas receptivo (aluno), condenado a escutar aula, tomar notas, decorar, e fazer provas (DEMO, 2005, p. 7).

4.3 Energia Hidrelétrica

O dia iniciou com um lindo sol e temperatura agradável. Manhã perfeita para desfrutar as belezas e encantos da natureza e fazer um passeio em meio à mata verde. A motivação dos alunos em relação à visita programada para a ocasião foi percebida quando, às 7 horas e 10 minutos, ligaram para a professora:

Aluno 2: *“Já estamos todos aqui na sala. Só falta você. Vem logo, pois estamos ansiosos para chegar lá”.*

Tamanha empolgação seria apenas pela viagem até a uma hidrelétrica? Provavelmente, sim. Nessa manhã, a visita foi à PCH (Pequenas Centrais Hidrelétricas), o Salto do Forqueta localizada no curso do Rio Forqueta entre os municípios de Putinga (margem esquerda) e São José do Herval (margem direita). A mesma foi orientada por um representante da Certel (Cooperativa Regional de Eletrificação Teutônia Ltda) e um técnico em usinas hidrelétricas e teve duração de uma hora e meia. Iniciou com uma breve explanação do representante da Certel ressaltando a importância da nossa presença, haja vista que todos os que ali estavam eram associados da Cooperativa e desfrutavam, em suas residências, da energia fornecida pela mesma. Os primeiros locais apreciados foram o reservatório e

a barragem. Naquele, os alunos tiveram a oportunidade de conhecer alguns dados importantes, ressaltados pelo técnico e relatados abaixo:

- Barragem de aproximadamente 180 m (metros) de comprimento feito de concreto ciclópico;
- Altura do vertedouro de aproximadamente 25 m;
- Largura máxima da base da barragem de aproximadamente 27 m;
- Área alagada total do reservatório de aproximadamente 35 hectares;
- Largura máxima do reservatório de 180 m e profundidade média de 16 m;
- Vazão remanescente de 0,25 m³/s.

Após a explanação de dados importantes do processo de geração de energia da Cooperativa, os estudantes interrogaram o técnico sobre o boato que havia sido divulgado na Região, em 2010, referente à enchente que inundou a cidade do município de Marques de Souza. Segundo o relato de um aluno, na época, houve comentários de que a inundação tomou tal proporção porque foram abertas as comportas da barragem e que a cheia a teria derrubado. O fato foi esclarecido, ou seja, o motivo não foi esse, mas sim devido ao tamanho da inundação, que foi catastrófica e atingiu vários municípios, inclusive, Marques de Souza. A Certel também teve muitos prejuízos, pois a casa de força foi toda invadida pela água. Por motivo de segurança, fecharam-se as janelas dessa construção com concreto e as entradas, como portas e portões, foram trocadas por materiais mais resistentes para a melhor segurança dos equipamentos e máquinas.

Prosseguindo a visita, os alunos demonstraram curiosidade em conhecer o canal ictiofauna, ou melhor, o caminho que permite que as várias espécies de peixes que ali vivem subam e desçam da barragem. Esse momento foi muito emocionante e eles não estavam preparados para tal aventura. Necessitaram descer uma longa escada, de altura considerável, passar por dentro da barragem por um corredor sombrio e um tanto sufocante. Mas, no final, estavam felizes, pois muitos superaram suas fobias de altura, escuro e ambientes fechados.

Segundo relato do técnico, o conhecido canal dos peixes foi uma construção que exigiu muito das pessoas responsáveis. Não se sabia qual era a melhor maneira de fazê-lo e se realmente os peixes iriam se adaptar a esse caminho. Outra função do canal também é fazer com que o leito do rio, após a barragem, permaneça com água.

Dando continuidade, conheceu-se outra parte da hidrelétrica, a tomada d'água, que tem como objetivo recolher a água do reservatório e levá-la por meio de um túnel até a turbina. No início desse canal, há uma grade que impede a entrada de resíduos - madeiras, galhos, folhas, plásticos e outros materiais. O túnel escavado entre rochas tem aproximadamente 4 m de diâmetro e 127 m de comprimento e termina na chaminé de equilíbrio, cuja função é controlar as oscilações de pressão decorrentes de variações da vazão causadas por alguma perturbação, voluntária ou involuntária. Da chaminé, sai uma tubulação feita de aço e alto teor de cobre, levando a água até a turbina.

A última parte da visita foi conhecer a casa de força onde estão instalados os equipamentos que produzem a energia. Essa hidrelétrica opera com duas turbinas e dois geradores responsáveis pela produção da eletricidade. As primeiras são formadas por uma série de pás ligadas a um eixo que é ligado ao gerador. Na ocasião, somente uma delas estava em funcionamento. Conforme explicação do técnico, a força da água sobre as pás produz um movimento giratório do eixo da turbina. O gerador a ela acoplado é composto por um ímã e um fio bobinado. O movimento do eixo da turbina produz um campo eletromagnético dentro do gerador, produzindo a eletricidade.

Por fim, a energia elétrica produzida é conduzida até a subestação transformadora elevadora, que, com auxílio de um transformador, eleva a tensão primária de 6600 Volts para tensão secundária de 69000 Volts. A energia é encaminhada para outra subestação instalada no município de Canudos do Vale e, a partir desse ponto, distribuída na rede. Segundo dados repassados, a que é produzida nessa hidrelétrica é suficiente para abastecer mais de 10000 famílias.

Outra questão discutida durante a visita foi em relação aos impactos ambientais causados com a instalação da hidrelétrica. Segundo relato, a Certel, em parceria com o Centro Universitário Univates, desenvolveu programas de educação ambiental, orientando os envolvidos na obra, moradores próximos da área de inundação, com estudantes buscando informá-los sobre a importância do manejo de organismos da Região. Outro cuidado especial é com o salvamento da flora e fauna, com o resgate e realocação de plantas e monitoramento da fauna. O reflorestamento das margens ciliares do Rio Taquari e a distribuição de mudas de espécies nativas foram ações que evidenciam a preocupação com a reposição florestal.

No fluxograma a seguir (FIGURA 15), é possível localizar os espaços visitados e a localização de cada um:



Figura 15: Etapas do processo de geração de energia elétrica na PCH Salto do Forqueta.
Fonte: Folder de divulgação da Empresa Certel distribuído durante a visita.

Durante o retorno da viagem, os alunos comentaram que acharam a hidrelétrica um pouco diferente do que imaginavam. Eles pensavam que fosse um

reservatório maior e que a turbina e o gerador ficassem junto à barragem. Pelos relatos, todos aprovaram a visita, pois o técnico explicou com muita clareza o funcionamento da hidrelétrica. A única que ficou vaga foi em relação à questão ambiental, já que técnico em usinas não explicitou todos os detalhes. Diante disso, percebeu-se uma característica marcante da turma: a valorização das atividades e oportunidades que lhes foram proporcionadas, pois aproveitaram cada momento da visita para sanar dúvidas, fazer perguntas, anotações e registros por meio de fotografias e gravações. Esse comprometimento para com a aprendizagem e o empenho em realizar o que foi proposto são motivos pelos quais a série foi escolhida.

Como a professora, em outra oportunidade, já havia visitado a hidrelétrica, comentou, antes da viagem, em sala de aula, alguns aspectos importantes que deveriam ser observados enquanto lá estivessem. É necessário que, ao proporcionar uma saída a campo, o professor conheça o lugar antecipadamente para orientar os alunos sobre aspectos e momentos que precisam ser melhor observados (PORTO; RAMOS; GOULART, 2009). Ainda ressaltam que essas saídas permitem a integração do aluno com o ambiente, possibilitando-lhe o desenvolvimento de atitudes de preservação e cuidados perante a natureza.

O questionamento feito por um aluno ao técnico de usinas sobre as causas da enchente ocorrida em Marques de Souza demonstrou que eles já tinham algum conhecimento a respeito da existência dessa hidrelétrica. Um segundo comentou que a causa da cheia teria ocorrido pela abertura de uma das comportas da barragem. Diante de tais colocações, o técnico os levou até o local e lhes mostrou que não havia comporta, mas uma barragem fixa. Em seguida, explanou os estragos causados pelo fenômeno na barragem e também na casa de máquinas, momento em que, com argumentos, declarou não terem sido os responsáveis pelo fato. O aluno que iniciou a discussão reconheceu que a visita tinha sido válida e ficou convicto de que a inundação da cidade não havia sido causada por uma falha na operação da hidrelétrica, mas sim um desastre natural.

Ao observarem o canal ictiofauna, demonstraram desconfiança em relação à migração dos peixes para a parte de cima da barragem. Afirmaram que só teriam certeza de que isso realmente acontecia no momento em que vissem um peixe subindo ou descendo pelo canal. O técnico comentou que isso seria muito difícil de observar em tão pouco tempo, mas que regularmente é feito o controle das espécies e quantidades de peixes. Também foi justificada a necessidade do uso do referido canal para a reprodução dos mesmos e para a sobrevivência na parte superior e inferior da barragem.

Enquanto observavam, os alunos faziam associações entre o que já sabiam de uma hidrelétrica com a que estava sendo visitada. Tentavam relacioná-la com a de Itaipu - PR, pois muitos já a conheciam. Número de turbinas, estrutura e organização eram comparados. *“Aqui só tem duas turbinas. Na hidrelétrica de Itaipu acho que tem 18 ou 20. Esta é bem menor e provavelmente por isso é conhecida como PCH”* foram uma das comparações feitas por um educando no momento em que viu a casa de máquinas.

É importante destacar que a o convívio entre a professora e os alunos tornou-se mais amigável durante esta pesquisa. Muitos foram os momentos e atividades que proporcionaram uma relação voltada ao companheirismo e à amizade. Em vários ocasiões, os estudantes se comunicavam com a professora pelo telefone, *Windows Live Messenger (msn)*, rede social *orkut* e *e-mail* para combinar atividades, tirar dúvidas e pedir sugestões de lugares para pesquisa, o que antes não era comum acontecer. Porto; Ramos; Goulart (2009) citam que “A relação professores e alunos fora do ambiente formal da sala de aula pode contribuir para criar cooperações agradáveis, produtivas e companheirismo” (PORTO; RAMOS; GOULART 2009, p. 42).

No planejamento da avaliação da atividade envolvendo a visita à hidrelétrica, pensou-se em várias maneiras de realizá-la, dentre elas, relatório, seminários, desenhos, apresentações, e outros. A escolha deu-se pela divisão da turma em três grupos e cada um recebeu um pedaço de papel pardo, canetinhas, giz de cera e

lápiz de cor. Solicitou-se que eles representassem a hidrelétrica Salto do Forqueta no papel da forma que achassem mais conveniente, utilizando os materiais fornecidos. O cartaz deveria traduzir de forma clara a infraestrutura e o funcionamento da hidrelétrica e também conter a descrição dos conteúdos/assuntos relacionados à hidrelétrica que haviam sido anteriormente estudados em todas as disciplinas. Após a sua elaboração pelos grupos, estes os apresentariam à turma.

A escolha por esse método deu-se porque o trabalho em grupo e sua apresentação podem proporcionar discussões e trocas de ideias entre os alunos que, provavelmente, não ocorreriam na avaliação em forma de relatórios ou prova individual. A turma demonstrou entusiasmo na realização das tarefas, pois, além de ser uma atividade em equipe, foi proporcionado tempo para ser feito durante o horário de aula.

O início do trabalho foi bem tumultuado, pois começaram a discutir e analisar qual e como seria a melhor maneira de ocupar bem o espaço no papel pardo. Os três grupos optaram por representar a hidrelétrica com desenhos. Utilizaram fotos e folders recebidos no dia da visita a fim de fazer o desenho da maneira mais real possível. Enquanto uns desenhavam, outros iam relembrando conteúdos que estabeleciam alguma relação com a produção de energia a partir do potencial das águas. Ao se perceber que estavam utilizando livros didáticos de Biologia, História e Geografia, questionou-se o porquê desse apoio. Alegaram saber que já haviam estudado o assunto, mas não recordavam como estabelecer essa relação. Assim, utilizando o livro, poderiam ler novamente e escrever de forma mais clara no cartaz.

Notou-se que dois alunos não estavam envolvidos na atividade. Tentou-se, por várias vezes, motivá-los e colocar a importância do trabalho, mas nada fez com que mudassem de ideia. Quando questionados sobre tal postura, relataram estarem cansados, pois, na noite anterior, dormiram muito tarde. Mesmo com o trabalho em “ritmo acelerado”, não foi possível concluir a tarefa. Logo, ficou combinado que, na aula seguinte, seria disponibilizado mais um período para a conclusão e, logo após, a socialização.

A proposta de trabalho de confeccionar um cartaz para socializar o funcionamento da Hidrelétrica Salto do Forqueta foi apreciada por todos. Ouve a participação dos integrantes do grupo no momento de decidir sobre qual a melhor forma de organizá-lo, como seria feito, o que se colocaria, o tamanho, entre outras combinações importantes. Durante toda a tarefa, o coleguismo foi observado como algo muito positivo entre os alunos. Essas interações nas atividades escolares são defendidas por Vygotsky e reescritas por Oliveira (2004), reafirmando que elas provocam intervenções no desenvolvimento do aluno. Segundo ele, os grupos são sempre heterogêneos quanto ao conhecimento já adquirido em várias áreas e um aluno que é mais avançado em determinado assunto pode auxiliar e contribuir para com o desenvolvimento das outras.

Nesta pesquisa, o aluno parecia sentir-se parte integrante do processo de construção de conhecimento, sendo, portanto, autor da sua aprendizagem. Trabalhar positivamente a sua autoestima é uma necessidade para que possa emergir como sujeito hábil por si mesmo e para com os outros e, ainda, desenvolver a autoconfiança e perceber-se capaz de dar conta de si como potencialidade histórica (DEMO, 1996).

Nesse instante, foi perceptível o entusiasmo que tinham ao realizar as tarefas propostas, pois havia trocas entre eles, busca por novos conhecimentos e pesquisa em livros por conteúdos que poderiam ser relacionados ao estudo da hidrelétrica. Da maneira que vinham sendo trabalhados os conteúdos antes da pesquisa, essas atitudes não eram comuns no decorrer das aulas; geralmente, estavam desmotivados, cansados e preferiam receber tudo pronto, ou, talvez, não eram desafiados a pesquisar, a buscar, a produzir, a pensar e a construir seu próprio conhecimento. Com esse trabalho, eles se sentiam motivados a participar e se deparavam com desafios constantemente, percebiam-se instigados e capazes de buscar e serem autores de sua aprendizagem. Freire (1996), em um de seus relatos, afirma que uma das tarefas mais importantes da prática educativa é proporcionar as condições em que os alunos, em suas relações uns com os outros, ensaiem a experiência profunda de assumir-se.

Assumir-se como ser social e histórico como ser pensante, comunicante, transformador, criador, realizador de sonhos, capaz de ter raiva porque capaz de amar. Assumir-se como sujeito porque capaz de reconhecer-se como objeto (FREIRE, 1996, p. 41).

A professora ao perceber que eles estavam pesquisando/revisando conteúdos em livros para relacioná-los com o estudo das hidrelétricas, ficou muito satisfeita. Ao invés de interrogá-la sobre quais as relações possíveis, eles, por iniciativa própria, iniciavam a busca. Isso se deve ao fato de que, desde o início da pesquisa e em todo o seu desenvolvimento, sempre foram alertados e motivados a construir o seu próprio conhecimento e de que a professora não é o portador de toda a sabedoria e sim um orientador e facilitador do processo de construção.

O papel do professor se restringe à criação de um ambiente “democrático”, onde não há hierarquia, pois busca estabelecer uma relação de simetria e igualdade com o grupo de alunos. É como se o professor tivesse que abdicar de sua autoridade e se contentar em atuar como árbitro ou moderador das desavenças surgidas no cotidiano e interferir o mínimo necessário, para não inibir “a descoberta, a criatividade, e o interesse [...]” (REGO, 1995, p. 91).

Pela manhã, ao entrar na sala de aula, a professora deparou-se com uma cena rara, pois os grupos estavam trabalhando no seu cartaz. Alguns pintavam, outros recortavam, uns escreviam e outros estavam folheando os livros para fazer os últimos apontamentos. O período inicial foi usado para esses ajustes, em que todos trabalharam os detalhes e combinaram a melhor forma de apresentação.

Ao sinal do primeiro período, teve início a organização para a socialização. Cada grupo fixou o seu cartaz nas paredes da sala de aula. Foram momentos muito produtivos. Os alunos realmente buscaram, em várias fontes, relações entre o estudo da energia hidrelétrica com conteúdos já estudados e assuntos de outras disciplinas. Afirmaram terem solicitado auxílio de professores de outras disciplinas e estes foram muito solícitos, revisando com eles assuntos já trabalhados.

A visualização dos três cartazes confeccionados mostra o empenho, esforço, cuidado e criatividade dos grupos. Pelos relatos, soube-se que alguns trabalharam na atividade fora do ambiente da escola, reunindo-se na residência de um colega

para concluir a tarefa. Nas FIGURAS 16, 17 e 18, é possível observar a criatividade dos cartazes.

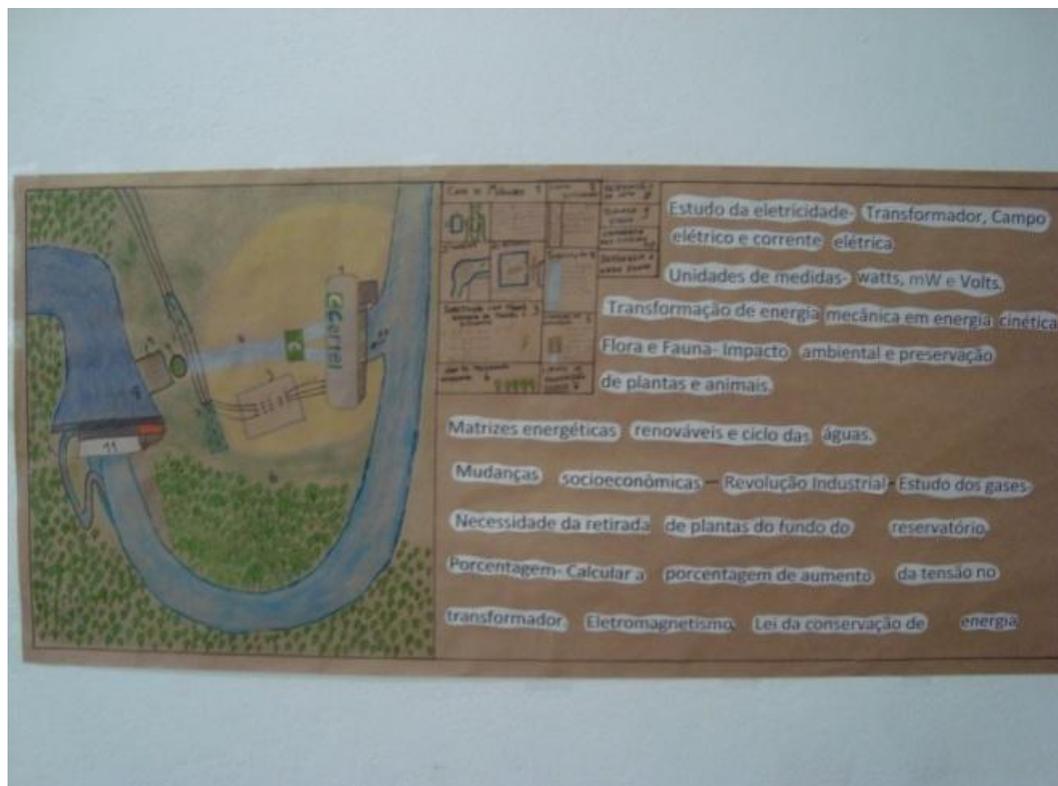


Figura 16: Cartaz da hidrelétrica elaborado pelo grupo 1
Fonte: da autora.

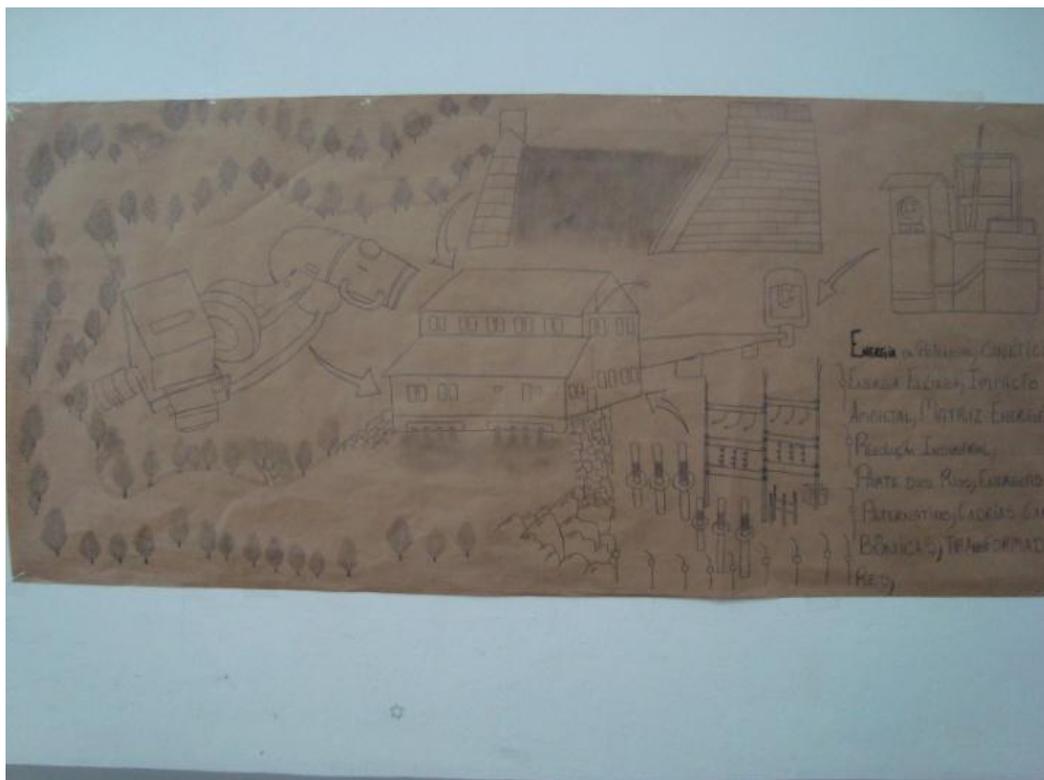


Figura 17: Cartaz da hidrelétrica elaborado pelo grupo 2
Fonte da autora.



Figura 18: Cartaz da hidrelétrica elaborado pelo grupo 3
Fonte: da autora.

A viagem à hidrelétrica aguçou a curiosidade dos alunos. Segundo depoimentos, após virem de perto como ocorre o processo de produção da energia que utilizam diariamente, tudo ficou esclarecido. Além disso, a partir dessa visita, abriu-se um “leque” para muitas discussões que ocorreram nesse dia, com troca de informações, discussão em relação a dúvidas que ainda possuíam sobre a hidrelétrica e comentários de como a imaginavam e como é o seu real funcionamento.

Inicialmente, tinha sido proposto que cada grupo apresentasse o seu cartaz, mas a discussão fluiu de tal forma que todos discutiam ao mesmo tempo e relatavam o que tinham pesquisado. Durante as colocações, percebeu-se que quando o assunto é do interesse do aluno, não é necessário pressioná-los a exporem suas opiniões.

Na socialização em grupo, detalharam o funcionamento da PCH Salto do Forqueta, relacionando cada etapa com o desenho do cartaz. Nesse momento, percebeu-se que alguns ainda não haviam compreendido como é o funcionamento dentro do gerador. A dúvida pode ter surgido porque a turma ainda não havia estudado o conteúdo eletromagnetismo. E a professora, antes de começar a explicação, foi surpreendida com a seguinte colocação de um dos alunos:

Aluno 10: “Inicia-se na tomada da água. A tubulação que leva esta água até a turbina. São duas turbinas. Também tem a chaminé de equilíbrio que controla a pressão quando as turbinas são desligadas. Dentro da casa de máquinas estão as duas turbinas que são movimentadas através da água. Esta água movimenta a turbina, que movimenta o eixo em movimento de rotação, que está acoplado ao rotor. Este gera um campo magnético através de ímãs gerando a energia elétrica”.

A partir da colocação, a professora reforçou como ocorre essa transformação de energia mecânica em energia elétrica dentro do gerador. Prosseguindo, eles relataram que essa energia elétrica é encaminhada à subestação de Canudos do Vale. Questionou-se qual o objetivo de se elevar a tensão e então afirmaram que era para evitar perdas na forma de energia térmica. Nesse instante, lembrou-se que,

quando uma corrente elétrica passa por um condutor, ele se aquece e que esse fenômeno é chamado efeito Joule. Ressaltaram também que o transporte dessa energia se torna mais fácil, pois, elevando a tensão, diminui-se a corrente elétrica.

Outro questionamento feito pela professora, que percebeu que os alunos se esforçavam e buscavam informações além daquelas que já haviam adquirido, foi em relação ao funcionamento do transformador. Ao perguntar como este funciona, obteve as seguintes respostas:

Aluno 11: *“O transformador funciona por magnetismo também... por espiras”*.

Aluno 10: *“A segunda bobina, o secundário que é de elevação de tensão, os fios são mais finos, mas a bobina é de uma quantidade imensa de fios”*.

Na oportunidade, também se estabeleceu uma relação entre o transformador visto na subestação da hidrelétrica com os dos postes perto das residências.

Quando solicitados para estabelecerem relações entre o estudo da energia hidrelétrica com os conteúdos já estudados, as colocações foram surpreendentes. Começaram destacando as transformações de energia potencial gravitacional para energia cinética que é a energia de movimento e esta, por sua vez, em energia elétrica.

Enfatizou-se também a questão dos impactos ambientais que ocorrem com a construção de uma hidrelétrica. A necessidade de se monitorar toda a fauna, a importância da realocação das plantas, a inevitável construção de um canal ictiofauna e o comprometimento com a reposição florestal. Um aluno também mencionou a importância de sabermos converter unidades de potência. Uma exemplificação melhor foi ao transformarem a potência da hidrelétrica que é de aproximadamente 6.000 kW (quilowatts) em W (Watts) e MW (megawatts).

Outro assunto abordado foi a matriz energética do Brasil. Cerca de 90% de toda a energia produzida provém da fonte hidrelétrica e isso é possível devido à grande quantidade de rios que o nosso país possui. Destacou-se também a

importância de a água dos rios estarem em níveis adequados em seus reservatórios para gerar energia. A energia hidrelétrica pode ser considerada uma fonte renovável, pois a água é uma matriz que não se esgota na natureza e seu ciclo é constante, renovando-se sempre. Nesse momento, ressaltou-se o papel do ciclo da água para o funcionamento permanente da hidrelétrica.

Os alunos foram questionados do porquê de a hidrelétrica visitada ser considerada uma PCH. Um que já havia pesquisado sobre isso relatou o seguinte:

Aluno 11: *“São consideradas PCH hidrelétricas que possuem um reservatório inferior a 3 km² e sua produção é de até 30 MW. Como a PCH Salto do Forqueta apresenta potência de 6,5 MW e seu reservatório abrange 34,6 hectares, é considerada uma PCH”.*

Professora: *“Mas 34,6 hectares são quantos km²?”.*

Após revisar unidades de transformação e unidades, concluiu-se que 3 km² corresponde a 300 hectares; logo, a hidrelétrica Salto do Forqueta se enquadra na categoria de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH).

Comentou-se que na construção dessa hidrelétrica não houve impactos consideráveis na economia, nos aspectos sociais e culturais da cidade e da região. Salientou-se que nos reservatórios ocorre a produção de quantidades consideráveis de gás metano e carbônico, gases que provocam o chamado efeito estufa. Essa produção é decorrente da decomposição de vegetais pré-existentes, ou seja, árvores que foram atingidas pela inundação na construção do reservatório; ação de algas no reservatório que emitem CO₂ e pelo acúmulo de nutrientes orgânicos nas barragens trazidos pela chuva e pelo rio. Aproveitou-se a oportunidade para revisar a fórmula moléculas desses dois gases.

Um aluno também ressaltou que em uma usina hidrelétrica a energia mecânica das quedas das águas é transformada em energia elétrica e obedece à Lei da Conservação da Energia, pois a energia pode ser transformada, porém, não pode ser criada nem destruída.

Abordaram também a importância da Revolução Industrial (1850-1900) para o surgimento das hidrelétricas. Uma aluna relatou que pesquisou e descobriu que na época do Fascismo e do Nazismo também surgiram muitas hidrelétricas, pois faziam parte do plano de governo. Nesse momento, a professora colocou à turma que não tinha conhecimento quanto ao assunto e não poderia opinar quanto à veracidade do mesmo.

Antes do término do debate, um aluno questionou:

Aluno 2: “*Se fosse fazer uma hidrelétrica no Taquari, onde seria feito?*”

A professora comentou que há estudos em andamento visando à instalação de hidrelétricas no Rio Taquari, o que seria discutido em aulas posteriores. Pelo relato, foi possível notar como a conversa fluia ao longo da manhã. Passaram-se três períodos e ninguém reclamou de sono, cansaço e preguiça. Todos estavam entusiasmados para apresentar o cartaz, falar das relações que conseguiram fazer com o conteúdo, tirar suas dúvidas, discutir, pensar e debater.

É importante descrever o que a professora presenciou ao entrar na sala na manhã seguinte. Todos os grupos estavam trabalhando no cartaz. Essa postura não era comum nos alunos, pois, em aulas anteriores à pesquisa, esperavam - na sentados no corredor para depois entrar. Era necessário chamá-los várias vezes para que o fizessem e pegassem seu material. Para Demo (2005), é importante motivar o aluno a desenvolver a sua autonomia, a sua capacidade de se expressar, de tomar iniciativa de construir seus espaços e de fazer-se sempre presente e participativo.

No relato do aluno - “*Esta água movimenta a turbina, que movimenta o eixo em movimento de rotação, que está acoplado ao rotor. Este gera um campo magnético através de ímãs gerando a energia elétrica*” -, notou-se a importância de, durante as aulas, serem proporcionados momentos onde o estudante possa se pronunciar. Como o conteúdo de eletromagnetismo ainda não havia sido trabalhado com a turma, a professora tinha a intenção de explicar sem interrogar se alguém

sabia como funcionavam o gerador e a turbina. Com a explanação do aluno citado anteriormente, precisou apenas complementar o assunto. Para Freire (1996), ensinar exige respeito aos saberes dos alunos. E ainda Demo alerta que os professores, raramente cultivam a ideia de saber questionar e, conseqüentemente, não deixam tempo para pensar.

Nessa atividade, especialmente na socialização, foi possível perceber que eles entenderam que a pesquisa tinha como proposta a interdisciplinaridade. Eram utilizados conhecimentos de diferentes áreas para explicar o funcionamento da hidrelétrica, a origem, os impactos, as vantagens e as desvantagens, entre outros fatores analisados. Buscaram conhecimentos na área da Biologia, Física, Química, Matemática, História, Geografia, Sociologia, entre outras. No ensino, o enfoque interdisciplinar pode possibilitar certa identificação entre o vivido e o estudado, permitindo a abertura de novos campos do conhecimento e de novas descobertas (FAZENDA, 2002).

Bochniak (1998), ao falar sobre a importância do professor assumir-se como sujeito pesquisador e fazedor da história, também escreve sobre a responsabilidade que ele precisa ter ao trabalhar com a interdisciplinaridade:

Em nome da interdisciplinaridade, esforcem-se os professores em integrar os conteúdos da história com os da geografia, os da matemática com os das ciências biológicas...; ou, mais do que isso, em integrar, com certo entusiasmo no início do empreendimento, os programas de todas as disciplinas e atividades que compõem o currículo de determinado nível de ensino [...] (BOCHNIAK, 1998, p. 21).

Quando o professor se propõe a realizar um trabalho interdisciplinar, muitos são os desafios. Um deles, a pesquisadora enfrentou na referida aula no momento em que foi relatado que muitas hidrelétricas surgiram na época do Fascismo e do Nazismo, pois fazia parte do seu plano de governo. Como não tinha conhecimento sobre essa parte da História, justificou aos alunos que não podia se posicionar em relação à informação e preferiu não opinar sobre a veracidade do fato. Demo (1996) escreve que o professor deve atualizar-se permanentemente e a reconstrução

permanente do conhecimento é uma arma inovadora capaz de dar conta de uma realidade em constante transformação.

Durante a elaboração, construção e socialização do cartaz, embora não o soubesse, o aluno estava sendo avaliando. A professora analisou e avaliou o empenho, a sua contribuição no grupo, a postura frente à proposta, a responsabilidade na construção da sua aprendizagem e a participação na socialização. Demo (1996) defende esse tipo de avaliação e sugere que se façam registros do acompanhamento da evolução do aluno com anotações, “[...] observações sobre o comportamento do aluno, em termos de iniciativa, participação, comunicação, de tal sorte a se formar a convicção no professor de que está avançando, ou não [...]” (DEMO, 1996, p. 93). Ele também reforça que se tenha um cuidado ao evidenciar fracassos escolares, agindo preventivamente. Sugere que, nesse caso, o acompanhamento se torne mais próximo. Concordando com Demo, a pesquisadora, ao perceber que dois alunos não estavam participando da elaboração do cartaz, decidiu conversar com os mesmos e alertá-los da necessidade de se integrarem ao grupo. Após a conversa, percebeu-se nos mesmos uma mudança de postura, pois passaram a se envolver ativamente na socialização da tarefa.

Nessa manhã, houve a visita da professora orientadora Miriam Ines Marchi. Sua presença na aula não influenciou a postura da turma em relação à mudança de comportamento e ao trabalho proposto. Em determinado momento, a visitante deu sua contribuição relatando suas vivências ao morar numa cidade onde foi construída uma hidrelétrica.

Uma das propostas da pesquisa era de tornar as aulas mais contextualizadas. Pensando nisso, realizaram-se várias atividades, entre elas, a viagem à PCH Salto do Forqueta. Desta forma, foi possível conhecer como funciona e quais os impactos causados com a construção de uma pequena hidrelétrica. Algumas interrogações também resultaram dessa visita: *Mas, ao se construir uma hidrelétrica, como por exemplo, a de Itaipu, os impactos ambientais são maiores e proporcionais à sua dimensão? E em relação aos econômicos, sociais e políticos?*

Ao perceber a necessidade de analisar, compreender e discutir outras realidades, pensou-se em abordar a construção da hidrelétrica de Belo Monte, que, no momento, é considerada a maior obra em andamento no Brasil. Há aproximadamente trinta anos, iniciaram-se os primeiros estudos em relação à instalação da mesma que se localizaria entre os municípios de Altamira e Vitória do Xingu no Pará. O potencial do Rio Xingu seria o responsável por produzir, em média, 4 000 MW, beneficiando 18 milhões de residências.

Nos dias vinte e três, vinte e cinco e vinte e seis do mês de agosto desse ano, o Jornal Nacional da Rede Globo exibiu uma série de reportagens sobre a hidrelétrica de Belo Monte, cujos vídeos foram baixados dos seguintes endereços eletrônicos:

- <http://www.youtube.com/watch?v=7tm83yGPNaw>,
- <http://www.youtube.com/watch?v=LVJQDi13SBU>
- <http://www.youtube.com/watch?v=0TdYj3ArV3M&feature=related>

Assistindo novamente às reportagens, considerou-se o material apropriado para fazer parte das atividades a serem desenvolvidas na pesquisa.

O estudo procedeu-se da seguinte maneira: cada grupo recebeu uma parte da série para assistir e analisar, utilizando o *notebook* como recurso audiovisual. Em seguida, foi-lhes explicado que cada um dos grupos deveria projetar a sua parte da série no data show para os demais colegas e, ao término, organizar um debate interativo.

A primeira série, transmitida no dia vinte e três, mostrou que a maior obra em andamento no Brasil é também a mais polêmica, porque envolve discussões com ambientalistas, produtores rurais, índios e moradores das áreas atingidas pelas barragens. O grupo que analisou essa primeira parte estava meio receoso para iniciar a socialização. Logo após exibir o vídeo para a turma, relataram dados relevantes comentados durante a reportagem. No início, não conseguiram envolver os outros grupos, pois se esqueceram da proposta do debate interativo. O primeiro

fato relatado foi o do agricultor que apareceu na reportagem que, além de muito triste, estava indignado, porque a sua mata com mais de 5 000 árvores e que há anos vinha sendo preservando, vai desaparecer para dar lugar a um dos reservatórios e ele somente receberá indenização das áreas que têm a produção de café e onde cria o gado. Muitas outras famílias estavam na mesma situação que a dele. Uma agricultora demonstrou, em forma de desabafo, toda a sua insatisfação com a construção, alegando que o governo sempre incentivou a preservação da mata que agora seria destruída e, além disso, não haverá indenização.

Outro fato lembrado pelo grupo foi a revolta dos índios com a construção dessa hidrelétrica, por dependerem da pesca para sobreviver e da água do rio como transporte. Depois de muita luta, ficou-lhes assegurado, por exigência da FUNAI (Fundação Nacional do Índio) e do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), que a vazão do rio após a barragem deverá ser controlada para garantir a pesca e a navegação e assim não prejudicá-los.

Destacaram que Belo Monte será a terceira maior hidrelétrica e terá capacidade para produzir 11 233 MW, mas que, devido aos períodos de cheias e de secas do Rio Xingu, a média será de 4 000 MW. Ressaltaram que ela terá duas barragens e dois reservatórios. Um destes não alterará o leito do rio, só ampliará suas margens, enquanto o outro alagará onde hoje há pastagem e floresta.

Os argumentos são de que mesmo com todos os problemas causados com a construção, o Brasil não pode prescindir desse potencial, pois necessita da energia para garantir o crescimento econômico e desenvolvimento do país, além de ser considerada uma energia limpa e renovável.

Na segunda reportagem, comentou-se a complexidade de uma obra como a de Belo Monte e tudo o que precisa ser protegido com o avanço das máquinas. O grupo que ficou encarregado pelo debate conseguiu envolver os outros na socialização. Ao mesmo tempo em que lembravam dados importantes, questionavam os demais colegas para que colocassem suas opiniões e levantassem

questões importantes abordadas na reportagem. Nesta, informa-se que, no ano de 2019, a hidrelétrica deverá estar funcionando, mas que até lá são inúmeros os desafios a serem enfrentados.

A conscientização quando o assunto é meio ambiente foi o primeiro ponto levantado pelo grupo. Os alunos lembraram o depoimento feito pelo chefe da obra que afirmou que antigamente achava até bonito derrubar uma árvore, mas que hoje pensa duas vezes antes de cometer tal ato. Reforçaram como positiva a postura adotada pela Norte Energia, responsável por construir Belo Monte, em qualificar operários da região. É importante dar preferência à mão - de - obra local e assim evitar uma migração em massa. Como a necessidade da mesma para erguer a barragem é muita, a Empresa precisa construir três alojamentos onde, nos próximos anos, morarão, aproximadamente, 20 mil trabalhadores.

Outro desafio enfrentado diariamente é em relação às péssimas condições de trafegabilidade da Transamazônica que impede, principalmente nos dias de chuva, a condução de máquinas pesadas e equipamentos até o canteiro de obra. Para garantir a eficácia do transporte, serão construídos 260 Km de estrada com asfalto que permitirá a chegada de combustíveis, alimentação, equipamentos, entre outros materiais, aos trabalhadores da obra. Com indignação, os alunos lembraram a parte da reportagem que mostra o processo de construção de uma estrada em meio à floresta onde é possível acompanhar o trabalho dos operários que, com auxílio de foices e facões, vão destruindo tudo o que aparece pela frente e, após a conclusão dessa primeira etapa, são colocadas as máquinas para desmatar o que restou. Dessa cena lamentável, resultaram discussões e comentários, em especial, o trabalho dos biólogos na preservação dos animais, o qual foi muito elogiado pelos alunos. Conforme a reportagem, os animais que não conseguem fugir são resgatados e soltos em lugar seguro e que, em dois meses e meios de trabalho, 1200 deles já teriam sido salvos. Também mereceu destaque a importância dos arqueólogos nesse processo que, com todo o cuidado, procuram vestígios de populações indígenas que viveram há mais de mil anos na região onde vai ser construída a hidrelétrica.

Para finalizar o debate, o terceiro grupo exibiu a sua reportagem. De todas as apresentações, foi a que gerou maior discussão e participação dos grupos, pois abrangia de forma mais acentuada os impactos sociais e econômicos das cidades que serão afetadas diretamente com a construção da hidrelétrica.

A parte da reportagem que mereceu um enfoque maior foi em relação às transformações que a construção da usina está causando na região. A primeira discutida foi a segurança, haja vista o índice de criminalidade na cidade de Altamira ter aumentado 28% nesse ano de 2011. Existe uma previsão de que 50000 a 100000 pessoas irão morar nos próximos anos naquela cidade, o que tem deixado a população preocupada e receosa de que essa migração em massa aumente ainda mais a criminalidade, além da necessidade de mais postos de saúde, escola, saneamento básico e mudanças urgentes no trânsito da cidade.

Os integrantes do grupo, na apresentação, enfatizaram que muitas outras mudanças estão ocorrendo de forma acelerada na cidade de Altamira. Citaram como exemplos, a instalação de novas empresas, a oscilação nos preços das mercadorias e o aumento na construção civil. Lembraram que o custo para erguer Belo Monte será de 26 bilhões de reais e que 3,7 bilhões serão gastos em impactos ambientais e sociais. Destacaram, também, a necessidade de se criarem projetos de desenvolvimento para que essas compensações sejam justas e acompanhadas com rigor. É importante que o dinheiro seja aplicado de forma correta e que realmente seja usado para o que foi destinado.

Finalizou-se a discussão ao comentar que são muitos os impactos causados com a construção dessa hidrelétrica; entretanto, o Brasil necessita dessa energia nos próximos anos. Concluiu-se ainda que a hidrelétrica é uma fonte de energia renovável, limpa e encontrada em abundância na natureza no Brasil.

Na aula anterior, muitos não haviam entendido o funcionamento de um gerador e de um transformador, motivo pelo qual um aluno levou os dois aparelhos à escola para uma demonstração, momento em que tiveram a oportunidade de

analisá-los e manuseá-los. Após a explanação do colega, todos compreenderam a utilidade e funcionamento dos mesmos no processo de produção de energia. A iniciativa desse aluno prova de que estavam envolvidos com o estudo. Cabe destacar que a professora não lhe havia solicitado essa atividade, mas ele, ao perceber que os demais não haviam assimilado o processo, resolveu facilitar-lhes a compreensão. Para Demo (2005), é necessário desfazer a noção de aluno como subalterno que comparece às aulas só para escutar, fazer anotações, engolir ensinamentos, realizar provas e ganhar a aprovação. É importante que ele seja visto como um parceiro que vai à escola para trabalhar coletivamente, tendo o professor como um orientador e motivador.

A metodologia de trabalho, nesse dia, foi bastante interessante e diferente. Pelos relatos, eles ainda não tinham participado de nenhuma atividade semelhante. Comentaram que o recurso audiovisual vídeo foi uma forma diferente de apresentar a hidrelétrica Belo Monte e se tornou mais atrativo do que somente a leitura de um texto ou de uma reportagem. Leal (2009) defende o uso do recurso vídeo/filme na sala de aula quando escreve que “[...] favorece a identificação, os resultados são o envolvimento com o enredo e a tomada de posição (intelectual, moral e emocional) como se estivéssemos participando ou pelo menos observando com grande proximidade as situações retratadas” (LEAL, 2009, p 79). Esse recurso pode ser usado na fase inicial como uma atividade motivadora e contextualizada de um tema, ao longo da pesquisa, ou no final como marco de coroamento de uma temática (LEAL, 2009). Neste estudo, ele foi apresentado durante a mesma e serviu para mostrar aos alunos todos os desafios enfrentados ao se construir uma hidrelétrica e também para que pudessem estabelecer relações sociais, ambientais, econômicas e culturais da PCH Salto do Forqueta com a de Belo Monte.

Durante as discussões, a professora percebeu uma movimentação diferente dos integrantes de um grupo. Ao se aproximar, deparou-se com uma cena incomum: estavam se utilizando do mapa para localizar o Rio Xingu e as cidades de Altamira e Vitória do Xingu no Pará. Essa postura deixou-a muito feliz, pois, nesse instante, percebeu mais uma vez que os objetivos da pesquisa estavam, paulatinamente,

sendo alcançados. Em outros momentos, provavelmente, eles teriam simplesmente questionado a pesquisadora, não lembrariam do mapa, tampouco se sentiriam motivados a procurá-lo e consultá-lo. Isso leva à crença de que a turma estava comprometida com trabalho e com a sua formação. Perceberam que o professor não é o responsável por construir o conhecimento para eles e sim um orientador e facilitador do ensino aprendizagem.

Com essa proposta, a pesquisa motiva o aluno a tomar a iniciativa, apreciar a leitura, buscar dados, encontrar fontes, aprender a duvidar, a perguntar, a querer saber sempre mais e melhor (DEMO, 2005). A maneira interdisciplinar com que as aulas estavam sendo desenvolvidas também contribuía para esse tipo de atitude, pois, para Japiassu (1976), precisa-se ver a interdisciplinaridade como a possibilidade de se atingir uma interação, visando a novos questionamentos, novas buscas e uma mudança na atitude de compreender e entender.

O comentário de um aluno no final da aula evidencia a importância de se analisarem os fatos sob diferentes pontos de vista:

Aluno 11: *“Profe, eu assisti esta reportagem em casa no Jornal Nacional, mas não tinha prestado atenção em muitos detalhes que foram comentados. Hoje tenho uma opinião bem diferente em relação a esta obra”.*

E outro aluno completou:

Aluno 2: *“E eu só assisti uma parte da série e concluí que esta hidrelétrica não deveria ser construída pois iria prejudicar muita gente e o meio ambiente. Agora que assisti toda a reportagem tenho outra ideia e sei que está sendo tomados todos os cuidados e que ela é importante para o nossos país, pois necessitamos desta energia”.*

Com esses relatos, foi possível compreender o quanto é importante a análise dos fatos na totalidade e sob diferentes pontos de vista. Ao assistir a só uma parte da série, o aluno tinha uma visão da obra; após as outras e ouvir opiniões de especialistas, modificou seu ponto de vista em relação à mesma. Essa atitude de conseguir analisar os fatos e depois formar ou não outra opinião é muito importante

e os tornam mais críticos e responsáveis de seus atos. Segundo Demo (2005), é essencial que eles escrevam, redijam, coloquem no papel o que querem dizer e façam, mas que, sobretudo, alcancem a capacidade de formular e elaborar. Para ele, esses são os termos fundamentais da formação do sujeito, pois significa superar a recepção passiva do conhecimento, passando a participar como sujeito capaz de propor e contrapor.

No dia seguinte, leu-se e discutiu-se a reportagem retirada do Jornal O Informativo do Vale, do dia 16 de junho de 2011, quarta- feira, com o título: Novas usinas vão garantir autossuficiência (ANEXO 3). Ressaltou-se que o Diário Oficial da União divulgara a possibilidade da construção de três hidrelétricas na Região do Vale do Taquari. Uma delas se localizaria entre Roca Sales e Encantado; a outra, entre Roca Sales e Muçum e a última, em Arroio do Meio. As três hidrelétricas teriam a capacidade de 184,3 megawatts e beneficiariam 550 mil pessoas, tornando a nossa região autossuficiente, pois o vale consome hoje 170 megawatts. Devido ao tamanho das obras, seria necessário fazer um leilão público e a Certel garante que participará, haja vista que, desde 2004, tem realizado estudos sobre esses pontos Para a região é um momento positivo, pois, além de se tornar autossuficiente, essa energia é considerada limpa e renovável. Também beneficiaria a população com empregos, renda, melhoria na energia, regularidade no rio e controle da vazão da água durante as cheias.

Comentou-se com os alunos a importância da instalação dessas hidrelétricas na região, mas alertou-se sobre os impactos ambientais. Entre estes, podemos citar: alteração da paisagem com os grandes desmatamentos provocando prejuízos à fauna e à flora, inundação de áreas verdes, realocação de famílias, derrubada de árvores e formação de gases com as plantas que ficam submersas no reservatório.

Mesmo sabendo dos danos que a construção de uma hidrelétrica causa ao meio ambiente, é necessário construí-las, pois, a cada dia, necessitamos de mais energia. Partindo desse princípio, é importante que os projetos ambientais sejam bem elaborados para reduzir ao máximo os seus impactos. Como atividade final do

estudo da energia hidrelétrica, solicitou-se que, em duplas, elaborassem um projeto ambiental para a construção das três hidrelétricas citadas.

Na aula anterior, um aluno questionara sobre a possibilidade de se instalarem hidrelétricas na região do Vale do Taquari, o que deixou a turma interessada, pois surgiram comentários nos grupos como os abaixo citados:

Aluno 9: *“Bem capaz, o Rio Taquari não tem potencial”*.

Aluno 11: *“Mas como não, ele é bem maior que o rio que tem a hidrelétrica de Salto do Forqueta”*.

Aluno 9: *“Mas aonde seria construído, se fosse aqui, quando der enchente alaga tudo”*.

Aluno 2: *“Mas já pensaram no desmatamento que isso iria causar”*.

Aluno 10: *“Mas precisamos desta energia”*.

Ao ouvir tais comentários, a professora não se posicionou. Deixou que elaborassem as suas hipóteses e argumentos, pois sabia que, na aula seguinte, isso seria discutido e, com a leitura do texto, teriam mais subsídios para analisar essas questões. Durante a leitura, percebiam-se olhares de satisfação, pois a mesma trazia respostas às interrogações que haviam feito na aula anterior.

Houve boa participação na leitura e na discussão do texto pois era um assunto do interesse de todos, ocorrido em aulas anteriores, quando um aluno questionou a possibilidade de se instalarem hidrelétricas no Rio Taquari. Desde que foi lançada a pergunta à professora, que não a respondeu diretamente, mas apenas que existia essa possibilidade, percebeu-se a curiosidade dos estudantes em relação ao assunto. Aqui cabe enfatizar a importância de o professor também ser um pesquisador. Ao decidir sobre o tema da pesquisa, a professora começou a buscar em jornais, livros, programas de televisão, revistas e internet informações e curiosidades que poderiam ser levadas para a discussão durante a pesquisa. Para Freire, “Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade” (FREIRE, 1996, p. 29). Se a professora não tivesse se preparado antecipadamente com

subsídios à pesquisa, provavelmente, discutiria de forma superficial essa questão. Kronbauer e Simionato (2008) ressaltam a importância de o professor ser um pesquisador:

Nessa perspectiva, podemos afirmar que o professor precisa ser um pesquisador, saber ler a realidade criticamente e fazer da pesquisa princípio educativo, parte inerente no processo pedagógico. Através da pesquisa, professor e aluno fazem a leitura da realidade, imprimindo um olhar crítico para saber intervir de forma alternativa, com base na capacidade questionadora (KRONBAUER, SIMIONATO 2008, p. 31).

Nessa manhã, os alunos trabalharam no laboratório de Informática, pois muitos solicitaram tempo durante a aula para realizar a pesquisa do projeto ambiental para as hidrelétricas. Alguns justificaram ser necessário esse horário por não terem acesso à internet em casa e outros, por falta de tempo para as duplas se reunirem, pois alguns trabalham e/ou fazem curso no turno oposto ao da aula. A pesquisa em sala de aula é considerada uma grande aliada no processo ensino aprendizagem, motivo por que foi proporcionado aos alunos esse momento de construção do conhecimento por meio dessa metodologia de trabalho. Muitos são os autores que defendem o uso da pesquisa como recurso didático. Citam-se aqui umas das definições defendidas para a aplicação da pesquisa por um desses autores: “Pesquisa não se restringe a fabricar ciências, mas é igualmente parte integrante do processo educativo, porque constrói a atitude de questionamento crítico e criativo” (DEMO, 1993, p. 222).

Para a realização dessa atividade, alertou-se os alunos sobre os cuidados que deveriam ter ao fazerem uma pesquisa, utilizando como fonte a internet. Foram discutidas a confiabilidade dos sites e a preocupação com informações errôneas que, não raro, aparecem. Muitos chamavam a professora para questionar a veracidade de algumas informações contidas em alguns desses sites. Esses momentos de discussão foram muito importantes nesse processo de pesquisa, pois demonstraram que o aluno estava conectado e interessado no assunto pesquisado. Porto, Ramos e Goulart (2009) escrevem sobre os cuidados que se devem ter ao realizar uma pesquisa pela internet:

Uma forma de pesquisa muito utilizada ultimamente é a busca pela internet. Ela exige, no entanto, paciência e concentração, para não se perder pelos muitos endereços oferecidos pelo resultado da busca. O ideal é que se procure em portais de busca que são mais conhecidos e, em um primeiro momento, que sejam abertos endereços que contenham sites que abordem diretamente o assunto pesquisado (PORTO; RAMOS; GOULART, 2009, p. 47).

Após esse primeiro momento, os alunos iniciaram a busca. Todos os grupos estavam escrevendo dados, fazendo registros e anotando endereços eletrônicos que continham informações úteis ao trabalho de pesquisa para que em outro momento pudessem acessar novamente. Para Bizzo (2009), é necessário saber utilizar o computador no ensino, pois é uma ferramenta à disposição da escola que amplia as possibilidades de atuação dos alunos e do professor.

Nessa manhã, ocorreu a apresentação dos trabalhos elaborados com o objetivo de avaliar formas para reduzir os impactos ambientais ao se construir uma hidrelétrica. A proposta foi lançada durante a leitura da reportagem do jornal O Informativo do Vale sobre a possibilidade de se instalarem três hidrelétricas no Vale do Taquari (ANEXO 3).

O tema desta pesquisa, Fontes Renováveis de Energia e Ambiente, enfatiza a preocupação com o meio ambiente ao se produzir energia. Seja qual for a fonte energética, a questão ambiental deve ser discutida e tomados todos os cuidados necessários.

Outra discussão deu-se a respeito das três usinas que, se construídas, beneficiariam a Região do Vale do Taquari; entretanto, é imprescindível o planejamento de todas as ações a serem realizadas a fim de preservar ao máximo o meio ambiente.

Pensando nisso, os alunos, após a pesquisa sobre esses impactos, elaboraram um projeto ambiental especificando possíveis soluções para minimizá-los. A maioria das duplas descreveu sobre os oriundos da construção de uma hidrelétrica, mas outras apresentaram formas diferentes de resolver esses

problemas. Algumas explanaram seu projeto utilizando-se de termos mais científicos e complexos, enquanto outras se expressaram de forma mais simples, mas com informações pertinentes. Todos os projetos foram apresentados em projetor data show, recurso visual muito válido, já que muitos colocaram gravuras, esquemas, gráficos e tabelas.

Antes do início da apresentação dos projetos ambientais, os alunos foram interrogados sobre o que é um impacto ambiental e quando se pode afirmar que este ocorre. Várias foram as respostas, mas a escolhida de uma aluna evidencia que a pesquisa aconteceu na realização do trabalho:

Aluna 2: “Conforme a resolução nº- 001 do CONAMA, pode ser considerado impacto ambiental: Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população”.

Após a socialização sobre o que pode ser considerado impacto ambiental, iniciou-se a apresentação dos projetos. Relatam-se abaixo os impactos ambientais citados pelos alunos, juntamente com as soluções encontradas.

Todas as duplas comentaram que a construção de uma barragem impede e dificulta a migração e reprodução das espécies de peixes, que, segundo relatos, é umas das mais atingidas. Os reservatórios alteram a vazão de água dos rios e com isso impedem que esses animais sigam o curso do rio durante a piracema ou em fluxos migratórios em busca de alimentação, temperatura adequada e boas condições físico-químico-biológicas, além de modificar seu ciclo reprodutor. Ainda ressaltaram que, construídas, as barragens não permitem a passagem dos peixes de um lado para o outro e por isso são necessárias as construções de canais de ictiofauna para que possam se deslocar, seguindo o curso do rio. Essa transposição dos peixes não acontecendo, interfere na reprodução, nos fluxos migratórios e na economia da população que tem como atividade econômica a pesca.

As duplas ressaltaram que a construção de uma hidrelétrica implica desmatamento para a construção de estradas e da estrutura da usina, como também para o reservatório. Argumentaram que se fossem deixadas plantas no fundo do reservatório, elas produziram metano, altamente agressivo no que diz respeito ao efeito estufa e a degradação de matérias orgânicas comprometeria a qualidade da água, além da proliferação de algas e outras plantas aquáticas. Enfatizaram a importância de o fundo do reservatório estar limpo e espécies serem replantadas em áreas de preservação. Isso evitaria o agravamento do problema efeito estufa e as nativas e outras ali plantadas seriam preservadas. Somente dois grupos alertaram para o estudo e monitoramento constante da água em diferentes pontos do reservatório para garantir a qualidade do corpo hídrico e tomar medidas corretivas em caso de alterações na qualidade da mesma.

Para os alunos, a construção dos reservatórios das usinas hidrelétricas é a grande causadora de impacto ambiental ; um deles é a erosão. Com o aumento do nível de água no local, o solo pode se tornar escorregadio, causando uma instabilidade do território e erosão. Como soluções, sugeriram a importância do controle constante do solo e a preservação de espécies nativas em uma larga faixa em seu entorno. Concluíram que a mata ciliar é fundamental para evitar processos erosivos.

A turma considerou importantes as medidas de reflorestamento, pois as obras para a construção de usinas hidrelétricas implicam grande desmatamento que, segundo eles, precisa ser compensado para que a necessidade da produção de energia no país não cause uma impressão tão negativa e o meio ambiente não seja prejudicado.

Defenderam a necessidade de se implantarem políticas de educação ambiental para esclarecer as pessoas da importância da preservação ambiental. A distribuição de mudas nativas para serem plantadas pela população em parceria com a empresa responsável pela construção da usina com o propósito de compensar os danos causados pela mesma foi uma ideia colocada pelo grupo. A

geração dessa energia se torna fundamental no país, haja vista ser uma fonte energética limpa e renovável e grande parte de seus impactos podem ser amenizados.

Os grupos lembraram que não são somente atingidas as espécies vegetais com a construção das hidrelétricas, mas os animais também têm o seu habitat alterado por esse processo. Comentaram que o barulho das obras e a presença humana, em área até então pouco habitada, interferem na sua reprodução e alteram o seu modo de vida. Como soluções, apontaram a necessidade de esses animais serem deslocados para uma área adequada sem que a transferência venha a agredir o habitat de outras espécies ou bandos característicos da região.

Dois grupos mencionaram o cuidado especial para com a população em torno das usinas, pois ela está exposta a endemias, como malária, dengue, hanseníase, tuberculose, doenças transmissíveis por vetores, etc. Para evitar as contaminações, ressaltaram a necessidade de se fazerem palestras para esclarecimento das formas de contágios e as medidas de prevenção. Também devem ser realizadas campanhas de vacinação.

Um grupo enfatizou que estudos epidemiológicos em reservatórios de usinas hidrelétricas mostram que a reprodução de mosquitos chega a ser afetada em 40% devido à elevação do nível de água do reservatório. Isso prova a necessidade do controle epidemiológico constante para tomar ações corretivas quando necessário.

Três grupos ressaltaram que, antes da construção da hidrelétrica, deve ser realizada por profissionais qualificados a retirada de artefatos e qualquer vestígio de povos ancestrais.

Dois grupos alertaram para as alterações climáticas que a construção de uma hidrelétrica pode causar. Ressaltaram que a temperatura média em cidades que receberam essa construção fica muito elevada e se tornam indispensáveis sistemas de climatização, como ar condicionado. Por conseguinte, faz-se necessário o

monitoramento das alterações climáticas e avaliar antes da construção o nível de transformações que podem ser causadas.

A organização dos grupos para a realização dessa tarefa merece ser destacada como ponto positivo do trabalho. Ambos os integrantes se dedicaram e buscaram em várias fontes os impactos ambientais causados pela construção de uma hidrelétrica e pensaram nas possíveis soluções para minimizar esse impacto. Para Porto; Ramos e Goulart (2009), o trabalho em grupo pode ser considerado um instrumento para propor hábitos de estudo e atitudes sócias nos alunos, como o respeito às opiniões dos colegas, a responsabilidade, a colaboração, a organização e ainda lembrar normas de boa convivência no grupo.

A pesquisa por eles desenvolvida foi extensa, rica em detalhes e informações, buscando materiais, informações em várias fontes. A elaboração própria pode ser considerada a habilidade central da pesquisa (Demo, 2005). A visita à PCH Salto do Forqueta também contribuiu muito para a elaboração do projeto ambiental, pois, antes de escrever, tiveram a oportunidade de visualizar quais seriam esses impactos.

Muitos assuntos, temas e conteúdos foram abordados nessa socialização. Enfoques ambientais, econômicos, sociais e políticos puderam ser debatidos e analisados sob vários pontos de vista. O trabalho de pesquisa e a proposta interdisciplinar nos possibilitam essa abertura para uma discussão mais ampla e uma reflexão mais crítica da realidade. A atitude interdisciplinar consiste em uma visão de totalidade dos fatos (BOCHNIAK, 1998). Já, para Japiassu (1976), a interdisciplinaridade permite essa troca generalizada de críticas e informações, contribui para a reorganização do meio, prepara e engaja na pesquisa em equipe, analisa situações, coloca problemas e dialoga de forma produtiva com os outros.

A avaliação do trabalho de pesquisa deu-se em dois momentos: em um deles, pela participação do aluno no grupo, sua capacidade de expressão oral, domínio do assunto na apresentação dos projetos e respeito às opiniões dos colegas; em outro,

pela análise do projeto escrito. Porto, Ramos e Goulart (2009) destacam que a avaliação deve ser contínua, dinâmica e progressiva, onde aluno e professor buscam identificar avanços e dificuldades ocorridos no processo de ensino-aprendizagem e, ainda, o docente reflete em relação à metodologia utilizada, replanejando a proposta de ensino.

4.4 Energia Solar

Nessa aula, a turma teve a oportunidade de ouvir as vivências e conhecimentos de um professor da Univates que prontamente atendeu ao pedido para uma conversa que envolvesse o tema energia solar, com duração de duas horas. O grupo se organizou o transporte e foi até a Universidade. A conversa foi realizada na sala 302, sala de Bioreatores, no prédio 11.

O professor cativou os alunos e, de forma simples e precisa, explicou os processos de produção de energia a partir do sol. Iniciou a sua fala ressaltando que existem inúmeras fontes de energias renováveis, mas que, naquele momento, falaria mais especificamente sobre a solar. Salientou que ela pode ser originada de forma fotovoltaica ou foto térmica. A primeira consiste em placas que são usadas para a geração de energia elétrica, ou seja, transforma-se a energia captada pelas radiações solares em energia elétrica que é conservada numa bateria. Já, o sistema foto térmico serve para esquentar a água. Ainda comentou que a grande maioria que escolhe colocar essas placas solares na residência é para aquecer a água do chuveiro elétrico. Esclareceu que, além de um sistema de aquecimento de água foto térmica, é necessário haver outra opção, pois não é possível ter água quente os 365 dias do ano. Em alguns dias ou épocas do ano, o sol pode não ser tão favorável e então é preciso ter uma complementação por meio de energia elétrica, sistema com caldeiras, sistema a gás, ou outros.

Pela fala do professor, o sistema foto térmico não é algo novo; são as pessoas que estão aderindo a esse mercado lentamente haja vista o alto custo de

instalação e complementou dizendo que esse valor está, aos poucos, baixando e, portanto, mais acessível à população. Para ele, a humanidade só busca por alternativas energéticas quando o preço do petróleo está muito elevado. Informou que isso aconteceu na década de 70 quando o mesmo estava tão alto que foi necessário pensar em outras fontes de energia e, naquele período, a energia solar estava se estruturando para ser consumida em larguíssima escala. Ainda frisou que o preço do barril de petróleo encontrava-se em torno de 90 dólares; logo, novamente elevado, e a humanidade precisa ter estratégias imediatas para buscar novas fontes de energia, pois, se continuarmos usando os combustíveis fósseis da maneira como estamos, nos próximos 30 anos, não haverá mais.

Ele afirmou que o Brasil está em uma situação muito favorável, pois tem uma matriz energética pautada em cima das energias renováveis onde aproximadamente 80% da energia elétrica vêm das hidrelétricas que são renováveis. Enquanto o nosso país se encontra em uma posição considerada confortável, os europeus estão preocupados, pois sua matriz energética é quase 75% de origem óleo, gás e carvão. Ao prosseguir a conversa, explicou aos alunos o que podem ser considerados combustíveis não renováveis, destacando que são de origem fóssil, citando como exemplo o petróleo, o carvão mineral e o gás natural. Ainda frisou que todas essas energias contribuem de forma intensa na formação de gases do efeito estufa.

Esclareceu que os painéis foto térmicos consistem em placas coletoras que são responsáveis pela absorção da radiação solar. Primeiramente, põe-se um vidro para manter a maior quantidade de calor. Embaixo desse vidro, são colocadas placas escuras para absorver os raios solares. No interior dessas placas escuras, passam caninhos de cobre com água, os quais estão acoplados a uma caixa d'água revestida com isolante térmico que servirá para armazenar a água que foi aquecida nos caninhos. A água do fundo da caixa (água mais fria) vai para os caninhos de cobre que são instalados abaixo do nível inferior da caixa. Quando o sol bater na placa, aquece a água que está dentro deles; a água quente vai ficar mais leve e será empurrada de volta para a caixa térmica pela mais fria (mais pesada) vinda do fundo

da caixa para a base dos caninhos. Essa circulação será natural e constante enquanto tiver sol. Ressaltou que a água pode atingir uma temperatura de 70°C.

Concluiu que uma solução para diminuir o gasto de energia é a instalação desses painéis foto térmica, que, além de ser uma energia renovável, não contribui com gases para o efeito estufa. Nesse momento, aproveitou-se para comentar que, dentro do reservatório, seu funcionamento é por correntes de convecção e fez-se então uma breve revisão sobre os processos de transmissão de calor. Um aluno também relatou que, em sua casa, há um painel foto térmico e que embaixo deste foi colocada fibra de vidro, um isolante térmico, para impedir a perda de calor.

O professor também comentou que, pelo fato desta pesquisa ser interdisciplinar, poder-se-ia trabalhar com Geografia e desafiou os alunos quanto à localização da Suécia. Concluiu-se que ela se encontra no Hemisfério Norte, um lugar muito gelado e com incidência solar muito menor que a nossa. Naquele país, há uma necessidade muito grande de água quente e calefação. Então, ela é aquecida nas placas solares localizadas em vários pontos da cidade e é transportada até as residências por canos térmicos para calefação das residências e para o chuveiro. Mas, ainda, ressaltou que na Suécia há uma grande dependência de derivados de petróleo.

Lembrou que a localização do Rio Grande do Sul é muito favorável à colocação de aquecedores solares por haver uma boa incidência solar. Como temos as quatro estações bem definidas, precisamos de banho quente em vários meses do ano e deveríamos utilizar água quente proveniente do sol a fim de economizar energia elétrica. Comentou-se que no Brasil o horário de maior consumo de energia elétrica é o do banho, principalmente, das 18 horas às 19 horas e 30 minutos. Esse valor é tão elevado porque as Regiões Sul e Sudeste, onde se encontra a maior parte da população brasileira, são muito frias; portanto, a necessidade de banho quente.

O professor mostrou fotos de um hotel localizado no município de Lajeado que optou pela colocação de várias placas foto térmicas com o objetivo de reduzir o

gasto com energia elétrica. Ele acrescentou que a instalação dessas placas em residências é considerado alto, mas defendeu o investimento, pois, além da contribuição para com o meio ambiente, a redução do custo da eletricidade compensa os gastos.

A pedido de um aluno, ele explicou as placas fotovoltaicas. Mencionou que são constituídas de silício, o que muito as encarece pela necessidade dele ser puro. O problema está na quantidade de energia gasta para se purificá-lo. Ressaltou que, após esse processo, ela tem alta durabilidade, por isso é usada, por exemplo, em satélites que estão rodeando o planeta a partir do sistema fotovoltaico. Com a chegada de novas tecnologias no mercado, deixar o silício mais puro está se tornando mais acessível e, conseqüentemente, vai tendo seu preço diminuído. O nosso país não tem tecnologia para realizar essa purificação e por isso existe muito estudo para encontrar outro elemento que possa substituí-lo.

Na oportunidade, citou outras fontes renováveis de energia com o biogás e energia vinda do hidrogênio. Exemplificou o processo de obtenção de energia à base de hidrogênio da seguinte forma: inicialmente, utilizando uma placa fotovoltaica para produzir energia e esta é utilizada para romper a molécula da água. Separa-se o hidrogênio que é conduzido até a célula de hidrogênio, a qual se transforma novamente em energia. Comentou que já existe hidrogênio sendo utilizado como combustível para movimentar ônibus, carro e moto. O professor afirmou acreditar que, em curto espaço de tempo, talvez 50 anos, o hidrogênio será usado em larga escala e é uma energia renovável.

A produção do biogás foi possível acompanhar de perto, pois a conversa ocorreu na sala onde eram realizados os estudos em relação a essa produção. Salientou que o biogás é feito a partir da biomassa, como dejetos suínos, bovinos e de aves e de lodo. Dentro do biogás, encontra-se o metano e se esta presença for de 50% - 60% , ele pega fogo e então tem um potencial energético.

Para finalizar a conversa sobre energia solar, o professor levou os alunos ao local onde estava instalada a placa foto térmica e eles puderam ver na prática tudo o que foi comentado durante a explanação.

A placa foto térmica lá instalada foi feita por tubos a vácuo e dentro passam caninhos de cobre que levam e trazem a água do reservatório. Os raios solares esquentam o interior do tubo e este, conseqüentemente, transfere o calor aos caninhos de cobre que, por sua vez, esquentam a água. Sobre o reservatório, foram colocadas três caixas da água para que durante a noite ela seja levada a essas caixas para resfriar e na manhã seguinte se repita novamente o processo. Essas placas são equipamentos utilizados somente para os estudos do projeto de pesquisa, não para consumo. Salientou que, no mercado de hoje, os tubos a vácuo têm vindo sem o cano de cobre para baratear o custo.

Na viagem de retorno à escola, os alunos comentaram a reportagem do jornal O Informativo do Vale (ANEXO 4) e a pesquisa. Salientaram que esta seria publicada no Caderno do Meio Ambiente na Escola, retratando tudo que o nela fora abordado.

No planejamento das aulas, pensou-se em desenvolver com os alunos diferentes atividades para se construir o conhecimento. Planejam-se leituras, visitas, experimentos variados, debates, filmes, entre outras atividades. Em relação ao estudo da energia solar, achou-se conveniente proporcionar uma conversa/palestra com um professor da Univates, pois uma pessoa especializada poderia esclarecer melhor questões referentes ao assunto. Para Porto, Ramos e Goulart (2009), atividades como entrevistas e palestras com os especialistas possibilitam a obtenção de informações mais claras e objetivas do assunto. Os PCNs destacam a importância de se diversificarem as práticas pedagógicas e, nos Temas Transversais, o alerta sobre a necessidade de um bom planejamento:

A organização das etapas do projeto deverá ser previamente planejada de forma a comportar as atividades que se pretende realizar dentro do tempo e do espaço que se dispõe. Além disso, devem ser incluídas no planejamento, saídas da escola para trabalho prático, para contato com instituições e organizações (BRASIL, 1998, p. 41).

Conforme Gandin, “Planejar é, de fato, definir o que queremos alcançar; verificar a que distância, na prática, estamos do ideal e decidir o que se vai fazer para encurtar essa distância” (GANDIN; CRUZ, 2006, p. 27). Por isso, as atividades da prática pedagógica, os objetos avaliativos para a análise de dados escritos, verbais e observados para o desenvolvimento e a avaliação da pesquisa foram amplamente planejados. Com antecedência, a professora projetou, de forma organizada e coerente, todas as etapas que seriam seguidas para que as atividades propostas não perdessem a sua essência. Cabe lembrar que, sendo o planejamento flexível, houve momentos em que este precisou ser modificado, procurando manter o mesmo propósito.

Na conversa, o professor enfatizou inúmeras vezes a relação entre as fontes de energia e a questão ambiental. Tentou alertar os alunos, por meio de dicas e sugestões, quanto ao seu consumo consciente nas residências. Explicou também a importância de se utilizar a proveniente de fontes renováveis, pois, além de ser sempre limpa e inesgotável, não prejudica o meio ambiente. Conforme o mencionado anteriormente, os temas transversais devem ser incorporados de forma interdisciplinar nas práticas educativas: saúde, meio ambiente, pluralidade cultural, orientação sexual, trabalho e consumo e ética expressam valores fundamentais à cidadania e são questões importantes e urgentes para a sociedade, por isso a necessidade dessa discussão no âmbito escolar.

Ao se trabalhar com o tema meio ambiente, visa-se à formação de cidadãos conscientes, aptos a atuarem na realidade sócio-ambiental de maneira comprometida com a vida, com o bem-estar individual e coletivo. Enfim, a questão ambiental supõe a sociedade em busca de novas maneiras de pensar e agir que garantam a sustentabilidade ecológica. Isso se resume em um novo universo de valores a serem construídos em que escola tem uma grande função a desempenhar (BRASIL, 1998).

No dia seguinte, a aula foi realizada no laboratório de Química porque os alunos necessitavam de espaço para construir os aquecedores solares. Antes de

iniciar a construção, discutiu-se a visita á Univates. Demonstraram ter aprovado a iniciativa da professora em proporcionar esse momento de construção do conhecimento com uma pessoa tão bem preparada como professor palestrante. Após essa socialização, iniciou-se a construção dos três aquecedores solares propostos pela turma e, até o terceiro período, somente um estava totalmente concluído. Combinou-se que os outros dois o seriam na aula seguinte.

As FIGURAS 19 a 25 ilustram as etapas do aquecedor construído pelo grupo 1, elaborado com criatividade, dedicação e conhecimento.

Etapa 1: Pegou-se uma forma de alumínio, fizeram-se dois furos nas laterais e, em seguida, revestidos com fibra de vidro.

Etapa 2: Adaptou-se dentro dessa forma uma estrutura feita com caninhos de cobre.



Figura 12: Etapa 1.
Fonte: da autora.



Figura 13: Etapa 2.
Fonte: da autora.

Etapa 3: A estrutura de cobre, a fibra de vidro e forma de alumínio foram pintadas com tinta preta fosca.

Etapa 4: Em uma das estruturas de alumínio, adaptou-se uma mangueira plástica.



Figura 14: Etapa 3
Fonte: da autora



Figura 15: Etapa 4
Fonte: da autora

Etapa 5: Passou-se cola quente nas bordas da forma de alumínio e alargou-se um vidro sobre ela.

Etapa 6: Colocaram-se dois caninhos dentro de um reservatório com água e, em seguida, posicionou-se esse reservatório acima do aquecedor solar.

Etapa 7: Projetou-se uma lâmpada em direção ao aquecedor para simular o sol, já que nesse dia estava chovendo.

Etapa 8: Mediu-se a temperatura após uma hora, que registrou aproximadamente 60°C.



Figura 16: Etapa 5.
Fonte: da autora.



Figura 17: Etapa 6
Fonte: da autora.

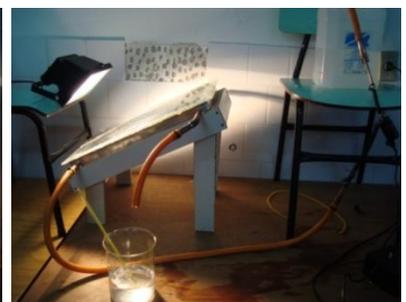


Figura 18: Etapa 7
Fonte: da autora.

Ao medir a temperatura da água, o grupo ficou muito feliz com o resultado. Relataram que, ao confeccioná-lo, não imaginavam que a água realmente esquentaria. Na semana seguinte, combinaram que colocariam o aquecedor no sol para verificar a temperatura que a água atingiria.

Enquanto o grupo citado anteriormente comemorava o resultado satisfatório da construção, o outro recortava garrafas pet e caixas de leite e projetava a construção de seu aquecedor solar.

A FIGURA 26 mostra o grupo 2 confeccionando o outro aquecedor solar. Esse grupo não conseguiu concluir a construção, pois faltaram algumas garrafas pet e caixas de leite. Combinou-se, então, que, na semana seguinte, seria concluída a tarefa.



Figura 19: Construção do aquecedor solar com materiais alternativos.
Fonte: da autora.

O terceiro grupo optou por construir o seu aquecedor solar utilizando a grade de uma geladeira velha, mas teve dificuldades em fazer com que a água passasse por todo o caminho. Nas aulas seguintes, tentaria solucionar esse problema e concluiria seu aquecedor solar.

A proposta de se construírem os aquecedores solares foi bem aceita pelo grupo. Logo que o desafio foi lançado, começaram a levantar hipóteses sobre qual seria a melhor maneira de fazê-los e quais matérias utilizar para que, ao final, a água realmente esquentasse. Em nenhum momento, a professora explicou como deveriam proceder, somente alertou para a importância de se reaproveitarem materiais/sucatas para esse tipo de atividade. Portanto, tudo partiu da criatividade e conhecimento deles. Antes do início da atividade, foi necessário lembrar como é o funcionamento de um aquecedor solar e quais os cuidados que precisariam ter para que, depois de montado o processo de aquecer, a água corresse com eficiência. Bizzo (2009) argumenta que, ao proporcionar práticas como essa, primeiramente, o aluno precisa revisar o que pensa sobre o determinado fenômeno e depois verificar se aquilo que pensa de fato ocorre.

Durante o processo de construção do aquecedor solar, o aluno estava sendo avaliado. Os critérios estabelecidos pela professora para a avaliação individual dessa tarefa foram apresentados à turma antes do início da prática. Citou-se que a participação no grupo, o envolvimento com a tarefa, a capacidade de relacionar teoria e prática, o respeito para com os colegas e a eficiência do protótipo do aquecedor seriam itens avaliativos. Também ficou combinado que a professora chamaria a atenção de quem não se mostrasse comprometido com a tarefa a partir daquele momento, ou seja, não cumprisse sua função a contento. Para Demo (1996), é sempre um desafio para o professor a elaboração dos critérios numa avaliação, pois a partir desses é possível observar posturas mais objetivas e um julgamento mais ostensivo.

Novamente cabe destacar a postura de companheirismo presente nos grupos. Trabalhavam de forma unida e respeitosa. O próprio grupo se organizou, direcionando para cada componente a sua tarefa. Em nenhum momento, foi necessária a interferência da professora na organização dos grupos. Porto, Ramos e Goulart (2009) mencionam que, quando não há necessidade de o professor direcionar as tarefas dentro do grupo, o aluno começa a agir com maior independência na busca de informações, planejamento, estratégias de ação, no bom

andamento do trabalho, na distribuição de tarefas e na seleção e confecção do material.

A aula foi realizada novamente no laboratório de Química pela necessidade de espaço para a conclusão da construção dos aquecedores solares. Para esse período, foi solicitado aos alunos que trouxessem o restante dos materiais que seriam usados no processo.

A FIGURA 27 registra o aquecedor solar confeccionado pelo grupo 2 que se utilizou de materiais reciclados, como caixas de leite, garrafas de plástico e mangueiras velhas.

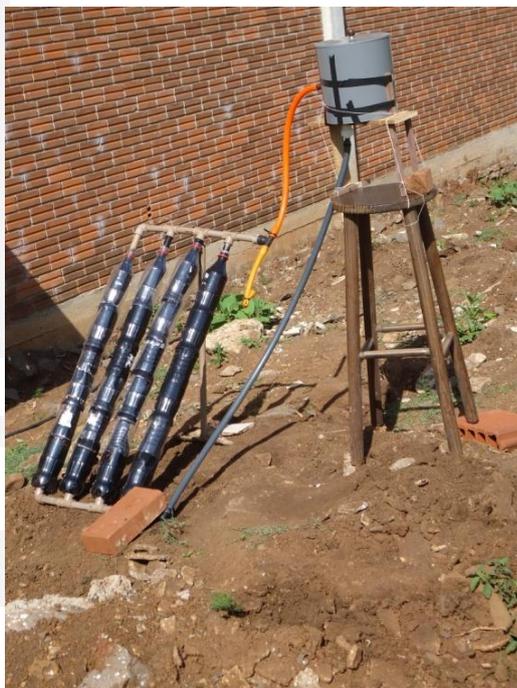


Figura 20: Aquecedor solar confeccionado com materiais alternativos.
Fonte: da autora.

O grupo 3 utilizou-se de uma grade de geladeira, mangueiras e um recipiente de plástico para construir o aquecedor solar. Na FIGURA 28, o protótipo desse aquecedor solar.



Figura 21: Aquecedor solar confeccionado com uma grade de geladeira.
Fonte: da autora.

Após a conclusão dos mesmos, foi solicitado que os grupos levassem seus protótipos até o pátio do Colégio a fim de colocá-los ao sol para comprovar a eficiência do aquecedor. Nesse instante, mediu-se a temperatura da água dos reservatórios e, em ambos, estava a 20°C.

No final da manhã, os grupos retornaram ao local onde os aquecedores foram instalados e fizeram nova leitura da temperatura. A água contida no recipiente do aquecedor confeccionado dentro da forma de alumínio (Grupo 1) atingiu uma temperatura de aproximadamente 70 °C e o aquecedor confeccionado com materiais alternativos (Grupo 2) atingiu aproximadamente 40 °C. Já, no aquecedor confeccionado com a grade da geladeira (Grupo 3), não houve aumento significativo, pois a pressão/força para descolar a água de uma extremidade à outra era pouca em virtude do longo caminho que ela precisava percorrer, não ocorrendo as correntes de convecção necessárias para o sistema funcionar.

Combinou-se, então, que haveria um debate sobre os fatores que poderiam ter influenciado essa diferença expressiva na temperatura entre os aquecedores do grupo 1 e 2. Conversou-se que, no aquecedor feito dentro da forma de alumínio, a perda de calor para o ambiente foi reduzida quando se revestiu a mesma com lã de vidro. Outro fator que pode ter contribuído para essa diferença de temperatura é que, no aquecedor do grupo 2, a água circulava dentro de canos de plásticos (maus condutores de calor), enquanto que, no do grupo 1, em canos de cobre (bons condutores de calor).

Hoje, considera-se um grande desafio o ensino construir uma relação entre o conhecimento ensinado e o cotidiano do aluno. Propostas diferenciadas como, por exemplo, a construção do aquecedor solar permitir a aproximação da teoria com a prática, além de estimular os alunos para uma atitude mais empreendedora, rompendo a passividade com a qual, muitas vezes, estão acostumados. Com essa aproximação da teoria com a prática, o aluno começa a entender muitos fenômenos e acontecimentos que ocorrem no dia a dia e torna-se um cidadão mais participativo e capaz de transformar sua realidade. Para Bizzo (2009), o professor deve explorar exemplos conhecidos dos alunos e assim facilitar a compreensão dos fenômenos.

O protótipo construído com a grade da geladeira não teve sua eficiência comprovada. Discutiu-se com os alunos o motivo pelo qual o processo não deu certo e como proceder para melhorá-lo. O professor, ao proporcionar esse tipo de atividade, precisa preparar -se, e também aos alunos, para situações como essa. O importante é discutir e analisar o porquê da não eficiência e o que poderia ser feito diferente. Bizzo retrata seu pensamento em relação às experiências em que os resultados não são satisfatórios quando escreve:

Neste caso, podem ocorrer decepções, mas que não podem abalar a confiança na experimentação. Investigar as razões pelas quais os resultados encontrados foram diferentes dos previstos pode ser uma alternativa tão rica quanto aquela de obtê-la (BIZZO, 2009, p. 96).

A utilização de materiais alternativos e de baixo custo para a construção de equipamentos também pode ser considerada uma grande aliada das aulas; além de

despertar a curiosidade dos alunos, favorece uma maior consciência ambiental de reaproveitamento de materiais que seriam jogados no lixo. Moreira (1991, p. 84) afirma que “[...] determinados experimentos podem ser perfeitamente desenvolvidos com materiais de baixo custo ou de custo nenhum e que isto até pode contribuir para desenvolver a criatividade dos alunos”. Bizzo (2009) também apoia essa ideia ao escrever que não há necessidade de laboratórios equipados para desenvolver atividades experimentais nas aulas de ciências.

4.5 Aplicação e análise do questionário pós-pesquisa e da entrevista

Após todas essas atividades propostas, os alunos responderam ao questionário final, pós- pesquisa, (APÊNDICE B), semelhante ao proposto no primeiro dia de aula. Enquanto uns o respondiam, outros, individualmente, eram chamados na sala ao lado para a realização da entrevista semiestruturada (APÊNDICE 3).

No questionário final (APÊNDICE B), foi possível analisar a evolução dos alunos em relação ao conhecimento do tema em estudo. Perceberam-se os avanços e as mudanças de concepções ocorridas durante a pesquisa. A seguir, a análise desse objeto avaliativo.

As respostas ao questionamento em relação às possíveis matérias-primas utilizadas para produzir o etanol, os alunos destacaram que é possível obtê-lo a partir do milho, aipim, beterraba, trigo, batata, cana-de-açúcar, abacaxi e mandioca. Somente um aluno afirmou ser viável sua produção a partir da mamona e cinco, de matérias – primas que contenham sacarose.

Dentre as atividades que realizaram durante a prática pedagógica, todos declararam ter gostado da que envolveu o processo de produção do etanol. Comentaram como o experimento foi feito e narraram detalhadamente o processo. Relata-se a seguir uma descrição feita por um aluno e que se assemelha muito aos outros relatos:

Aluno XI: *“Um dos processos foi a do abacaxi, onde este foi processado no liquidificador e com um pano de filtração coado todo o seu líquido. Após isso, foi ajustado o pH com hidróxido de amônia para que os microorganismos pudessem agir e, a seguir, foi adicionado o fermento. Durante a fermentação, os microorganismos quebram a molécula de sacarose em frutose e glicose e estas por sua vez dão origem ao etanol, evidenciando durante o processo a liberação de gás carbônico. Passados dois dias do processo de destilação, esta mistura foi aquecida, ocorrendo primeiramente a evaporação o álcool”.*

Todos os alunos consideraram verdadeira a afirmação “No combustível gasolina, uma determinada quantidade é de etanol”. Ainda ressaltaram que a legislação permite um acréscimo de 20% a 25% de etanol no combustível gasolina. A maneira descrita por todos para se determinar o percentual de álcool na gasolina foi a prática realizada durante a pesquisa que consistiu em adicionar água à gasolina. Relataram detalhadamente que, para verificar esse percentual, pode ser feita uma experiência bem simples. Pegar 50 mL de gasolina e adicionar a ela 50 mL de água. Após, agitar e observar o que acontece com o volume de água. Todos concluíram que este aumenta porque o etanol tem com a água maior afinidade devido à polaridade. Para finalizar, fazer o percentual de álcool na gasolina por regra de três.

Na questão número três, os alunos posicionaram-se em relação à questão ambiental do etanol e todos consideraram ser um biocombustível limpo, pois reduz parte da emissão de gás carbônico ao ambiente; porém, durante o seu cultivo na cana-de-açúcar, aplicam-se diversos fertilizantes contendo nitrogênio ativo em sua composição e, em excesso, ao entrar em contato com a água, prejudicam a população local.

Toda a energia consumida pelos alunos provém da energia hidrelétrica. A seguir, segue uma descrição, feita por um deles, da forma como a energia é produzida nas hidrelétricas e de que maneira ela chega até aos consumidores:

Aluno IV: *“A água que sai do reservatório é conduzida com muita pressão através de tubos até a casa de força, onde estão instaladas as turbinas e os geradores que produzem a eletricidade. A turbina é formada por várias pás ligadas a um eixo, que é ligado ao gerador. A pressão da água sobre essas pás produz um movimento giratório do eixo da turbina. O gerador é um equipamento composto por um ímã e um fio bobinado. O movimento do eixo da turbina produz um campo eletromagnético dentro do gerador, produzindo a eletricidade. A eletricidade chega às nossas cidades através de linhas e torres de transmissão de alta tensão (estas linhas são aquelas das estradas), quando chega nas cidades, ela passa pelos transformadores de tensão, que diminuem a voltagem. A partir daí, a energia elétrica segue pelas redes de distribuição onde os fios instalados nos postes levam até as nossas ruas. Antes de entrar nas casas, a energia passa pelos transformadores de distribuição (também instalados nos postes) que rebaixam a voltagem para 110 volts ou 220 volts. Em seguida, ela vai para a caixa do medidor de energia elétrica, o relógio de luz. Ele que mede o consumo de energia de cada residência”.*

Ao se planejar e construir uma hidrelétrica, muitos são os cuidados ambientais que se deve ter com o objetivo de diminuir impactos ao meio ambiente e à sociedade. Os alunos citaram alguns deles, considerados muito importantes: preservação da fauna e da flora; retirada de animais e alojamento em locais adequados; cuidado com os peixes e construção de um canal ictiofauna; retirada de todas as plantas no local onde será construído o reservatório; realocação de plantas em locais adequados; reposição de árvores em lugares pré-estabelecidos; preservar a mata ciliar para evitar erosão; regular as alterações climáticas.

Os alunos escreveram que os dois processos que utilizam o sol como matéria - prima para a produção de energia são o sistema fotovoltaico e o foto térmico. O que eles consideram ser usado em maior escala atualmente é o foto térmico, que consiste em aquecer a água a partir do sol. Esse sistema, segundo eles, é composto pelos coletores solares (placas) e reservatório térmico. As placas são responsáveis por absorver a radiação solar. O calor do sol, captado pelas placas, é transferido

para a água que circula dentro de tubulações de cobre. A água quente então é armazenada dentro do reservatório térmico.

Consideraram fontes renováveis de energia a hidrelétrica, eólica, solar, biogás, biocombustíveis, maremotriz e biomassa. Um citou a energia a hidrogênio e outro, ainda, a geotérmica. Para eles, uma fonte de energia pode ser considerada renovável quando sua matéria-prima pode ser reutilizável ou ainda quando completa um ciclo e se refaz novamente e, nesse processo, não há agressão ao meio ambiente. A seguir, a definição de ciclo descrita por um aluno:

Aluno 4: *Energia hidráulica usa a água, que evapora, que quando chove vira água novamente. Esta água será usada novamente para a produção de energia e não afetou o meio ambiente.*

Outra forma de avaliar esta pesquisa de mestrado e, principalmente, a prática pedagógica pelo aluno foi por meio de uma entrevista (APÊNDICE C). Enquanto respondiam ao questionário final na sala de aula, a professora realizava a entrevista individual no laboratório de Química. O tempo médio de cada uma foi de, aproximadamente, dez minutos por aluno, sendo necessários quase três períodos para que todos participassem.

A maioria demonstrou tranquilidade e segurança ao responder as questões, pois sabiam que não seriam perguntas específicas sobre o tema em estudo e sim uma avaliação da prática pedagógica da professora. Já alguns demonstraram ansiedade e preocupação ao declararem que, como estavam sendo gravados, tinham receio de fazer alguma colocação incorreta ou não conseguir responder a alguma questão.

A primeira questão da entrevista estava relacionada às suas expectativas em relação à pesquisa. Foi-lhes solicitado que comentassem a respeito disso, bem como ao tema e aos conteúdos. Todos os alunos responderam que foram superadas e alguns ainda mencionaram que aprenderam muito mais do que imaginavam. Segundo os relatos, elas foram contempladas, pois lhes foram propostos muitos

trabalhos práticos onde puderam visualizar o que estávamos estudando, estabelecer relações entre a teoria e a prática, construindo de forma significativa o conhecimento. Alguns também comentaram que achavam que somente iriam abordar conteúdos de Física, Matemática e Química, mas que muitas outras disciplinas e conteúdos foram abordados e revisados. Outra consideração dos alunos foi a aplicabilidade do que estavam estudando com o seu dia a dia. Um ainda relatou que, com esta pesquisa, passou a gostar mais das disciplinas de Física, Química e Matemática.

Questionados sobre o quanto as atividades desenvolvidas durante a pesquisa contribuíram para com a construção do conhecimento e de que maneira, todos mencionaram que, com essas atividades diferenciadas, foi possível estabelecer relações, associar conteúdos, conhecer coisas novas, vivenciar novas experiências e construir o conhecimento de forma coletiva. Argumentaram que a aprendizagem se torna mais significativa quando o aluno é agente ativo nessa construção ao invés de receber tudo pronto ou somente transcrever do quadro para o caderno. O depoimento que segue resume o posicionamento dos alunos em relação às atividades propostas na pesquisa:

Aluna II: *“A gente construiu conhecimento, nada foi passado e dado pronto”.*

Prosseguindo com a entrevista, cada aluno fez uma autoavaliação em relação ao envolvimento e à participação na pesquisa. Um deles relatou não ter participado ativamente das atividades. Salientou que seu desinteresse não estava associado à proposta de trabalho, mas sim a questões pessoais que preferiu não comentar. Os demais colocaram que contribuíram muito, realizando todas as atividades propostas, fazendo leituras para posicionar-se nos debates, elaborando os trabalhos de forma coerente e interessante, auxiliando nas práticas de laboratório e respeitando os colegas nas atividades em grupo. Outro relatou que não participou de forma tão ativa pois se sentia envergonhado em expor suas ideias e falar em público. A professora ficou satisfeita quando alguns relataram que, com a pesquisa, a turma se tornou mais unida.

As atividades que os alunos relataram terem gostado mais foi a visita à hidrelétrica Salto do Forqueta, a produção de etanol a partir do abacaxi, a palestra sobre energia solar e a construção do aquecedor solar. Cinco citaram a visita à hidrelétrica e afirmaram que foi uma oportunidade única e inesquecível. Quatro preferiram a produção do etanol e colocaram que foi uma experiência onde todos puderam participar, fazendo e acompanhando todo o processo. Também foi possível lembrar conteúdos vistos desde o primeiro ano, mas que nunca haviam sido estudados na prática. Três citaram a palestra com o professor da Univates, porque, segundo eles, o palestrante abordou vários assuntos interessantes e diferentes de que não tinham conhecimento. A possibilidade de conhecer e ver de perto o funcionamento de um aquecedor solar também foi ressaltada de forma positiva por muitos alunos. Também vários citaram a construção do aquecedor solar com materiais alternativos, pois não tinham certeza se o que estavam construindo iria funcionar e ressaltaram a importância de se reutilizarem materiais para esse tipo de atividade.

Na questão seguinte, os alunos precisaram apontar uma atividade de que não tinham gostado de realizar. Nesta, eles pensaram bastante e a grande maioria afirmou não ter havido nenhuma, portanto, não poderiam citá-la. Entretanto, dois relataram não terem apreciado muito a que envolveu a produção do cartaz da hidrelétrica, já que só um o desenhou, enquanto os outros pesquisavam. Sugeriram uma atividade onde todos pudessem participar ativamente como, por exemplo, a construção de uma maquete. Um deles também não gostou muito da aula em que se discutiram os dois textos do etanol. Justificou que esta foi muito comum e parecida com as outras e que esperava uma forma diferente de socialização das leituras.

Prosseguindo, a professora explicou que esta pesquisa é uma proposta interdisciplinar. Questionou-se então se os alunos tinham conseguido estabelecer relações do tema com as disciplinas. Todos disseram que sim e em vários momentos. A partir dessas respostas, a professora os estimulou a relatarem uma situação (momento) em que conseguiram perceber tais relações. A maioria da turma respondeu que foi o estudo da hidrelétrica e nomearam todas as disciplinas com as

quais elas foram feitas: História, Geografia, Biologia, Sociologia, Física, Química e Matemática e citaram com qual conteúdo foram estabelecidas. Alguns lembraram o momento da atividade de produção do etanol, pois, a partir dos questionamentos da professora, foram recordando conteúdos de várias disciplinas.

Na sequência, foi-lhes solicitado que comentassem se a realização desta pesquisa trouxe algum benefício para o seu dia a dia ou para a sua vida. Todos afirmaram que sim, justificando o seu posicionamento. Vários afirmaram estarem agora mais preocupados com o meio ambiente, economizando mais água e energia elétrica e cobrando da família uma maior consciência ambiental. Outros comentaram que construíram conhecimentos sobre o etanol que jamais esquecerão, como, por exemplo, sua produção, percentual permitido na gasolina, benefícios e malefícios, entre outros. Um aluno comentou que seu maior sonho é ter no futuro uma casa autossustentável e que a construção do aquecedor solar foi muito útil, pois já tem noção de como pode adaptar um futuramente. A questão de como a energia é produzida e de como ela chega até as residências também foi destacada por muitos como algo útil e benéfico à sua vida.

Na última questão da entrevista, os alunos deveriam sugerir à professora alguma modificação quanto às atividades desenvolvidas. A maioria afirmou que todas foram interessantes e que nada precisava ser alterado. Dois sugeriram que a da confecção do cartaz da hidrelétrica fosse substituída pela construção de uma maquete, pois, provavelmente, ocorreria uma maior participação do grupo na realização da atividade. Ainda, um sugeriu que o estudo sobre energia solar fosse mais explorado, pois sentiu falta de um esquema ou de algo escrito.

Fazendo uma análise do questionário final, perceberam-se os avanços e o crescimento dos alunos. No inicial, muitas questões foram respondidas com dúvidas e incertezas. As respostas eram breves e incompletas. Ao contrário, no final, estão mais completas, com informações coerentes e ricas em detalhes. Nota-se que a construção do conhecimento aconteceu e que a proposta de trabalho e a forma

como foram abordados os temas e conteúdos contribuíram de forma significativa para com a aprendizagem dos alunos.

A partir da entrevista e do questionário final, foi possível fazer uma análise da pesquisa e constatar que os objetivos inicialmente propostos foram atingidos. Ocorreu a construção do conhecimento sobre as fontes de energia e suas relações com o ambiente por meio de experiências, de discussões, de investigações, da integração de saberes, da análise, da participação e das vivências. Percebeu-se também que os alunos não estavam preocupados se aqueles dois instrumentos serviriam como objeto de avaliação. Diferentemente do questionário inicial, não discutiram, em nenhum momento, se valeria nota. Propuseram-se a responder e descrever tudo o que haviam aprendido. Tanto a entrevista quanto o questionário final serviram para o aluno autoavaliar-se e à pesquisa como um todo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da pesquisa realizada com a turma de alunos do 3º ano do Ensino Médio percebeu-se que houve aceitação e envolvimento dos mesmos em relação à proposta. Trabalhar de forma interdisciplinar tornou o processo de aprendizagem mais significativo, participativo, interessante e buscou estabelecer relações com o cotidiano dos estudantes. Ademais, despertou-lhes o interesse, desafiando-os a analisar, construir hipóteses, refletir e a tirar suas conclusões. As aulas foram mais dialogadas, participativas, interativas e construtivas. Também se posicionavam criticamente em relação aos temas e conteúdos abordados e demonstravam segurança ao se pronunciarem nos debates, permitindo, assim, a construção de conceitos com conhecimentos de várias áreas.

Inicialmente, ao se planejar a proposta de pesquisa, imaginou-se trabalhar determinados conteúdos propostos para a série. Mas, logo que as atividades começaram a ser desenvolvidas, percebeu-se a necessidade de revisar conteúdos de anos anteriores e de adiantar outros que seriam trabalhados no final do semestre a fim de compreender o que se estava estudando no momento e para entender determinados fenômenos que estavam sendo observados. Com essa prática interdisciplinar, ocorreu uma abertura maior para discussões e possibilitou ao aluno relacionar os diversos conceitos construídos com seu cotidiano.

O objetivo principal era desenvolver e aplicar uma proposta de aprendizagem interdisciplinar e contextualizada sobre Fontes de Energia e Ambiente nas disciplinas de Física, Matemática e Química através de pesquisa, experimentação e interação.

Constatou-se que esta prática proporcionou debates e discussões com momentos de reflexão e troca de conhecimentos construção de conceitos a partir das vivências, das práticas, das socializações coletivas e das leituras.

A realização de diversos experimentos no decorrer da pesquisa proporcionou aos alunos momentos favoráveis de interações e de debates em que a construção do conhecimento se deu a partir da observação, da manipulação, da problematização, do questionamento e da discussão. Foi unânime o posicionamento dos estudantes na entrevista a favor da realização de experimentos nas aulas, pois, para eles, essa metodologia de trabalho permitiu a inter-relação do aprendido com o que é visto na realidade. Constatou-se que um dos desafios do professor é aliar o conhecimento ensinado com o cotidiano dos alunos. A experimentação pode ser considerada um caminho para construir esta ponte entre a teoria e a prática. A inclusão de experimentos e a construção de protótipos estimularam e motivaram os discentes, rompendo a postura de passividade que muitos demonstravam anteriormente e despertando neles uma atitude mais empreendedora, novas habilidades e a capacidade de buscar soluções alternativas.

Durante a pesquisa, priorizou-se a realização de atividades de forma coletiva. Notou-se que essa maneira de conduzir os trabalhos despertou neles a participação, o posicionamento, a reflexão crítica em relação ao seu ponto de vista e ao dos colegas, o respeito às diferenças, a capacidade de comunicação, a paciência e a cooperação. Inicialmente, percebia-se certo desconforto nos grupos em relação à forma de como seria feita a distribuição das tarefas. Nos últimos trabalhos coletivos, ao contrário, os grupos se organizavam rapidamente e a distribuição das tarefas tornou-se mais fácil, pois a convivência permitiu-lhes conhecer as qualidades de cada um, seus gostos, suas habilidades e suas preferências.

A cada trabalho de pesquisa proposto, notava-se um maior comprometimento dos alunos em relação a essa busca. Estavam preocupados em buscar informações coerentes e em fontes consideradas seguras. Com essas atividades, tornaram-se mais autônomos, participativos do processo de aprendizagem, dinâmicos, críticos e

responsáveis. Pode-se afirmar que a metodologia usada em muitas aulas foi uma aliada no processo de ensino aprendizagem.

Abordar assuntos em relação à questão ambiental também despertou nos educandos o interesse pela pesquisa, pois é um tema de preocupação mundial e que requer uma mudança de postura e atitudes para se conviver harmoniosamente com o meio ambiente. Alguns deles mostraram-se mais conscientes e responsáveis da importância dessa preservação para a sua geração e às próximas.

Concluiu-se também que, ao propor um trabalho interdisciplinar e contextualizado onde a integração de saberes e a relação com o cotidiano e vivências dos alunos são fatores importantes para a construção do conhecimento, o professor precisa estar em constante busca e qualificação. É preciso tornar-se, junto ao aluno, um pesquisador, um amante da leitura e estar em permanente atualização. Nesta forma de conduzir as aulas, o papel da professora não foi somente o de transmitir conhecimentos, repassar conceitos e fórmulas. Em muitos momentos, sentiu-se insegura e receosa em continuar. Mas a empolgação e a motivação dos alunos em cada aula, demonstrava que estava no caminho. Se este era o certo, não se pode afirmar com certeza, mas estava sim proporcionando bons momentos de reflexão, de construção do conhecimento e de aprendizagens significativas.

6 REFERÊNCIAS

BAUER, MartinW.; GASKELL, George. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; JUNIOR, Celestino Alves da Silva. **Formação de Professores e Avaliação Educacional**. São Paulo: UNESP, 1999.

BIZZO, Nelio. **Ciências: fácil ou difícil?** 1. ed. São Paulo: Biruta, 2009.

BOCHNIAK, Regina. **Questionar o conhecimento: Interdisciplinaridade na Escola**. 2. ed. São Paulo: Loyola, 1998.

BRANCO, Samuel Murgel. **Energia e meio ambiente**. 2. ed. reform.- São Paulo: Moderna, 2004.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais**. Secretaria de Educação Fundamental – Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. - Brasília: Ministério da Educação, 1999.

DEMO, Pedro. **Desafios modernos da Educação**. Rio de Janeiro: Vozes, 1993.

DEMO, Pedro. **Avaliação sobre o olhar propedêutico**. São Paulo: Papyrus, 1996.

DEMO, Pedro. **Conhecer e Aprender: Sabedoria dos Limites e Desafios**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda, 2000.

DEMO, Pedro. **Educar pela Pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Autores Associados Ltda., 2005.

DI PIERRO, Maria Cândida. **Por que falar sobre energia na escola?** Disponível em: <http://www.sescsp.org.br/energia/arquivos/por-que-falar-sobre-energia-na-escola-maria-candida.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2012.

FAZENDA, Ivani. **Interdisciplinaridade: Um projeto em parceria**. São Paulo: Loyola, 1991.

FAZENDA, Ivani. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro, efetividade ou ideologia**. 3. ed. São Paulo: Loyola, 1993a.

FAZENDA, Ivani. **Práticas interdisciplinares na escola**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1993b.

FAZENDA, Ivani. **Interdisciplinaridade: História, Teoria e Pesquisa**. Campinas, São Paulo: Papirus, 1994.

FAZENDA, Ivani. **Interdisciplinaridade: Um projeto em parceria**. 5. Ed. São Paulo: Loyola, 2002.

FREIRE, Paulo **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. ed. especial: São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GANDIN, Danilo; CRUZ, Carlos Henrique Carrilho. **Planejamento na sala de aula**. 6.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e Patologia do Saber** Rio de Janeiro: Imago Editora Ltda., 1976.

JOCHEM, Eberhard; UMBACH, Frank; HUSAR, Jörg; MAIHOLD, Günther; OLIVEIRA, Adilson de; NAVAJAS, Fernando; CONT,Walter. **Energia: da crise aos conflitos?** n. 4 Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, 2005.

KILPP, Guilherme Germano. **Consumo Energético: Um tema para o presente ou para o futuro?** Lajeado, 2009. Disponível em:
<http://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/101/1/GuilhermeKilpp.pdf>.
Acesso em: 28 jan. 2012.

KRONBAUER, Selenir Corrâ Gonçalves; SIMIONATO, Margareth Fadanelli. **Formação de professores: abordagens contemporâneas.** São Paulo: Paulinas, 2008.

LEAL, Murilo Cruz. **Didática da Química-fundamentos e práticas para o Ensino da Química.** Belo Horizonte: Dimensão, 2009.

MALDANER, Otávio A.. **A formação inicial e continuada de professores de química.** 2 ed. Ver. Ijuí: Ed. Injuí, 2003.

MORAES, R. **Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva.** *Revista Ciência e Educação*, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MOREIRA, Marco Antônio; AXT, Ronaldo. **Tópicos em Ensino de Ciências.** Porto Alegre: Sagra, 1991.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, Herivelto; CALEFFE, Luiz Gonzaga. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador.** 2.ed.- Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

NESELLO, Leocir José. **A experimentação como possibilidade de contemplar a interdisciplinaridade.** Lajeado, 2010. Disponível em:
<http://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/111/1/LeocirNesello.pdf>. Acesso: 28 jan. 2012.

OLIVEIRA, Marta Kohl. **Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento. Um processo sócio-histórico.** São Paulo: Scipione, 2004.

PAVIA, Donald L.; LAMPMAN, Gary M.; KRIZ, George S.; ENGEL, Randall G. **Química orgânica experimental: técnicas de escala pequena.** Porto Alegre: Bookman, 2009.

PAVIANI, Jayme. **Interdisciplinaridade: Conceito e distinções**. Porto Alegre: PYR, 2005.

PERRENOUD, Philippe. **Avaliação: da Excelência à Regulação das Aprendizagens Entre Duas Lógicas**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite. **Química: na abordagem do cotidiano**. 3. Ed. São Paulo: Moderna, 2007.

POMBO, Olga. **Interdisciplinaridade: Conceito, problemas e perspectivas**. Disponível em <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/mathesis/interdisciplinaridade.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2011.

PORTO, Amélia; RAMOS, Lizia; GOULART, Scheila. **Um olhar comprometido com o ensino de ciências**. 1. ed. Belo Horizonte: FAPI, 2009.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.

ROCHA, Julio Cesar; ROSA, André Henrique; CARDOSO, Arnaldo Alves **Introdução à química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SCORSATTO, Maicon Castro. **Uma abordagem alternativa para o ensino da física: Consumo racional de energia**. Lajeado, 2010. Disponível em: <http://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/117/1/MaiconScorsatto.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2012.

SOARES, Max Castelhana. **Uma proposta de trabalho interdisciplinar empregando os temas geradores alimentação e obesidade**. Santa Maria, 2010. Disponível em; http://w3.ufsm.br/ppgecqv/Docs/Dissertacoes/Max_Soares.pdf. Acesso em: 28 jan. 2012.

WEBER, Jacir Vicente. **A INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE AS CIÊNCIAS E A EDUCAÇÃO FÍSICA NA VISÃO DE ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL E**

MÉDIO. Santa Maria, 2009. Disponível em:
http://w3.ufsm.br/ppgecq/Docs/Dissertacoes/Jacir_Weber.pdf. Acesso em: 28 jan.
2012.





APÊNDICES

APÊNDICE A: Questionário Inicial

Professora pesquisadora: Nara Regina Hennemann

Este questionário compõe parte da pesquisa da dissertação do Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário Univates. Ela será realizada com os alunos do 3º ano do Ensino Médio, do Colégio Sinodal Conventos de Lajeado – RS.

As questões têm como objetivo traçar um perfil da turma em relação a aspectos pessoais, da vida escolar e das ideias prévias do aluno relacionados ao tema “Fontes de Energia e Ambiente: Uma proposta interdisciplinar no ensino de Ciências Exatas”. As informações coletadas serão tratadas com sigilo, preservando-se o anonimato dos respondentes.

1- Sexo:

- Feminino Masculino

2- Idade:

- 15 anos 16 anos 17 anos 18 anos ou mais: _____

3- Município onde reside: _____

4- Quanto tempo estuda na escola?

- 1ano 2 anos 3 anos 4 anos 5 anos

- 6 anos ou mais: _____

5- Qual das disciplinas você gosta mais?

- Física Química Matemática outra. Qual?

6- Você encontra dificuldade(s) para realizar as atividades solicitadas pelos seus professores? Não Sim. Qual(is)

7- Você está fazendo o ensino médio por quê?

- é necessário para o mercado de trabalho;
- gosta de estudar;
- os pais obrigam estudar;
- quer cursar um curso no ensino superior;
- encontrar com amigos e colegas;
- outra. Qual?

8- Quanto tempo você dedica aos estudos fora da escola?

- Menos de 1 hora Entre 1 e 2 horas
- Entre 3 e 4 horas 4 horas ou mais: _____

9- Além de cursar o Ensino Médio, você realiza outra atividade?

- Não Sim. Qual(is)?

10- Você considera que atividades diferenciadas como visitas, experimentos e palestras podem contribuir na construção do seu conhecimento?

- Contribui Não Contribui Em parte

11- Quais são suas expectativas em relação a esta pesquisa?

12- De qual fonte energética provém a energia elétrica utilizada na sua casa?

13– Represente, da maneira que achar mais conveniente, como a energia elétrica que você utiliza é produzida e como ela chega até a sua casa.

14- Quais são as vantagens e/ou as desvantagens que envolvem a produção de energia elétrica que você consome diariamente?

15- Quais das fontes de energia citadas abaixo pode ser considerada uma fonte renovável?

Eólica

Hidrelétrica

Solar

Biocombustíveis

Termoelétrica

Nuclear

Biomassa

Geotérmica

16- O Sol pode ser considerado uma fonte de energia ?Comente.

17- A energia solar pode ser usada para produzir eletricidade? Em caso afirmativo, descreva como você considera ser esse processo.

18- O etanol pode ser considerado um biocombustível ou um combustível fóssil? Justifique sua resposta.

19- O etanol pode ser produzido somente a partir da cana -de -açúcar? Comente.

20- Quais os impactos ambientais que podem ser causados com a produção de energia hidrelétrica, solar e biocombustíveis?



APÊNDICE B: Questionário Pós-pesquisa

Professora pesquisadora: Nara Regina Hennemann

A prática pedagógica da pesquisa envolvendo o tema “Fontes de Energia e Ambiente: Uma proposta interdisciplinar no ensino de Ciências Exatas” está finalizando e, acreditando no teu crescimento e envolvimento neste processo, solicita-se que respostas às questões abaixo:

- 1- A partir de quais matéria-primas o etanol pode ser produzido e descreva um destes processos de produção.
- 2- No combustível gasolina uma determinada quantidade é de etanol. Esta afirmação é verdadeira, e de que maneira você poderia determinar o percentual deste álcool na gasolina?
- 3- O etanol é considerado um biocombustível limpo, verde ou ecologicamente correto por todos?
- 4- A energia elétrica utilizada na sua casa provém da energia hidrelétrica. Descreva como ela é produzida e como ela chega até sua residência.
- 5- Quais cuidados ambientais que se devem ter ao se construir uma hidrelétrica?

APÊNDICE C: Roteiro de questões para a entrevista

Roteiro de questões para a entrevista gravada com os alunos

1. Esta pesquisa contemplou suas expectativas em relação ao tema trabalhado? Comente.
2. As atividades realizadas durante a pesquisa, como visitas, experimentos e palestras contribuíram para a construção do seu conhecimento? Comente.
3. Fale como foi sua participação e motivação no processo ensino-aprendizagem durante o desenvolvimento da pesquisa.
4. Dentre as atividades que foram realizadas, qual(is) a(s) que mais gostou? E a(s) que menos gostou? Comente.
5. Além dos conteúdos vistos em aula, existe algo mais que a realização deste trabalho trouxe para o seu dia a dia ou para a sua vida? Comente.
6. Após avaliar o trabalho planejado pela professora, você gostaria que algo fosse mudado nas atividades desenvolvidas? O que?

APÊNDICE D: Prática de produção do etanol-Parte: 1

Prática: Produção do etanol a partir do extrato de abacaxi

- Produzir etanol a partir do extrato de abacaxi.
- Compreender o processo de preparação do etanol estabelecendo relações entre os conteúdos de física, matemática e química
- Analisar e estudar os processos e as reações químicas envolvidas.

Materiais e reagentes necessários:

- Pano para filtração
- Fermento biológico (*Saccharomyces cerevisiae*)
- Panela de alumínio
- Béquer
- Fita para determinação do pH
- Kitassato
- Rolha
- Óleo Vegetal (azeite)
- Liquidificador
- Destilador
- Bastão de vidro

Parte 1: Fermentação do álcool

Procedimentos:

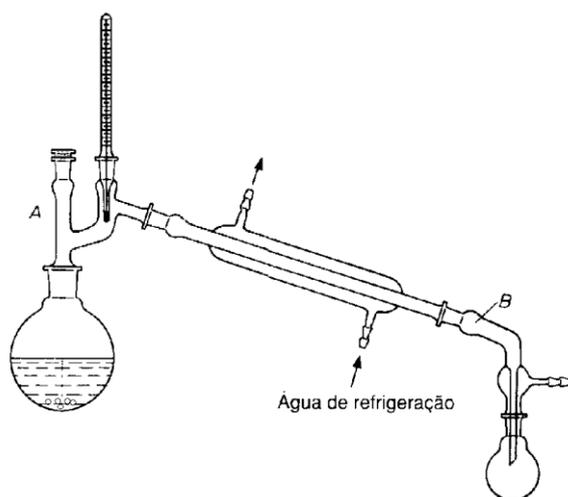
- Processar no liquidificador o abacaxi;
- Filtrar o processado no pano de filtração e recolher o filtrado no kitassato;
- Acertar o pH;
- Adicionar o fermento (*Saccharomyces cerevisiae*);
- Agitar utilizando um bastão de vidro;
- Adaptar uma rolha no kitassato;
- Introduzir no outro orifício do kitassato uma mangueira de látex (aproximadamente 60 cm de comprimento);
- Mergulhar a extremidade livre do tubo de látex num frasco com água;
- Deixar o sistema em repouso até o próximo dia

APÊNDICE E: Destilação do etanol-Parte 2

Parte 2: Destilação do álcool

Procedimentos:

- Colocar o produto resultante da fermentação no balão de 500 mL;
- Adicionar ao líquido hidroalcoólico do balão três a quatro pedras de ebulição (porcelana);
- Colocar o balão dentro da panela no banho de óleo;
- Montar o sistema de destilação como mostrado na figura abaixo;



- Ligar o aquecimento do banho de óleo e a água de refrigeração do Condensador;
 - Recolher num béquer o destilado que sair entre 78° e.....
- Responder em grupos de três alunos e entregar uma cópia para a professora pesquisadora:**

- 1- Por que não é feita a destilação imediatamente após a adição do microorganismo?
- 2- Por que antes de acrescentar o fermento acertamos o pH?
- 3- Por que mergulhamos uma das extremidades da mangueira de látex em um béquer com água?
- 4- Explique em que consiste o processo de fermentação.
- 5- Por que utilizou-se o processo de destilação e não outro para separar a mistura?
- 6- Durante a destilação ocorre uma reação química ou física?
- 7- Por que mergulhamos o balão volumétrico em óleo e não em outra substância, como, por exemplo, água?
- 8- Qual o nome usual, fórmula molecular e estrutural do etanol?
- 9- Qual é a reação química que ocorreu neste processo de produção do etanol?
- 10- Cite outras fontes de matéria – prima da qual pode se produzir o etanol.
- 11- Quais as aplicações do etanol?
- 12- Dos conteúdos que você aprendeu, quais conseguiu relacionar nesta prática ?

APÊNDICE F: Teor de álcool na gasolina

Prática: Analisar o teor de álcool na gasolina

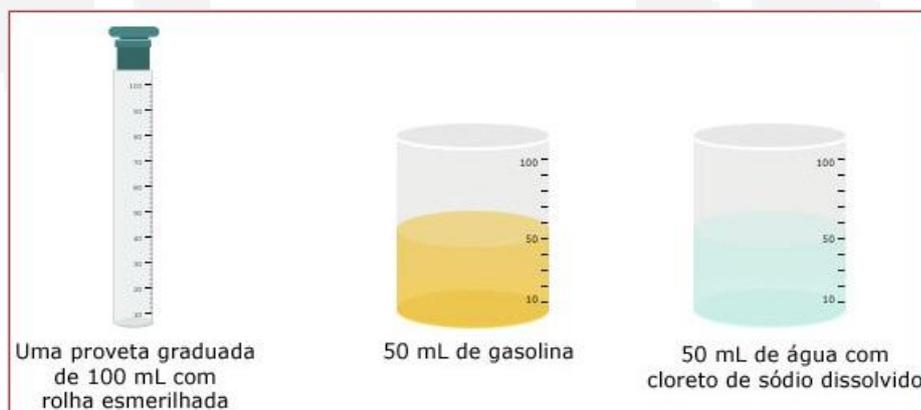
Objetivo:

- Determinar o teor de álcool na gasolina.

CUIDADOS:

A gasolina é um líquido tóxico, bastante volátil. Durante a realização desta experiência, mantenha o laboratório arejado e evite a inalação dos vapores de gasolina. Também a gasolina é altamente inflamável; assim, durante a realização desta experiência, não deve haver qualquer chama acesa no laboratório.

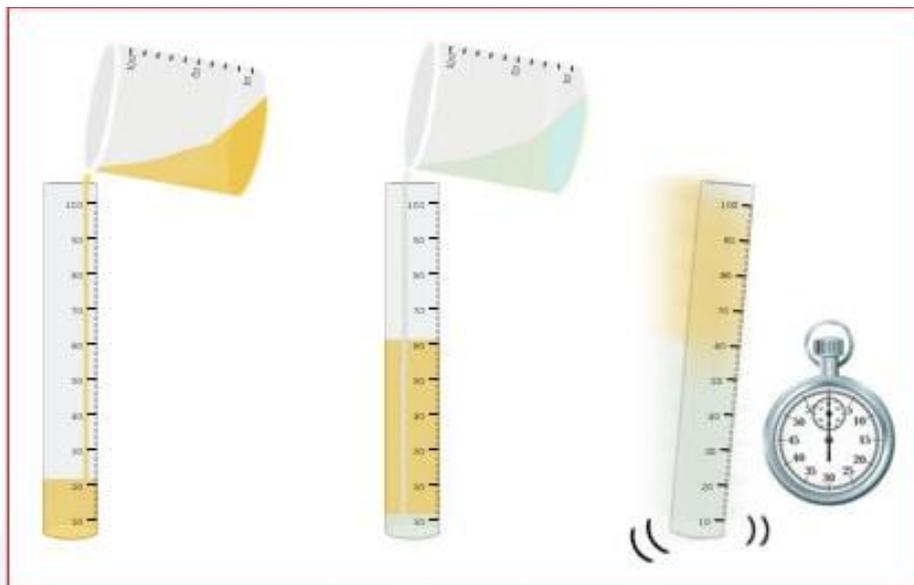
Materiais necessários:



Procedimentos:

- Pegue duas provetas;
- Coloque 50 mL de gasolina em cada proveta;
- Em uma proveta, acrescente água com cloreto de sódio (dissolvido) até o traço de referência (100 mL) e, na outra, acrescente somente a água na gasolina até o traço de referência (100 mL);
- Feche bem as provetas e agite várias vezes;

- Deixe em repouso e faça a leitura do volume abaixo da gasolina.



- **Responder em grupos de três alunos e entregar uma cópia para a professora pesquisadora:**

- 1- Depois do processo misturado, o que você observa em cada uma das provetas? Dê uma explicação à sua observação.
- 2- Por que em uma proveta misturou-se água com NaCl? Qual é a função do cloreto de sódio neste experimento?
- 3- Qual o nome dado à mistura obtida nos sistemas?
- 4- Aparentemente, o nível de água aumentou? A que se atribui este aumento?
- 5- Por que observasse duas fases na mistura?
- 6- Qual a quantidade de gasolina que ainda tem na proveta? Quanto isto representa em porcentagem?
- 7- No início do experimento, havia 50 mL de água. Qual é o nível de água após o processo? O que esse novo nível indica?

- 8- De quanto foi o acréscimo de água na proveta? Quanto este acréscimo representa em porcentagem e que substância é esta que se misturou com a água?
- 9- É comum escutar casos e denúncias de postos de abastecimento que alteram a gasolina adicionando mais álcool do que o permitido por lei. Qual é o objetivo dessa fraude?
- 10- Faça uma pesquisa na legislação brasileira para verificar qual a quantidade permitida de álcool na gasolina estabelecendo uma relação entre essa prática e a Resolução ANP nº 9, de 7 de março de 2007.
- 11- Faça uma pesquisa nos postos de combustíveis ou em outras fontes sobre o preço do etanol neste ano. Represente estes dados em um gráfico de linhas e em um gráfico de barras.



ANEXO 1: “Biocombustível, o mito do combustível limpo” dos autores Arnaldo Alves Cardoso, Cristine de Mello Dias Machado e Elisabete Alves Pereira



Arnaldo Alves Cardoso, Cristine de Mello Dias Machado e Elisabete Alves Pereira

Este artigo apresenta aspectos ambientais relevantes sobre a produção e o uso do biocombustível, principalmente o álcool, desmistificando a denominação de combustível limpo utilizada, em especial, pelos meios de comunicação, quando se refere a esse tipo de combustível. O artigo procura também mostrar o quanto é importante conhecer os princípios básicos de química, especialmente a química do nitrôgênio, para compreender e discutir os destinos da economia do país.

► biocombustível, etanol, combustível limpo ◄

Resumo em Português (2008)

Combustível limpo, verde ou ecologicamente correto são formas como os meios de comunicação se referem ao biocombustível e, mais especificamente, ao álcool. O aspecto ambiental positivo destacado na imprensa sobre o uso de biocombustível faz com que ele se apresente ao leitor como algo benéfico ao ambiente. Criou-se um verdadeiro mito, uma idéia falsa sem correspondente na realidade. No entanto, por que o biocombustível, e em especial o álcool, ganhou essa fama de benéfico ao meio ambiente? Quais as qualidades que fazem a imagem de “bom moço” do biocombustível? Por que ele é o único combustível sempre tratado como limpo, ecologicamente correto, não poluente e outros adjetivos, que deixaram o usuário sem remorso de usar o carro mesmo que seja para passear com o cachorro? Dentro desse contexto ambiental, outra questão está sendo feita: o Brasil deve assumir o papel de grande produtor mundial

Combustível limpo, verde ou ecologicamente correto são formas como os meios de comunicação se referem ao biocombustível e, mais especificamente, ao álcool.

de biocombustíveis? Respostas para essas questões requerem conhecimento técnico para subsidiar a discussão. Entretanto, é importante que um grande número de pessoas participe da discussão, já que os possíveis benefícios e os prejuízos podem afetar grande parte da população. Conhecer os diferentes aspectos da questão é fundamental neste momento tão delicado para o nosso país, que está construindo o seu futuro, e para o planeta, que vive uma expectativa com a iminência de uma mudança global no clima e que pode comprometer o futuro da população mundial. A participação nas discussões sobre o destino da nação é a garantia da nossa cidadania, e a discussão fundamentada sobre questões globais é importante para assegurar a sobrevivência da nossa espécie como habitante do planeta Terra.

No momento que fontes alternativas de energia são fundamentais para produção do combustível necessário

para manter em funcionamento diversos equipamentos criados pela tecnologia para facilitar a vida do homem, o conhecimento químico mostra sua relevância. A produção de novos combustíveis para gerar energia é uma das áreas de atuação da Química. E também é o conhecimento químico que permite antever possíveis problemas ambientais resultantes de produção, transporte e uso desses combustíveis. A relevância do conhecimento químico básico é mostrada aqui como essencial para entender a questão agora feita neste início de século: qual a real vantagem de se usar o biocombustível? Quais os riscos decorrentes da sua produção e utilização para o ambiente?

Para pesquisadores da área de Química Ambiental, infelizmente o álcool e o biodiesel ainda estão longe de serem considerados combustíveis limpos, e usar estes significa que continuamos emitindo poluentes para atmosfera e poluindo nossos rios, cidades, campos e florestas. Além disso, o fato de nos tornarmos um grande produtor de biocombustível, para minimizar o aquecimento global, pode resultar em prejuízos ambientais

para o país. A maioria da população não está sendo alertada que pode ter que pagar pelos estragos resultantes da produção de biocombustível em larga escala. Este artigo tem como objetivo discutir aspectos ambientais gerais sobre o uso e a produção de biocombustível.

Entendendo o papel ambiental do biocombustível

Para entender o papel ambiental do biocombustível limpo, precisamos recordar o conceito de ciclos dos elementos. Em nosso planeta, alguns elementos químicos estão sendo constantemente transformados, mudando de fases e migrando entre os diversos compartimentos (solo, águas superficiais, atmosfera e a biota). O ciclo mais fácil de entender e constatar é o da água. Aquela chuva que você tomou na estrada no percurso da volta da praia foi formada pela evaporação da água do mar onde você nadou horas atrás. O mesmo acontece com o carbono: o seu metabolismo interno está produzindo gás carbônico (CO_2) que é levado pelo sangue aos pulmões. Na expiração, o dióxido de carbono é emitido para a atmosfera onde pode ser arrastado pelo vento e finalmente coletado por uma folha e, após o processo de fotossíntese, se transformar em parte de uma árvore. Parte do gás também pode se dissolver na água do mar e virar sedimento no fundo do oceano. Esse ciclo de materiais é conhecido como ciclo biogeoquímico, isso porque o elemento se transforma formando compostos que em um momento podem fazer parte da biota e, em outro, da crosta terrestre. A contabilização da quantidade de material que entra e a que sai em um compartimento de um ciclo é conhecido como balanço de material. A alteração da quantidade de material presente em um dos compartimentos de um ciclo biogeoquímico interfere no meio ambiente, isto é, tanto na parte viva (bio) quanto na inanimada (geo), e é uma forma conceitual para entender a poluição por componentes químicos.

Sob o aspecto ambiental, podemos dizer que o uso do biocombus-

tível pouco interfere no ciclo biogeoquímico do carbono, ciclo esse que está intimamente relacionado com a homeostase do planeta, mais conhecido como efeito estufa. O carbono emitido para atmosfera, durante a queima do biocombustível na forma de dióxido de carbono, volta a se fixar novamente no vegetal durante o seu crescimento pelo processo da fotossíntese. O balanço de carbono é igual a zero para atmosfera e, portanto, estamos deixando de poluir o ambiente. Quando o petróleo é retirado em grande quantidade das profundezas da terra e queimado na forma de um combustível, o carbono é jogado na atmosfera e se acumula, já que o processo de retirada do dióxido de carbono da atmosfera não foi modificado. Comparando os dois combustíveis, sob o aspecto de contribuição de carbono para atmosfera, podemos dizer que o combustível proveniente do petróleo apresenta um balanço positivo para atmosfera, enquanto que o biocombustível apresenta um balanço igual a zero. Dessa maneira, o biocombustível é mais conveniente para o ambiente e considerado um combustível limpo com relação ao balanço de carbono para a atmosfera. No passado recente, os meios de comunicação usavam a denominação de combustível renovável para o álcool combustível. Essa forma mais conveniente é como o linguajar técnico classifica esse tipo de combustível. O termo renovável significa que a matéria-prima, a biomassa, se renova a cada safra como produto da fotossíntese que é um processo que envolve a transformação do gás dióxido de carbono, água e luz solar produzindo a estrutura vegetal da cana-de-açúcar. O conceito de renovável é mais conveniente porque ele facilita o entendimento do balanço igual a zero para o carbono na atmosfera.

Para continuar a análise do alcance do termo combustível limpo, precisamos pensar nos outros elementos envolvidos na formação da biomassa. Enxofre, nitrogênio, fósforo e potássio são os principais elementos envolvidos no processo do crescimento de um vegetal. Estes são os macrocons-

tituintes dos vegetais e devem ser incorporados anualmente ao solo na forma de adubos. Como resultado do processo de adubação, já não existe mais a condição de balanço igual a zero para esses elementos. Reforçamos assim a idéia de que o conceito de combustível limpo se restringe ao elemento carbono. No entanto, qual a relevância ambiental de um balanço diferente de zero para um elemento? Dentre os quatro macroconstituintes dos vegetais que possuem balanço positivo no ciclo biogeoquímico, o nitrogênio é o que merece maior atenção ambiental.

O nitrogênio e a produção de biocombustível

Diferentemente dos problemas ambientais de caráter global, como o buraco da camada de ozônio e o aquecimento global, os compostos de nitrogênio afetam o ambiente em escala local ou regional e isso significa diferentes palcos de discussões. Enquanto que, no primeiro caso, o risco global requer fórum de discussão patrocinado por organizações internacionais, que já produziram acordos como o protocolo de Montreal e o protocolo de Kyoto, no segundo caso, a ação local da poluição requer conscientização e mobilização de forças regionais nem sempre ativas. Essa diferença de tratamento geralmente resulta em dois fatos bastante comuns: as questões ambientais globais ganham maior visibilidade nos meios de comunicação em detrimento de problemas ambientais locais não menos relevantes, além disso os prejuízos ambientais provenientes de efeitos globais podem ser cobrados de uma forma mais justa entre os causadores e os prejudicados. Esse é o objetivo do conceito de crédito de carbono criado para que grandes emissores de carbono para atmosfera financiem países com programas de conservação de carbono, preservando-o, por exemplo, na forma de florestas. Quando se busca uma solução ambiental, é fundamental conhecer com qual extensão ocorre o problema para saber como conduzir debates e de quem cobrar a solução. Problemas ambientais locais

exigem leis de controle e de aplicação local. Já questões globais merecem a formulação de tratados com acordos assinados por representantes de governos de nações.

O ciclo biogeoquímico do nitrogênio já foi muito afetado pela ação do homem. Atualmente o ser humano já dobrou a quantidade de nitrogênio ativo no ambiente. O nitrogênio ativo é aquele com atividade química e biológica e possui potencial para modificar as propriedades físicas do ambiente ou da biota. O nitrogênio ativo não pode ser confundido com o gás nitrogênio (N_2) que é o principal componente da atmosfera e é considerado inerte. O nitrogênio ativo é responsável por provocar problemas ambientais locais e regionais como a chuva ácida, a contaminação de águas e ainda com grande potencial para afetar a biodiversidade de florestas naturais. Como o nitrogênio ativo pode se apresentar na forma de gases (NO , NO_2 , N_2O e NH_3) ou compostos solúveis na água (NH_4^+ e NO_3^-), sua ação não está limitada ao local onde foi produzido. Muitas vezes, os gases de nitrogênio ativo se depositarão a centenas de quilômetros do local onde foi formado.

Quando ocorre a formação ou o transporte não intencional de compostos de nitrogênio ativo que afetam o ciclo biogeoquímico do nitrogênio? Os principais mecanismos são: a) arraste pela água de chuva do nitrogênio contido em adubos; b) ação de microorganismos no solo, transformando parte do adubo aplicado em gases; c) produção de nitrogênio ativo por bactérias existentes em raízes de leguminosas que transforma o nitrogênio inerte do ar em nitrogênio ativo; d) formação de gases nitrogenados como produto da combustão de qualquer combustível.

A cultura da cana-de-açúcar atua direta ou indiretamente nos quatro mecanismos de formação e dispersão de nitrogênio ativo no ambiente. O processo se inicia quando cerca de 100 kg por ano de fertilizantes nitrogenados são adicionados ao solo por hectare na cultura da cana-de-açúcar. Parte do fertilizante é usado pelas plantas no processo de crescimen-

to, mas parte é perdida, arrastada pela água de chuva para os rios ou transformada em gás pelos microorganismos e liberado para atmosfera. Para recuperar o solo no intervalo da safra de cana, é plantado o amendoim ou a soja que abrigam em suas raízes bactérias que transformam o nitrogênio inerte em nitrogênio ativo. Qualquer combustão que ocorra em presença de ar atmosférico (cerca de 78% de nitrogênio e 21% de oxigênio) gera calor que favorece a reação química que combina o nitrogênio inerte com oxigênio e gera nitrogênio ativo (NO e NO_2). A queima da palha de cana, só no estado de São Paulo, emite por ano cerca de 46 mil toneladas de nitrogênio ativo para a atmosfera (Machado e cols., 2008). Esse nitrogênio ativo foi produzido pela queima de folhas de cana que contém nitrogênio na sua estrutura e também pelo calor gerado que converte o nitrogênio do ar em NO . Entretanto, a produção de nitrogênio ativo não se limita ao local da produção da cana-de-açúcar. Como o álcool servirá de combustível em uma máquina de combustão interna, quantidades adicionais de nitrogênio ativo serão geradas nesse processo. Segundo dados da CETESB, em 2005, na região metropolitana da cidade de São Paulo (1.747 km² e mais de 17 milhões de habitantes), foram emitidos cerca de 330 mil toneladas por ano de gases NO_x (NO e NO_2), dos quais 95,8% foram emitidos pelos veículos em circulação. Só considerando os processos de combustão utilizados pela sociedade moderna como principal forma de obter energia, é possível entender porque o homem afetou tanto o ciclo biogeoquímico do nitrogênio.

A água é um importante meio de dispersão de nitrogênio no ambiente, graças à alta solubilidade dos seus compostos. Parte do adubo adicionado ao solo para as diversas culturas vegetais e que é arrastado pelas águas da chuva acaba tendo como destino final corpos d'água diversos. Para agravar o problema, muitos rios e lagos já carregam compostos de nitrogênio dissolvidos proveniente de esgotos domésticos (tratados ou

não). O excesso de nitrogênio ativo na água favorece o crescimento de grandes quantidades de algas e plantas que se aproveitam dessas águas "adubadas". Essas águas, com excesso de vegetais, conhecidas como eutrofizadas, apresentam diversos problemas ambientais. Algas em excesso podem produzir compostos tóxicos para os peixes e animais, e o simples fato de que esses vegetais, em um dado momento, morrerão e apodrecerão pode resultar em um decréscimo da qualidade da água. Mesmo rios e lagos que estão a algumas centenas de quilômetros de uma região produtora de cana-de-açúcar ou de uma grande cidade estão recebendo nitrogênio ativo, já que eles são alcançados pelo nitrogênio ativo carregado pela água ou transportado na forma de gás pela atmosfera. Processo similar pode ocorrer em florestas preservadas e até bem isoladas. O nitrogênio ativo que é transportado pela atmosfera e se deposita no solo é bem aceito por algumas espécies vegetais que crescem com maior vigor do que outras. É quando a biodiversidade é afetada.

Os compostos de nitrogênio fazem parte ativamente da química da atmosfera, participando de várias transformações que ocorrem no seu interior. O dióxido de nitrogênio (NO_2) presente na atmosfera é transformado em ácido nítrico, formando a chuva ácida, que modifica o pH do solo e das águas com conseqüências ambientais já conhecidas. O dióxido de nitrogênio tem também a propriedade de catalisar reações atmosféricas em presença de luz solar, as quais formam, entre outros, o ozônio (O_3). Esse composto que filtra as radiações solares quando presente na alta atmosfera, região conhecida como camada de ozônio, é um grande vilão quando formado na baixa atmosfera, região onde vivemos. Ele é altamente tóxico a animais e plantas e ataca diversos materiais como borracha e pigmentos. Medidas de concentração de ozônio, feitas por nós na região produtora de cana-de-açúcar de Araraquara (SP), mostram que os valores alcançados na época

de safra da cana são próximos ao de um grande centro poluído como São Paulo.

A queima da palha da cana emite, além do NO e NO₂, outros gases e muito material particulado. Já a queima do álcool combustível em motores emite também formaldeído e acetaldeído que são vapores tóxicos, mas por outro lado emite menos monóxido de carbono, dióxido de enxofre e material particulado que os derivados do petróleo. Esse é outro aspecto positivo do álcool no ambiente, já que esses três últimos poluentes juntos possuem grande peso na composição do índice de poluição do ar medido por agências de controle nas grandes cidades. Quanto à emissão do nitrogênio ativo, nenhuma diferença faz o tipo de combustível utilizado, já que os gases NO e NO₂ são sempre emitidos. Pelo aspecto da Química Ambiental, para chamar o álcool ou outro biocombustível de combustível limpo, é necessário esconder muita sujeira debaixo do tapete.

O fato relevante é que a utilização de qualquer combustível em processo de combustão afeta o meio ambiente, seja ele um biocombustível ou um combustível fóssil. Não existe combustão ambientalmente limpa. Todo usuário de combustível precisa conhecer este fato. No caso do uso do biocombustível, o usuário não está contribuindo para o aquecimento global, mas "apenas" para poluição local e regional. O único combustível limpo é aquele que não foi gasto e sequer produzido, porque economizar combustível ainda é a melhor forma de minimizar efeitos no ambiente. Para os habitantes das regiões produtoras, somam-se também os encargos de arcar com os prejuízos ambientais da produção do biocombustível que, como já discutido, nada tem de limpo. Portanto, a região produtora e seus vizinhos a algumas centenas de quilômetros poderão possivelmente ter de arcar com esse ônus. Seria justo pagar

uma conta local pela produção do biocombustível para minimizar o efeito estufa, um problema global? O entendimento da questão é importante já que nada mais justo do que cobrar uma taxa ambiental dos países que utilizam o biocombustível como ressarcimento para reparar danos ambientais ocorridos nas regiões produtoras. Isso não significa que deveremos ser contra o biocombustível, mas que devemos estar alertas a possíveis consequências

O excesso de nitrogênio ativo na água favorece o crescimento de grandes quantidades de algas e plantas que se aproveitam dessas águas "acubadas".

negativas da produção e do uso desse tão importante combustível. É também relevante considerar que a necessidade do biocombustível pelos países desenvolvidos é resultado

do pouco caso que esses grandes usuários de combustível deram no passado aos avisos do aquecimento global. Nada mais justo que eles paguem a conta agora.

Para saber mais sobre os compostos de nitrogênio no ambiente

Conhecer o quanto o homem perturbou o ciclo natural do nitrogênio por adição de compostos de nitrogênio é fundamental para estimar qual é sua contribuição para o aumento da poluição. Com esse objetivo, é construído o modelo do ciclo biogeoquímico contabilizando as quantidades dos principais compostos de nitrogênio presentes em cada um dos compartimentos. Nessa construção, é necessário determinar quanto e quais compostos de nitrogênio existem em ambientes pouco afetados pelo homem. A quantidade e o tipo de composto varia muito de um local para outro e é inviável fazer medidas em todas as regiões do planeta. Com isso, são feitas algumas medidas em alguns locais. Posteriormente, as quantidades de compostos de nitrogênio presentes em ambiente de países, continentes ou do planeta

O aumento da disponibilidade de nitrogênio ativo pode favorecer algumas espécies naturalmente controladas e afetar todo equilíbrio do ecossistema natural.

são então estimadas como médias de alguns poucos valores. Essa é a razão por que são apresentados os valores por faixas, isto é, o menor e o maior valor estimado. Em uma segunda etapa com um procedimento similar, deve-se estimar o quanto o homem fixou de nitrogênio de forma intencional com a produção de fertilizantes ou de forma não intencional como os compostos produzidos por processos de combustão ou fixados por vegetais utilizados na agricultura. O cálculo da quantidade de nitrogênio fixada de forma intencional é bastante precisa: basta contabilizar a produção de fertilizantes. Já fixada indiretamente é difícil de ser medida em larga escala e assim também é estimado globalmente por uma média de alguns poucos valores. Como resultado, é comum ser encontrado na literatura valores diferentes para os compostos presentes no ciclo calculados por diferentes autores ou de épocas diferentes.

Na ausência de atividades humanas, os processos naturais de fixação de nitrogênio que ocorrem no ecossistema terrestre produzem cerca de 90-130 Tg de N por ano (Tg = 10⁹g). Ecossistemas marinhos fixam entre 40-200 Tg de N por ano, sendo que pouco desse nitrogênio é transportado para o ecossistema terrestre, resultando em pequena influência dos compostos nitrogenados marinhos no ecossistema terrestre. Atualmente, as atividades humanas como produção de energia por processos de combustão, produção de fertilizantes e algumas culturas de vegetais (leguminosas, arroz, alfafa) contribuem com a fixação de 150 Tg de N por ano. A perturbação das atividades humanas no ciclo natural do nitrogênio no ecossistema terrestre é bastante significativa, já que mais que dobrou a quantidade natural de nitrogênio fixada. Isso é uma evidência de que várias regiões do nosso planeta já estão seriamente comprometidas com o excesso de nitrogênio ativo.

Processos de fixação de nitrogênio

Todo organismo necessita de nitrogênio para viver e crescer. Ele é um dos componentes majoritários do DNA, do RNA e das proteínas. Apesar da grande quantidade de nitrogênio existente no planeta, apenas 0,02% está disponível para vida. O restante encontra-se incrustado em rochas ou na atmosfera na forma de N_2 . A difícil quebra da tripla ligação existente entre os átomos de nitrogênio (N_2) requer grande quantidade de energia, não o deixando disponível para os organismos. Para ser utilizado, o nitrogênio precisa estar em uma forma mais acessível, combinado com o hidrogênio na forma de amônio, NH_4^+ , com o oxigênio na forma de nitrato, NO_3^- , ou com o carbono na forma de uréia, $(NH_2)_2CO$. O processo para transformar o gás N_2 em nitrogênio ligado com C, H ou O é conhecido como fixação de nitrogênio. Em ambientes naturais, a pouca disponibilidade de nitrogênio reativo pode ser uma forma de controle do crescimento de vegetais e acúmulo de biomassa, o que é importante para manter a biodiversidade. O aumento da disponibilidade de nitrogênio ativo pode favorecer algumas espécies naturalmente controladas e afetar todo equilíbrio do ecossistema natural, tais como o existente em uma floresta.

Os processos de fixação de nitrogênio podem ser naturais ou resultantes da interferência do homem.

Processos Naturais

Fixação de nitrogênio por vegetais

Algumas bactérias possuem a capacidade de fixar o nitrogênio do ar e esse é o principal processo natural de fixação de nitrogênio. Essas bactérias vivem em simbiose ancoradas em raízes de leguminosas da família dos feijões e a alfafa. O melhor exemplo de simbiose é o que ocorre entre as leguminosas e as bactérias do gênero *Rhizobium*. Ambas conseguem sobreviver independentemente, porém, quando associadas, conseguem fixar o nitrogênio e o benefício é de ambas. Algumas cianobactérias (bactérias

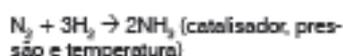
que fazem fotossíntese) que vivem em campos alagados, em especial onde se produz arroz, também podem fixar o nitrogênio. Outras poucas bactérias fixadoras vivem no solo. A estimativa de quanto é fixado pelas bactérias é muito difícil já que o tipo de solo e as condições do ambiente influenciam no processo. Como resultado do cultivo induzido de leguminosas e arroz pelo homem, a melhor estimativa sugere que sejam fixados pelo processo entre 32-53 Tg de N por ano.

Raios e vulcões

Os raios, durante as tempestades, cortam a atmosfera e produzem o óxido de nitrogênio. Estima-se que a produção anual por esse processo é da ordem de 3-5 Tg de N por ano. Os vulcões atualmente representam uma fonte menor do nitrogênio fixado: pouco menor que 0,02 Tg N por ano.

Fixação industrial

Atualmente a produção de fertilizante nitrogenado é feita industrialmente por um processo químico que usa o nitrogênio do ar como matéria-prima. É o processo conhecido como Haber-Bosch que transforma o nitrogênio do ar em amônia sob ação de catalisador, alta pressão e temperatura. A amônia pode ser posteriormente oxidada e transformada em nitrato, NO_3^- .



A produção de fertilizante dobrou a cada oito anos entre 1950 e 1973. Dobrou novamente em 1990 chegando a cerca de 80 Tg de N por ano. Com a quebra da economia da antiga União Soviética, a produção chegou a ter um pequeno decréscimo entre 1990 e 1995. Novamente voltou a crescer com a demanda provocada pelo fortalecimento da economia da China. Para se ter uma idéia do crescente uso de nitrogênio comparado com a população mundial, entre 1950 e 1990, a quantidade de nitrogênio distribuído por habitante passou de 1,3 para 15 kg de N por pessoa. Neste momento, é importante uma reflexão: o adubo

é fabricado por indústrias que transformam o nitrogênio inerte do ar em nitrogênio ativo. A adição intencional de nitrogênio ativo no tão abalado ciclo biogeoquímico do nitrogênio tem sido justificada como necessária para produção de alimentos e que se contrapõe a possíveis consequências ambientais resultantes do uso de adubo químico. No entanto, uma coisa é justificar combater a fome, outra é produzir combustível.

Fixação por processo de combustão

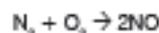
a) materiais que possuem na sua composição compostos de nitrogênio quando queimados produzem como produto principalmente óxido de nítrico (NO). Esse gás na atmosfera é oxidado e forma o dióxido de nitrogênio (NO_2).



Os radicais OH presentes na atmosfera, formados pela luz do Sol, reagem com o dióxido de nitrogênio para produção de ácido nítrico, HNO_3 .



b) o calor produzido por qualquer combustão faz com que o nitrogênio (N_2) presente na atmosfera sofra reação com o oxigênio (O_2), formando óxido de nítrico (NO). Isso é possível porque a composição majoritária em volume da atmosfera é de 78% de nitrogênio e 21% de oxigênio.



A quantidade do óxido nítrico formada depende da eficiência da combustão, ou seja, do calor gerado. O processo de combustão é a principal fonte de energia do homem. A média diária de energia gasta por um homem que vive em condições primitivas, isto é, na condição de caçador/coletor é de 5.000 kcal por dia. O homem que dispõe de toda tecnologia ao seu alcance gasta de energia cerca de 230.000 kcal por dia.

Desnitrificação

O processo pelo qual o nitrogênio volta à atmosfera é conhecido como desnitrificação. O processo envolve o metabolismo anaeróbico quando o nitrato (NO_3^-) é reduzido para nitrogênio (N_2) ou óxido nitroso (N_2O), que são gases e retornam o nitrogênio para atmosfera. O processo é comum e ocorre em regiões anaeróbicas do planeta como fundo de lagos, oceanos e solos.

O esquema do ciclo do nitrogênio

Um modelo para entender o mecanismo de transporte e transformação dos compostos de nitrogênio é apresentado na forma de esquema na Figura 1. É possível visualizar de forma integrada os principais processos de emissão, dispersão, transporte e mudança de fase dos compostos de nitrogênio no ambiente.

Considerações finais

É importante destacar que este artigo não é contra o uso e a produção de biocombustível, mas uma reflexão sobre como ele tem sido apresentado pelos meios de comunicação como

uma possível justificativa de sua produção e uso. Toda produção e utilização de um material em larga escala pelo homem, resultam em danos ambientais e o fato de conhecermos o problema é importante para utilização do material com cuidado que ele merece. Hoje em dia é mais fácil convencer o consumidor a economizar água pelo aspecto ambiental que econômico. É isto que esperamos que ocorra com o biocombustível. A conscientização também é necessária para a construção de uma política para produção e uso de biocombustível que devem ser feitas com base no conhecimento do problema e não apenas em cima de pressões econômicas.

Acreditamos que discussão sobre biocombustível é um exemplo de tema que pode ser abordado na sala de aula de uma forma integrada com outras disciplinas. 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. Outros temas não abordados no artigo podem ser incluídos como: consequê-

ências 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. 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 à margem desta discussão.

Arnaldo Alves Cardoso (acardoso@iq.unesp.br), bacharel e licenciado em Química, doutor em Química pela USP pós-doutorado pela Universidade TexasTech, é docente do Instituto de Química – UNESP-Araçatuba. **Crístina de Melo Da Mota** (cristina.dias@fmail.com), bacharel, licenciada e mestre em Química pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM, é doutora em Química pela UNESP Iliríetele Alves Pereira (javelina@power.ufscar.br), bacharel e mestre em química pela UNESP-Araçatuba, doutora em Química pela USP é docente na Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, campus Sorocaba.

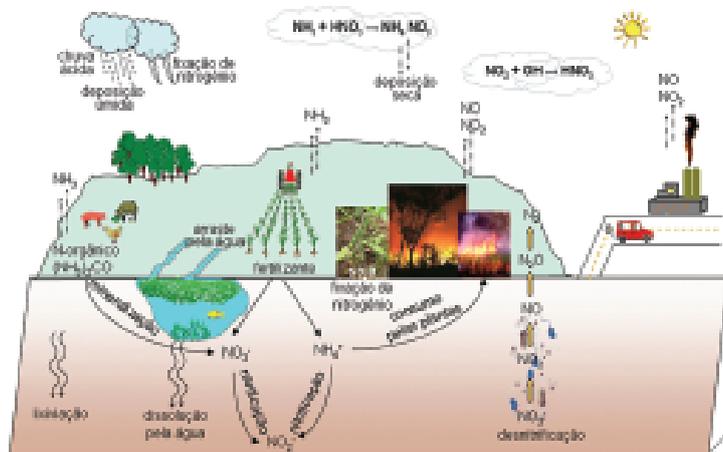


Figura 1: Esquema do ciclo biogeoquímico do nitrogênio com as principais rotas de emissões, transporte, transformações e mudança de fase dos compostos de nitrogênio no ambiente [adaptado da World Health Organization (1997)].

Abstract: (English, not Czech) Full title: This article presents a detailed description of the production and use of bioethanol, especially ethanol, illustrating the flow of nitrogen in the cycle. The article also aims to show how knowledge of atmospheric processes is used in order to understand the effects of nitrogen on the economy and the country.
Keywords: bioethanol, ethanol, nitrate fuel

Referências
MACHADO, C.M.D.; CARDOSO, A.A.
ALEN, A.G. Atmospheric emission of reactive nitrogen during biofuel ethanol production. *Environmental Science & Technology*, V. 42, p. 381-385, 2008.
WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Nitrogen Oxides*. 2 ed. Geneva, p. 117, 1997.
Para saber mais
BAIRD, C.; Química Ambiental, Porto Alegre: Bookman, 2002.
CARDOSO, A.A.; ALEN, A.G. ROCHA, G.O. Influence of agricultural biomass burning on aerosol size distribution and dry deposition. *Environmental Science & Technology*, v. 39, p. 5293-5301, 2005.
FINLAYSON-PITTS, B.J. e PITTS J., J. *Chemistry of the upper and lower atmosphere*. [S.L.]: Academic Press, 2000.
GRUBER, N. e GALLOWAY, J.N. An Earth-system perspective of the global nitrogen cycle. *Nature*, v. 451, p. 293-296, 2008.
MOREIRA, F.M.S. e SIQUEIRA, J.O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. 2 ed. Lavras: UFLA, 2008.

ANEXO 2: “Etanol uma atitude inteligente” retirado do site

<http://www.etanolverde.com.br>



Índice

Bom e mais barato	3
Uma questão de saúde.....	5
De ponta a ponta	6
Alimento e energia para todos.....	8
Para o Brasil e para os brasileiros.....	10
Pequenas grandes atitudes	12



2 www.etanolverde.com.br



solina o uso do etanol reduz em cerca de 90% a emissão dos gases do efeito estufa, principais responsáveis pelo aquecimento global.

Existem outros usos para o etanol?

Motocicletas flex-fuel já estão sendo comercializadas no mercado. Ônibus movidos por uma mistura de 95% de etanol e 5% de um aditivo já rodam no exterior e estão sendo testados no Brasil atualmente. Os benefícios para o meio ambiente são o principal atrativo da substituição do óleo diesel por etanol. Estima-se que a substituição de mil ônibus a diesel por modelos movidos a etanol reduza as emissões de gás carbônico em cerca de 96 mil toneladas por ano, equivalente às emissões de 18 mil automóveis a gasolina. O Ipanema, um pequeno avião agrícola fabricado no

Brasil pela Embraer, voa com 100% de etanol. Entre as futuras utilizações do etanol está o desenvolvimento de bioplásticos. Estuda-se também o uso de caldo de cana na produção de substitutos para o querosene de aviação.

O que é o etanol de segunda geração?

O mundo inteiro está buscando alternativas para o petróleo. Na próxima década deve chegar ao mercado o etanol de segunda geração, produzido a partir de todo tipo de biomassa vegetal, incluindo o lixo orgânico. O bagaço e a palha da cana são excelentes alternativas para o Brasil. Quando eles forem plenamente utilizados, a produtividade por área do etanol brasileiro vai praticamente dobrar. Ou seja, a produção do combustível vai crescer sem expansão das áreas cultivadas.

4 www.etanolverde.com.br

Bom e mais barato

A experiência brasileira com etanol de cana-de-açúcar é o mais bem-sucedido programa de combustível alternativo já desenvolvido no planeta. O Brasil é o único país do mundo que combina uma ampla frota de veículos bicombustíveis (flex) com distribuição de etanol combustível barato em larga escala. Apesar disso, ainda pairam sobre ele vários mitos e inverdades. O objetivo desta cartilha é justamente esclarecer as principais dúvidas sobre esse combustível verde, hoje o melhor substituto comercial para os derivados do petróleo.

O que é etanol?

O etanol (nome técnico do álcool etílico combustível) pode ser produzido a partir de várias matérias-primas, como milho, trigo, beterraba e cana-de-açúcar. Trata-se de uma fonte de energia natural, limpa, renovável, sustentável e mais democrática do que os combustíveis fósseis. No Brasil, existe o etanol hidratado, com 5% de água, que abastece os automóveis flex, e o etanol anidro, com 0,5% de água, misturado na gasolina numa proporção de 20% a 25%.

O que é um carro flex?

Trata-se de um automóvel capaz de funcionar com etanol, com gasolina ou com qualquer mistura de ambos. Quando o motorista pisa no acelerador, um sensor identifica a quantidade de álcool combustível com base no teor de oxigênio do gás do escapamento e o motor é ajustado automaticamente. Feito de ligas especiais, o motor do carro flex roda bem com etanol, com gasolina ou com a mistura de ambos em qualquer proporção. Hoje quase 90% dos carros novos no Brasil possuem tecnologia flex.

Etanol ou gasolina?

O etanol tem várias vantagens sobre a gasolina. Uma delas é o preço. Mesmo com um conteúdo energético menor – o que torna seu consumo por litro de combustível maior –, o etanol é geralmente mais vantajoso por ter um preço inferior ao da gasolina. Além disso, ele proporciona mais potência, força de arranque e velocidade. Outro benefício é para o meio ambiente, já que comparado com a ga-



www.etanolverde.com.br

Uma questão de saúde

A partir do momento em que as primeiras folhas de cana-de-açúcar começam a pintar de verde a terra dos canaviais, o etanol já está ajudando o planeta e a saúde de seus habitantes. Veja o porquê:

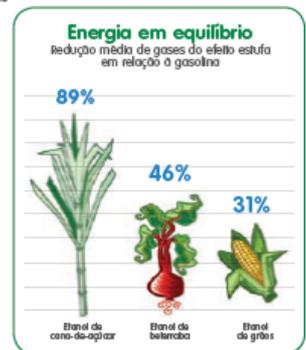
Como o etanol ajuda a reduzir a poluição do ar e o aquecimento global?

O etanol polui menos o ar do que os derivados do petróleo porque é um combustível mais limpo (não contém certos poluentes, como o benzeno, que são prejudiciais à saúde e ao meio ambiente). Além disso, a sua queima é mais completa, reduzindo a quantidade de poluentes na atmosfera. O processo de produção e uso do etanol de cana-de-açúcar, que se inicia com o plantio da cana e termina com os gases que saem do escapamento dos carros *flex* e *infográficos* na página 6), é responsável pela absorção de cerca de 90% dos gases de efeito estufa durante o ciclo de vida do combustível.

Por que o etanol de cana-de-açúcar é melhor?

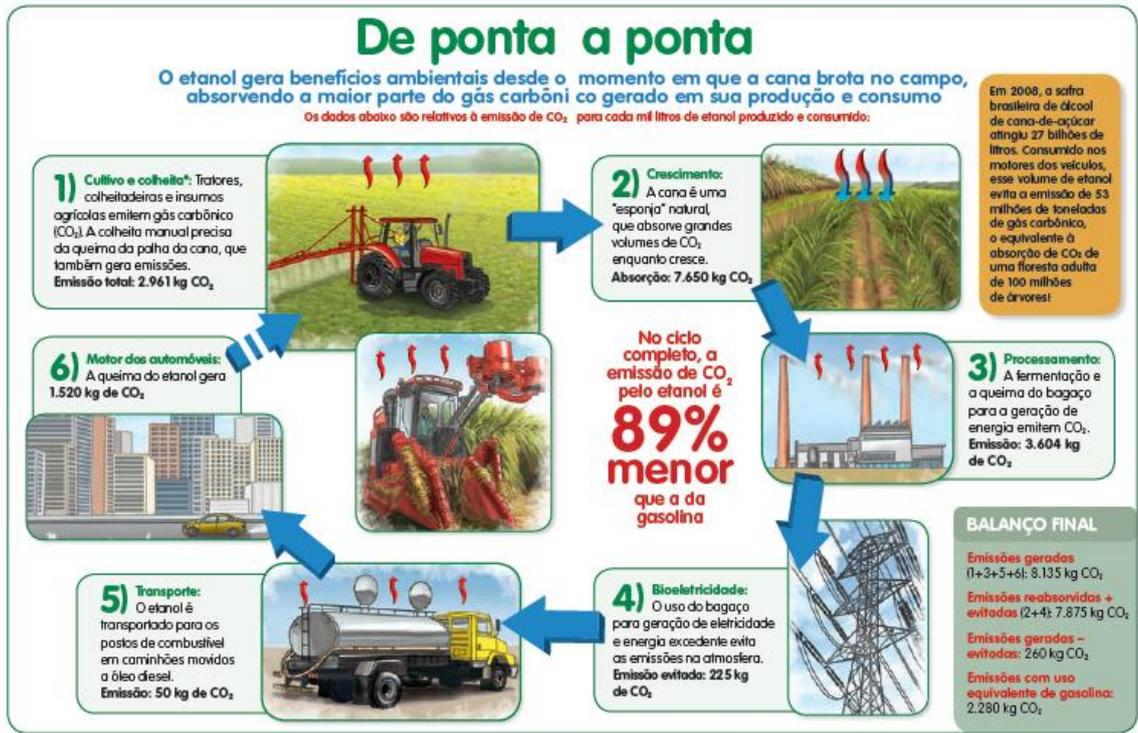
Se o etanol é, em geral, menos danoso do que a gasolina para o ambiente, o que é produzido no Brasil é o melhor do mundo. Para cada unidade de

energia fóssil (gasolina, diesel) usada em sua produção, geram-se 9,3 unidades de energia renovável. Essa relação, chamada de "balanço energético", é quase sete vezes maior que a obtida pelo etanol de milho (usado nos Estados Unidos) e quatro vezes maior que o da beterraba ou do trigo (produzidos na Europa). Outra vantagem é que a cana, comparada com outras culturas, requer uma quantidade pequena de defensivos agrícolas. Várias pragas são combatidas sem agrotóxicos, por meio de controle biológico, e a erosa é pequena, uma vez que o solo fica coberto a maior parte do tempo.



Fonte: EIA (Agência Internacional de Energia)

www.etanolverde.com.br



Alimento e energia para todos

O Brasil precisaria de apenas 2% de suas terras cultiváveis para mover toda a frota nacional de veículos leves exclusivamente a etanol. No Brasil, a cana-de-açúcar não compete com os alimentos e ainda tem um enorme potencial para produzir muito mais etanol e bioeletricidade por área cultivada, com o pleno aproveitamento do bagaço e da palha de cana, o que deve ocorrer nos próximos anos.

O etanol brasileiro é responsável pelo aumento nos preços dos alimentos?

Não. Desde 1960, a área colhida com cana-de-açúcar apresentou uma taxa de crescimento de 3% ao ano, sem prejudicar o avanço de outras culturas. Metade desse incremento foi utilizado para produção de açúcar. A título de ilustração, as duas maiores culturas do País – soja e milho – também apresentaram crescimento significativo nesse mesmo período. A área colhida com soja cresceu 11% ao ano e a de milho, 2% ao ano. A agricultura cresce prioritariamente sobre áreas de pastagem degradadas. A área utilizada para produção de etanol de cana-de-açúcar é pequena – hoje representa apenas 1% das terras cultiváveis do País.

A expansão do etanol pode prejudicar a Amazônia?

Não, porque as condições de clima e de solo na Floresta Amazônica são des-

favoráveis para o cultivo econômico da cana-de-açúcar. A região também não oferece condições logísticas, por estar distante dos mercados consumidores e não contar com canais de distribuição estruturados. É muito mais viável ampliar a produção junto aos grandes centros de consumo, principalmente nas áreas de pastagens degradadas da Região Centro-Sul do País. O processo de zoneamento agroecológico da cana, desenvolvido pelo governo brasileiro, deve estabelecer que a expansão da cana-de-açúcar não ocorra na Floresta Amazônica e no Pantanal.

O etanol produz eletricidade?

A chamada bioeletricidade é gerada pela queima de biomassa, neste caso o bagaço e a palha da cana-de-açúcar, em caldeiras de alta pressão. Atualmente, todas as usinas de açúcar e etanol já são auto-suficientes em energia elétrica, mas ainda exportam pouca energia para a rede elétrica nacional. Com políticas públicas adequadas, o setor sucroenergético teria o potencial de gerar 14.400 megawatts médios até o final da próxima década, o que equivale a uma vez e meia a eletricidade gerada por Itaipu, ou 15% das necessidades do País.

Quais são as vantagens da bioeletricidade?

A bioeletricidade é uma alternativa geral de produção de energia elétrica lim-



O etanol brasileiro não compete com a produção de alimentos

pa e renovável para países tropicais que cultivam a cana-de-açúcar. Primeiro, porque ela é feita a partir de resíduos que têm sido subutilizados no Brasil e no mundo – o bagaço e a palha, que respondem juntos por dois terços da energia contida na cana-de-açúcar. Segundo, porque o período de colheita da cana, durante o qual a biomassa é produzida, coincide com a es-

tação seca no Centro-Sul do País (maio a novembro), quando as hidrelétricas diminuem sua produção devido à redução nos níveis de seus reservatórios. Isso cria uma complementaridade entre as duas fontes de eletricidade. Terceiro, porque a bioeletricidade gera renda, milhares de empregos e movimento em uma pujante indústria nacional de equipamentos.

Para o Brasil e para os brasileiros

O fato de o etanol ser um produto 100% nacional potencializa seus benefícios para o Brasil e para a sua população. A contribuição do etanol é vital para que o País reúna as condições necessárias para um desenvolvimento sustentável, com ganhos sociais, econômicos e ambientais, em um momento

particularmente crucial para o planeta e seus habitantes.

O que os produtores de etanol fazem para ajudar o meio ambiente?

Mais de 150 usinas paulistas firmaram voluntariamente um protocolo com o



10

www.etanolverde.com.br

Pequenas grandes atitudes

Muitas emissões de gases do efeito estufa no mundo resultam de hábitos e ações individuais, como o uso de automóveis e o aquecimento de residências utilizando combustíveis fósseis, comum em países frios. Portanto, a redução das agressões ao meio ambiente passa necessariamente por uma mudança de atitude das pessoas.

Agora que você já sabe por que abastecer com etanol é tão importante para o meio ambiente, conheça mais algumas dicas para ajudar o nosso planeta:

Energia

- ✓ Controle a chama do fogão para que ela não vá além da área do fundo do panela.
- ✓ Descongele a sua geladeira regularmente. Se o freezer não estiver cheio, preencha os espaços vazios com jornal.
- ✓ Troque, quando possível, as lâmpadas incandescentes de sua casa por lâmpadas fluorescentes. Elas podem ser mais caras que as convencionais, mas a economia no consumo e a durabilidade maior compensam, além de ajudar o planeta.



- ✓ Prefira as pilhas recarregáveis, que, embora consumam mais energia no carregamento, demoram para ir para o lixo.
- ✓ Pilhas comuns e baterias com carga utilizada não devem ser descartadas no lixo comum. Leve-as às lojas onde foram compradas ou a uma rede de assistência técnica.
- ✓ Desligue o power ou tire da tomada os eletrodomésticos e eletroeletrônicos que dispõem de relógios ou leds.

12

www.etanolverde.com.br

governo do Estado de São Paulo para mecanizar totalmente a colheita da cana, eliminando assim a queima da palha – uma antiga prática usada para facilitar o corte manual. A iniciativa vai antecipar a eliminação da queima, de 2021 (data definida em legislação) para 2014, nas áreas mecanizáveis do estado. Em 2008, mais de metade da colheita de cana no Estado de São Paulo já foi mecanizada. O protocolo trata ainda de outros temas ambientais, como a conservação das matas ciliares, do solo e dos recursos hídricos. A União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA), principal entidade representativa dos produtores de cana no Brasil, participa de vários fóruns nacionais e internacionais de discussão sobre responsabilidade socioambiental da cana-de-açúcar, entre eles o Grupo de Diálogo da Cana-de-Açúcar (GDC), o grupo Melhores Práticas em Cana-de-Açúcar (BSI) e a Mesa Redonda sobre Biocombustíveis Sustentáveis (RSB).

Quais são as condições de trabalho na indústria da cana-de-açúcar?

No Brasil, o setor sucroalcooleiro gera 76,5 mil empregos diretos e as usinas associadas à UNICA assumiram o compromisso de sempre aperfeiçoar as práticas trabalhistas. A remuneração média paga pelas empresas do setor é o dobro do salário mínimo nacional e o segundo maior valor médio na agricultura brasileira. No Estado de São Paulo, o número de trabalhado-

res rurais com carteira assinada era de 93,8%, em 2005, e atualmente atinge quase 100% nas associadas da entidade. A UNICA é signatária do Pacto dos Bandeirantes, assinado em 1996, para a erradicação do trabalho infantil no setor sucroenergético.

O que tem sido feito para aperfeiçoar as práticas trabalhistas?

Desde 2006, a UNICA vem discutindo com trabalhadores e governo iniciativas para aperfeiçoar as condições de trabalho rural no setor. A pauta envolve temas como contrato de trabalho, saúde, transporte, alojamentos, equipamento de proteção individual, migração e capacitação e requalificação de trabalhadores para compensar o processo de mecanização do plantio e do corte de cana, em rápida evolução no Centro-Sul.

Existem projetos de responsabilidade socioambiental no setor?

Em 2007, a UNICA e suas associadas desenvolveram 618 iniciativas socioambientais, com investimentos da ordem de R\$158 milhões, beneficiando 480 mil pessoas. Os projetos envolvem as áreas de saúde, qualidade de vida, meio ambiente, esporte, educação, cultura e capacitação. Um exemplo é o Cidadão pela Paz, programa socioeducativo e cultural que visa realizar ações para o desenvolvimento de uma cultura de não-violência nas cidades.



www.etanolverde.com.br

13



Lixo

Lembre-se dos três "R" antes de jogar algo fora: **reduza, reúse e recicle.**

Reduzir:

✓ Quando for ao supermercado, leve sua própria sacola. Assim, você ajuda a reduzir o consumo de sacos plásticos para embalar suas compras. Se utilizá-los, não use mais do que precisa naquele momento.

✓ Evite pegar uma folha de papel em branco se não for imprescindível. Use o verso das folhas.

Reusar:

✓ Doar o computador na compra de um novo é uma forma de reutilização. O mesmo vale para roupas, livros, brinquedos ou jogos usados.

✓ Se um eletrodoméstico quebra, mande-o para o conserto em vez de comprar um novo.

Reciclar:

✓ Separe o seu lixo para reciclagem. Alumínio reciclado, por exemplo, economiza 95% de energia usada para fabricar uma peça nova.

✓ Nunca descarte óleo de cozinha usado na pia ou no vaso sanitário. Armazene em uma garrafa pet e mande para os postos de coleta, que podem reaproveitá-lo para a produção de sabão. Mais informações sobre como reciclar você encontra no site www.rotadareciclagem.com.br.

Água

✓ Procure usar lavadora de roupas e máquina de lavar pratos com sua capacidade máxima.



www.etanoverde.com.br

- ✓ Feche torneiras quando não estiver usando – enquanto escova os dentes, por exemplo – e não deixe que estas fiquem gotejando.
- ✓ Quando for lavar louça, ensaboe o máximo possível de utensílios antes de abrir a torneira para enxaguar.
- ✓ Colocar um tijolo na caixa de descarga do vaso sanitário reduz o espaço para a água e, conseqüentemente, gera economia.
- ✓ Não faça do banho um momento de lazer e reduza o tempo no chuveiro.



✓ Reduza sensivelmente o consumo de água utilizando balde em vez de mangueira.

Conheça o setor sucroenergético brasileiro:

- ALCOPAR** - Associação dos Produtores de Alcool e Açúcar do Estado do Paraná
- AIAA** - Associação das Indústrias de Açúcar e Alcool - Minas Gerais
- BIOSUL** - Associação dos Produtores de Bioenergia do Mato Grosso do Sul
- SIFAEG** - Sindicato da Indústria de Fabricação de Alcool do Estado de Goiás
- Sindicato da Indústria do Açúcar e do Alcool no Estado da Bahia**
- UNICA** - União da Indústria da cana de açúcar - São Paulo

Expediente

Este é uma publicação da EDITORA GLOBO S.A., Núcleo de Projetos Especiais, sob encomenda da UNICA. Colaboraram neste edição: Carlos Dias (texto e edição), Duda Botini (edição de arte), Luis Fernando Martins (fotografia), Marcos Müller (ilustrações), Jemalino (reprodução), Carlos Dias (Mtb: 13.040). Reprodução Proibida.

www.etanoverde.com.br

Para saber mais:

UNICA

UNIAO DA INDUSTRIA DE CANA-DE-AÇUCAR

UNIAO - SÃO PAULO - SÃO PAULO

www.unica.com.br

ANEXO 3: O Informativo do Vale, no dia 16 de junho de 2011, quarta-feira com o título: Novas usinas vão garantir autossuficiência

ENERGIA

Novas usinas vão garantir autossuficiência

Diário Oficial da União divulgou possibilidade de construção de três hidrelétricas na região. Estruturas vão beneficiar até 550 mil pessoas

Foi autorizada, e publicada no Diário Oficial da União, a construção de três usinas hidrelétricas no Vale do Taquari. Uma das obras vai ficar situada entre Roca Sales e Encantado; a outra, entre Roca Sales e Muçum; e a última, em Arroio do Meio. Os três empreendimentos, se construídos, vão ter a capacidade de 184,3 megawatts e beneficiar até 550 mil pessoas, ou seja, a região se tornaria autossuficiente.

O diretor de geração de energia elétrica da Certel Desenvolvimento, Júlio Salecker, destaca que a publicação não indica que as três usinas serão construídas, mas sim que o Vale tem potencial para a colocação delas e que a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) detectou esses pontos. "Foi o marco inicial. Agora vão ser feitos estudos ambien-



Salecker diz que Vale poderá ser autossuficiente

tais para ver se os locais podem receber as estruturas sem causar danos ao meio ambiente", diz. Ele cita que o empreendimento em Arroio do Meio vai ter a potência de 68,6 megawatts; de Encantado, 36,2 megawatts; e Muçum, 79,5 megawatts; o que soma 184,3 megawatts. "O Vale, hoje, consome 170 megawatts. Caso as usinas sejam mesmo construídas, a região vai se tornar autossuficiente, ou seja, se ocorrer um apagão no Brasil, não vai nos afetar. E até lá, essa potência vai ser suficiente para isso, mesmo ocorrendo o aumento da população", comenta.

Sobre a empresa que vai administrar o local, Salecker diz que, em razão do tamanho das obras, vai ser feito um leilão público. "A Certel vai participar, até porque, desde 2004, estamos fazendo um estudo sobre esses pontos." Ele avalia o momento como positivo, em vista da possibilidade de oferecer energia limpa e

renovável, visando a sustentabilidade, assunto bastante discutido no momento. "Além da autossuficiência, vamos ter aumento de empregos, renda, melhoria na energia e a regularidade no rio, reduzindo os picos de cheia. O desenvolvimento do Vale vai ser cada vez maior", explana.

Conforme o prefeito de Roca Sales, Antônio Valesan, a notícia é vista com bons olhos. "É um grande passo para a região, que vai gerar maior desenvolvimento." Sobre os picos de cheia, Valesan pensa que é o ponto mais positivo da colocação das estruturas. "Vai ser possível fazer contenções por meio da hidrelétrica e evitar que as cidades próximas sofram", ressalta.

Na próxima semana, o chefe do Executivo vai até Brasília, na Aneel, colher mais informações sobre o projeto.

Bruna Lovato
brunal@informativo.com.br

Empreendimento em Arroio do Meio vai ter a potência de	de Encantado,	o que soma
68,6 megawatts;	36,2 megawatts; e de Muçum,	184,3 megawatts para o Vale do Taquari, que consome
	79,5 megawatts,	170 megawatts.

ANEXO 4: Reportagem do Jornal O Informativo do vale sobre a pesquisa que estava sendo realizada junto ao Colégio Sinodal Conventos

Sinodal de Conventos

Aprendizado e meio ambiente lado a lado

Projeto aplicado nas disciplinas de Física, Química e Matemática incrementa o conteúdo com práticas ambientais

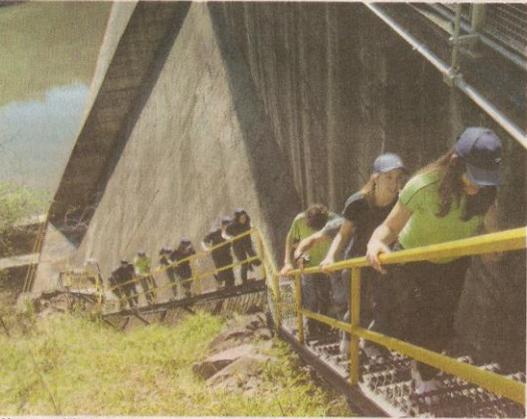
A proposta pedagógica desenvolvida pela professora Nara Regina Hennemann, no Colégio Sinodal de Conventos, faz uma espécie de "link" entre questões ambientais e as disciplinas de Física, Química e Matemática. O projeto é trabalhado no 3º ano do Ensino Médio, numa turma de 12 alunos, em que Nara leciona as três matérias. As lições curriculares são alinhadas ao tema Fontes Renováveis de Energia. Dentro deste panorama, os alunos estudam o conteúdo sempre de forma a relacionar com ações práticas do dia a dia.

A discussão ambiental fornece subsídios para que os estudantes tomem conhecimento de práticas sustentáveis e, com isso, desenvolvam senso crítico e responsabilidade ecológica com base no que é tratado em aula. Trazer o meio ambiente para o currículo das Ciências Exatas foi um desafio proposto por Nara que teve como base o projeto de pesquisa que desenvolve no mestrado. Como principal resultado, a docente ressalta o envolvimento dos alunos com as atividades. "O projeto começou como uma necessidade particular de relacionar as três disciplinas que leciono, e a questão ambiental entra como um fator que colabora com o dia a dia dos alunos. O que eles aprendem nas aulas levam para a vida toda", destaca.

O projeto

Os estudantes pesquisam sobre as fontes renováveis de energia em três partes, com atividades práticas. Ao focar o etanol, a professora propôs um experimento no qual se extraiu o combustível do abacaxi. "Percebo que este tipo de atividade prática é o que mais estimula os alunos a se interessarem pelo conteúdo", observa Nara. No laboratório, os estudantes exercitaram lições de Química, enquanto estudavam sobre as fontes de energia. Ao relacionarem o uso do combustível com dia a dia, usaram muita matemática. Calcularam, por exemplo, os percentuais de álcool que podem ser adicionados à gasolina, para diminuir a poluição.

A culminância dos trabalhos será o estudo da energia solar. O pessoal do 3º ano ainda não chegou nesta etapa, mas a professora já adianta que a tarefa prática será a criação de um aquecedor à base de energia solar. A atividade mais recente é o estudo das hidrelétricas. Além de entenderem sobre o funcionamento do gerador de energia, os estudantes têm de relacionar os impactos ambientais da construção. Este será um dos próximos desafios que serão desenvolvidos por meio de trabalho prático. Até tirarem as ideias do papel, os alunos do Colégio Sinodal aprendem sobre o funcionamento da hidrelétrica. O primeiro passo ocorreu com a visita a usina de Salto do Forqueta. "Quando eles vêem de perto o funcionamento das estruturas, o trabalho passa a ser mais interessante", observa a professora.



Alunos na visita à hidrelétrica de Salto do Forqueta



Professora Nara Regina Hennemann coordena o projeto interdisciplinar



Processo de destilação do etanol esteve entre as práticas desenvolvidas durante as aulas