

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS
INSTITUTO DE QUÍMICA

CLÁUDIA MOREIRA DA FONTOURA

**RECICLAGEM DE TERMOPLÁSTICOS – CTS – UMA DISCIPLINA NA
FORMAÇÃO DE TÉCNICOS EM PLÁSTICOS**

Porto Alegre

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS
INSTITUTO DE QUÍMICA

CLÁUDIA MOREIRA DA FONTOURA

**RECICLAGEM DE TERMOPLÁSTICOS – CTS – UMA DISCIPLINA NA
FORMAÇÃO DE TÉCNICOS EM PLÁSTICOS**

Trabalho de conclusão apresentado junto à atividade de ensino “Trabalho de Conclusão de Curso da Licenciatura em Química” do Curso de Química, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Química.

Prof. Dr. Cesar Valmor Machado Lopes
Orientador

Porto Alegre
2018

RESUMO

A contextualização no ensino de ciências em uma perspectiva de CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) vem sendo utilizada e defendida por educadores como um princípio norteador de uma educação voltada para a cidadania e que possibilita a aprendizagem de conhecimentos científicos e tecnológicos relacionados à sociedade. Este Trabalho de Conclusão de Curso apresenta a construção, a aplicação e a análise de uma proposta de ensino utilizando a abordagem CTS para a reestruturação de uma disciplina de Reciclagem de Termoplásticos de um curso Técnico em Plásticos. A Proposta abordou conteúdos sobre a reciclagem dos materiais poliméricos, as diferentes técnicas de reciclagem, a análise de impacto ambiental, ciclo de vida e a gestão dos resíduos sólidos, além da orientação sobre a reutilização destes materiais, proporcionando discussões sobre as relações sociais da ciência e da tecnologia, incentivando o interesse dos alunos no desenvolvimento de projetos que envolvem aspectos econômicos, sociais e ambientais. Foram utilizadas metodologias de resolução de problemas e outras estratégias didáticas. A análise da aplicação da proposta de reestruturação da disciplina foi realizada pela metodologia da Análise Textual Discursiva. As análises e discussões apontam que a utilização da abordagem CTS para o ensino da reciclagem de polímeros foi adequada, pois os alunos conseguiram compreender a relação da educação tecnológica com sua realidade de profissionais e cidadãos.

Palavras-chave: CTS, reciclagem de termoplásticos, educação tecnológica, formação de cidadão crítico.

ABSTRACT

The contextualization in science teaching from a STS (Science, Technology and Society) perspective has been used and defended by educators as a guiding principle of an education focused on citizenship and that enables the learning of scientific and technological knowledge related to society. This Course Conclusion Paper presents the construction, application and analysis of a teaching proposal using the STS approach for the structuring of a discipline of Thermoplastics Recycling of a Technical Course in Plastics. The Proposal addressed content on the recycling of polymer materials, different recycling techniques, environmental impact analysis, life cycle and solid waste management, as well as guidance on the reuse of these materials, providing discussions on the social relations of science and technology, encouraging the interest of students in the development of projects that involve economic, social and environmental aspects. Methodologies for problem solving and other didactic strategies were used. The analysis of the application of the proposed structure of the discipline was carried out by the Discursive Textual Analysis methodology. The analyzes and discussions show that the use of the STS approach to the teaching of polymer recycling was adequate, since the students were able to understand the relationship of technological education with their reality of professionals and citizens.

Keywords: STS, thermoplastics recycling, technological education, critical citizen formation.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Trabalho desenvolvido por aluno E1.	26
Figura 2 – Trabalho desenvolvido pelo aluno E2.....	28
Figura 3 – Trabalho desenvolvido pelo aluno E3.....	29
Figura 4 – Trabalho desenvolvido pelo aluno E4.....	30
Figura 5 – Recortes de um trabalho desenvolvido pelo aluno E5.	31
Figura 6 – Relato do aluno E6.	37
Figura 7 – Relato do aluno E15.	37
Figura 8 – Relatos dos alunos E11, E12, E14 e E16, respectivamente.	38
Figura 9 – Relatos dos alunos E2, E9, E4, respectivamente.	39
Figura 10 – Relatos dos alunos E13, E3 e E17, respectivamente.....	40
Figura 11 – Relatos de dois alunos, E7 e E13, respectivamente.	41
Figura 12 – Relatos dos alunos E6, E8 e E2, respectivamente.....	42
Figura 13 – Relatos dos alunos E1, E4 e E17, respectivamente.....	42
Figura 14 – Relatos dos alunos E9, E10 e E15, respectivamente.....	43
Figura 15 – Recorte da resposta do problema 1.	46
Figura 16 – Recorte das respostas do problema 2.	48
Figura 17 – Parte da resposta do problema 3.	49
Figura 18 – Segunda parte da resposta do problema 3.	50
Figura 19 – Recortes da resposta do problema 4.....	51
Figura 20 – Recortes da resposta do problema 5.....	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo Geral	9
2.2 Objetivos Específicos	9
3 REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1 Ciência, Tecnologia e Sociedade na educação profissional	10
3.2 Geração de resíduos sólidos e o descarte de materiais recicláveis	14
4 METODOLOGIA.....	18
4.1 Resolução de Problemas.....	19
4.2 Análise Textual Discursiva (ATD).....	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1 Plásticos, Meio ambiente e seus Recursos Naturais	23
5.1.1 Gestão de resíduos	33
5.2 Técnicas de reciclagem de materiais poliméricos	34
5.2.1 Reciclagem Mecânica.....	34
5.2.2 Reciclagem Química.....	34
5.2.3 Reciclagem Energética	35
5.2.4 Análise do ciclo de vida de termoplásticos	44
5.2.5 Reciclagem como possibilidade de emprego e renda	54
6 CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
APÊNDICES	62

1 INTRODUÇÃO

Neste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) será apresentada uma proposta de reestruturação de uma disciplina de Reciclagem de termoplásticos para um Curso Técnico em Plásticos construída e desenvolvida junto a um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Este projeto utiliza a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) para promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, construindo uma cultura de participação no debate e nas escolhas envolvendo Ciência e Tecnologia (C&T), principalmente no que diz respeito à formação humana integral. Dentre os objetos de estudo da abordagem CTS encontrados na literatura, merecem destaque os temas científicos ou tecnológicos com implicações sociais. Pode-se observar que o ensino numa abordagem CTS, quando trabalhado de forma interdisciplinar e contextualizado, pode propiciar o engajamento dos alunos e contribuir para sua formação como sujeitos críticos.

A relevância da abordagem CTS para educação científica, especialmente no ensino profissional e tecnológico, se destaca pela formação crítica do aluno e o desenvolvimento de sua autonomia intelectual e produtiva em consonância com valores éticos, políticos e sociais, visando sua formação integral para o exercício profissional, para possível continuidade de estudos, e formação de cidadãos capazes participarem de forma ativa na vida econômica, política e cultural da sociedade.

A Proposta de reestruturação curricular foi desenvolvida com estudantes de 1º e 3º semestres do curso Técnico em Plásticos. Neste TCC se pretende apresentar, discutir e investigar as contribuições dessa Proposta na construção do conhecimento sobre a reciclagem de termoplásticos para a formação de profissionais técnicos e cidadãos, mostrando os diferentes métodos de reciclagem, a análise de impacto ambiental e ciclo de vida desses materiais, além da orientação sobre a reutilização dos polímeros provenientes de descarte, sempre levando em consideração a preocupação com o meio ambiente e a sociedade. Foram utilizadas estratégias de ensino iniciando com uma problemática social, seguindo com a análise das tecnologias envolvidas e dos estudos científicos relacionados e por fim a discussão da questão social, ambiental e política.

Este Trabalho está organizado a partir de uma revisão da literatura, no capítulo 3, a respeito da abordagem de CTS na educação profissional, e sobre a geração de resíduos sólidos e o descarte de materiais recicláveis. O capítulo 4 descreve a metodologia empregada na construção da proposta de reestruturação da disciplina, onde

foram utilizadas estratégias de resolução de problemas sobre a reciclagem de polímeros a partir das suas relações sociais e cotidianas e também a metodologia de pesquisa da aplicação da proposta, onde foi utilizado o método de Análise Textual Discursiva (ATD). O capítulo 5 apresenta a análise da aplicação da proposta, as discussões a respeito das relações entre a ciência, tecnologia, sociedade e a reciclagem de polímeros. E o capítulo 6 finaliza este TCC com a conclusão.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivos apresentar a reestruturação curricular de uma disciplina de Reciclagem de Termoplásticos para um curso Técnico em Plásticos construída com base em referenciais de uma abordagem CTS e investigar as contribuições dessa proposta para o entendimento das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade na formação de profissionais e cidadãos.

2.2 Objetivos Específicos

- Construir uma proposta de ensino sobre Reciclagem de Termoplásticos, enfocando a utilização de polímeros recicláveis, os diferentes métodos de reciclagem, análise de impacto ambiental e ciclo de vida, levando em consideração a preocupação com o meio ambiente e a sociedade.
- Utilizar um tema de interesse social, mostrando as contribuições para a formação de profissionais e cidadãos críticos.
- Discutir a importância da abordagem CTS na educação tecnológica.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia tem produzido diversas transformações na sociedade, ocasionando mudanças econômicas, políticas e sociais, permitindo uma comunicação mais ágil e globalizada, e uma diversidade de produtos que beneficiam e facilitam a vida das pessoas. Porém, essas transformações resultantes do desenvolvimento científico e tecnológico estão segregadas a uma pequena parcela da população, caracterizando-se mais pela geração de riqueza do que pelo bem-estar social.

A necessidade de debater esses impactos no âmbito da educação deu origem a abordagens que envolvem a ciência e a tecnologia no contexto da formação de cidadãos, constituindo um novo campo na pesquisa educacional, como as abordagens de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). As relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) têm colaborado para que a educação científica se consolide no propósito de formação de cidadãos que saibam tomar decisões críticas a respeito de questões que envolvam seu cotidiano, e não somente a formação de profissionais.

Neste cenário, a utilização de uma proposta de educação envolvendo CTS permite a construção do conhecimento sobre a geração de resíduos plásticos, sua reciclagem e a reutilização destes materiais. Além disso, os problemas sociais provocados pelo consumo acelerado de materiais plásticos, pela grande quantidade de resíduos sólidos produzidos, pela dificuldade de seu gerenciamento e os danos causados ao meio ambiente, servem para construção de estratégia de ensino de resolução de problemas e para abordagem destes conteúdos, permitindo o estabelecimento de relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência ambiental. Este estudo reforça que a educação pode ser utilizada para ampliar a percepção do conhecimento sobre ciência e tecnologia, contribuindo para a formação de alunos mais críticos.

3.1 Ciência, Tecnologia e Sociedade na educação profissional

O ensino de química numa perspectiva que relaciona Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) vêm sendo defendido por educadores e pesquisadores, como um princípio norteador de uma educação voltada para a cidadania, que possibilita a aprendizagem significativa de conhecimentos científicos e tecnológicos relacionados à sociedade (SILVA e MARCONDES, 2015). A abordagem CTS no Ensino Médio se

torna muito importante porque é uma das maneiras das pessoas terem acesso às informações sobre ciência e tecnologia não somente pelo entendimento e utilização dos artefatos, mas também por possibilitar a manifestação sobre seu uso e sua importância para a sociedade (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Dentro da abordagem CTS, observa-se que os objetos de estudo, quando trabalhados de forma interdisciplinar e contextualizados contribuem para o engajamento dos alunos e para a formação de cidadãos críticos. Neste caso o professor é o articulador, possibilitando o desenvolvimento do processo e a realização de projetos, onde os alunos devem buscar as soluções envolvendo Ciência e Tecnologia.

Todas as questões sobre a abordagem CTS se destacam pela formação de cidadãos, porém, nesse Trabalho apontamos também a relevância na formação de profissionais – cidadãos, ou seja, a importância desses referenciais na educação profissional e tecnológica. A abordagem CTS apresenta contribuições significativas para uma educação tecnológica e profissional comprometida com uma formação que vai além do conhecimento técnico. Na educação profissional, a interdisciplinaridade dos conteúdos não pode ficar restrita aos aspectos técnicos cobrados no currículo, deve também contemplar questões econômicas, sociais e ambientais que fazem parte do cotidiano dos alunos e futuros profissionais.

Para utilização da abordagem CTS em cursos técnicos e tecnológicos, Lorenzeto e Moreira afirmam que:

Encontramos vínculos, ainda incipientes, entre estudos do campo CTS e estudos do campo Trabalho e educação (T&E), com potenciais implicações positivas no desenvolvimento curricular da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), principalmente no que diz respeito à formação humana integral. A utilização de uma abordagem CTS em cursos técnicos/tecnológicos pode contribuir para o cumprimento do que preconizam as legislações e políticas da EPT, no sentido da formação humana integral, proporcionando aos estudantes não somente o treinamento de habilidades técnicas, mas uma educação tecnológica em que a formação técnica esteja articulada com o desenvolvimento de capacidades para a compreensão e inserção crítica na realidade, especialmente, no mundo do trabalho (LORENZETO; MOREIRA, 2014, p.1).

Na educação técnica e tecnológica é importante que a abordagem CTS também esteja baseada na utilização de problemas com significativa relevância na atuação do futuro profissional e cidadão, estimulando o estudo da ciência e da tecnologia, buscando integrar o conhecimento científico e tecnológico com a formação de profissionais comprometidos com o desenvolvimento social.

Alguns autores veem na abordagem CTS, contribuições significativas para uma educação profissional e tecnológica comprometida com uma formação que vai além da instrução técnica. Na educação tecnológica a dimensão interdisciplinar do conhecimento não pode ficar restrita aos aspectos técnicos dos problemas e de suas soluções, a interdisciplinaridade deve contemplar também questões não-técnicas. Linsingen (2006) relata que no Brasil, principalmente a partir da década de 1990, ações institucionais de fomento à formação de empreendedores, reengenharia e propostas de mudança curricular para a formação de competências, criatividade e inovação, têm sido sugeridas para o Ensino Técnico, com o objetivo de enfrentar as demandas do mundo contemporâneo. Mas, não se pode contentar com a formação tecnicista dos técnicos, nem cientificista dos cientistas e nem atribuir à tecnologia as mesmas finalidades que eram atribuídas antigamente. A formação técnico-científica deve estar a serviço da libertação permanente do ser humano e de sua humanização (FREIRE, 1987). Os jovens, principalmente das classes populares, veem na educação profissional uma chance de contribuir com a renda familiar e a possibilidade de dar continuidade aos estudos. Trabalhar e estudar faz parte de seus sonhos, na busca por melhores condições de vida.

Barbosa (2011) acredita que a "utilização de uma abordagem CTS possa modificar a situação dos cursos técnicos/tecnológicos e iniciar novos caminhos mais bem sucedidos". Ainda de acordo com a autora isto ajudaria a "cumprir o que dizem as legislações e políticas da educação profissional: fazer de nossos estudantes seres pensantes e lhes dar o direito de discutir os temas polêmicos do mundo atual e de tomar decisões sobre estas situações" (BARBOSA, 2011, p.2). Para Santos (2008), o objetivo da abordagem CTS é promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno na tomada de decisões responsáveis sobre questões envolvendo C&T. As decisões responsáveis exigem reflexões sobre as consequências do desenvolvimento científico e tecnológico a médio e longo prazo (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007).

Além das reflexões sobre a formação de cidadãos para a tomada de decisões, estudos como os de Auler (2002), apontam, também, que o desenvolvimento de uma visão crítica é necessário para "desvendar a realidade". A educação deve ser crítica na abordagem de um conhecimento também crítico e deve proporcionar o desenvolvimento da habilidade para o aprendiz ler o mundo de forma crítica (GONÇALVES, 2008). A

crítica é considerada um elemento-chave da percepção do ser humano, pois só a partir desta o conhecimento crítico poderá existir.

O conhecimento crítico é o principal mecanismo para o desenvolvimento social e ele se constitui por meio da educação, que pode ser traduzida segundo Lacerda como:

[...] um fenômeno específico da natureza humana, historicamente, a origem dela se confunde com a origem do próprio homem que, com sua inteligência, a transformou e continuou até os dias atuais desenvolvendo novas teorias e reflexões em torno do assunto, fazendo uso de várias tecnologias para facilitar a aprendizagem e a vida do homem. A educação pertence ao âmbito da produção não material, tem a ver com ideias, conceitos, valores, símbolos, hábitos, atitudes e habilidades. Consequentemente o ato educativo é o ato de produzir, direta e intencionalmente em cada indivíduo singular, a humanidade. (LACERDA, 2001, p. 21 em GONÇALVES, 2008, p. 20).

O campo de estudo das relações entre ciência, tecnologia e sociedade está sendo cada vez mais discutido, pois a abordagem CTS se caracteriza pela investigação do conhecimento científico e tecnológico da ciência, utilizando os elementos de natureza social, econômica ou política, trazendo para o aluno e para a sala de aula o entendimento do campo social e ambiental da C&T com um novo “olhar”.

Há uma ênfase na abordagem CTS quanto às questões ambientais, já que na origem desses estudos está a percepção de pesquisadores e ativistas sobre a poluição de resíduos tóxicos, acidentes nucleares, envenenamentos farmacêuticos, produtos químicos utilizados na agricultura e na produção de alimentos industrializados, derramamentos de petróleo, entre outros (GONÇALVES, 2008). Porém, o termo “meio ambiente” entendido como habitat do ser humano e das demais espécies, pode ser entendido também como uma realidade tanto histórica quanto social: histórica no que se refere às transformações estruturais e naturais desenvolvidas pela espécie humana, conseqüentes de suas interações com o meio ao longo de sua existência; e social em relação ao grau de organização da vida em sociedade, da produção de produtos e serviços que atendam às necessidades para a manutenção da vida (LIMA; SILVA, A. C.; SILVA, L. C., 2007).

Na análise das inter-relações sociais, científicas e tecnológicas das transformações ambientais, os pontos positivos e os pontos negativos dos impactos científicos e tecnológicos na sociedade podem ser facilmente observados. Entretanto, os pontos negativos, principalmente os que dizem respeito à preservação ambiental, necessitam de um enfrentamento maior e de um direcionamento no sentido de uma convivência sadia do ser humano e o seu habitat. Nesse sentido, deve-se buscar uma

sintonia que proporcione a interação entre o ser humano e o ambiente, especialmente nas questões que envolvam a ciência e a tecnologia (GONÇALVES, 2008).

Analisando estes pressupostos, pode-se observar que a utilização de uma abordagem CTS, em cursos técnicos/tecnológicos tem o potencial de cumprir o que preconiza a legislação e políticas da educação profissional, no sentido da formação humana integral, proporcionando aos estudantes não somente a capacidade técnica que lhes permitirá uma formação profissional, mas também desenvolvendo capacidades para compreender a realidade e ampliar sua consciência crítica (OLIVEIRA; SILVEIRA; RESENDE, 2009).

3.2 Geração de resíduos sólidos e o descarte de materiais recicláveis

Estudos tem demonstrado que nas sociedades mais industrializadas, assim como nas atividades prestadoras de serviços, a geração de resíduos é mais intensa do que nos coletivos sociais que desenvolvem atividades primárias (EIGENHEER, 2003). Outro fator é a melhoria da condição econômica, pois esta eleva consideravelmente a geração de resíduos, e a variabilidade da composição destes é diretamente proporcional. A intensificação da produção de resíduos sólidos foi e é impulsionada pelo desenvolvimento científico e tecnológico, acompanhado pela mudança socioeconômica que estimula o ser humano ao consumo (GONÇALVES, 2008).

O descarte inadequado de materiais (plástico, vidro, metais, pneus, etc.) tem agravado a poluição ambiental, gerando diversos problemas para a sociedade. Dessa forma, a busca de uma cultura de reuso ou reciclagem de materiais é cada vez mais necessária (OLIVEIRA; SILVEIRA; RESENDE, 2009).

Até o momento, a forma encontrada para lidar com o problema do descarte é a de transformar o lixo em matéria-prima, reintegrando-o ao processo produtivo. Normalmente, para pequenas quantidades de resíduo gerado, existem soluções simples e aceitáveis. Em 2004, a forma mais utilizada no Brasil para o descarte de resíduos era a adoção generalizada de lixões. Os lixões consistem de lançamento dos resíduos ao solo, a céu aberto, o que perfaz uma forma de descarte final inadequada que pode causar danos ao meio ambiente e problemas de saúde pública (PIVA; WIEBECK, 2004).

Essas considerações demonstram a necessidade da busca por soluções técnicas inteligentes de reutilização, tanto sob o ponto de vista econômico e social quanto ecológico, para o que é descartado, eliminado, ou desprezado nas diversas atividades

humanas. Um dos grandes problemas atuais está em encontrar uma solução definitiva para obter compatibilidade e harmonia entre o desenvolvimento e a qualidade do meio ambiente (ZANIN; MANCINI, 2009).

Dados de Ajuda Brasil (2009) revelam que no Brasil eram produzidos 240 mil toneladas de lixo por dia. O aumento excessivo da quantidade de lixo deve-se ao aumento do poder aquisitivo da população. Estudo de 2013 aponta que em torno de 88% do lixo doméstico era destinado para aterros sanitários, e apenas 2% de todo o lixo do Brasil era reciclado (LATINI et al., 2013).

Um dos tratamentos que contribui para um ciclo mais sustentável no uso de materiais pelo ser humano é o processo de reciclagem. Sua contribuição nessa perspectiva de sustentabilidade pode ser mais bem aproveitada a partir da apropriação de saberes científicos e tecnológicos utilizados nesse processo. De acordo com Gonçalves (2008), as vantagens econômicas da reciclagem de resíduos sólidos para as indústrias têm proporcionado cada vez mais o surgimento ou a adequação de empreendimentos que utilizam materiais recicláveis dentro do processo de fabricação, o que tem contribuído para a elevação da demanda pela indústria dessa classe de matéria-prima, tornando-a mais lucrativa.

Dentro dos processos de reciclagem de resíduos sólidos, a reciclagem de materiais poliméricos será o tema abordado dentro desta proposta. A questão dos materiais plásticos se estabelece como um tema que apresenta várias questões controversas, como por exemplo, as contradições que surgem com a utilização de sacolas plásticas em demasia, relacionada ao seu descarte inadequado e ao impacto ambiental que causam. Apresenta um significado social, pois os plásticos estão presentes no cotidiano, assim como no desenvolvimento de novos produtos e nos efeitos que o descarte desses resíduos causam ao meio ambiente. A partir dessa temática é possível abordar conceitos científicos, como o estudo das técnicas de reciclagem, e a partir disso discutir questões relacionadas à tecnologia e os impactos sociais.

Nesta perspectiva, o ensino profissional necessita caminhar no sentido de possibilitar a inserção e a participação do cidadão na sociedade, a partir de sua formação científica e tecnológica, tornando possível a compreensão e as possíveis soluções de problemas sociais. Além disso, a utilização da abordagem CTS no ensino médio e técnico também deve contribuir na construção de valores e habilidades para o interesse coletivo, fazendo com que o aluno entenda que ele é importante na construção de um mundo melhor para todos.

Diante dos tópicos abordados neste capítulo, acredita-se que, ao proporcionar discussões sobre a relação social da ciência e da tecnologia, para os discentes da educação técnica, estaremos despertando o interesse nos alunos em envolverem-se em projetos sociais e/ou ambientais de forma integrada ao seu aprendizado durante o curso. Esse é o papel da escola, especialmente de educação técnica e tecnológica, que tem a responsabilidade de formar profissionais conscientes e responsáveis em relação às questões científicas, tecnológicas e ambientais, pois eles além de poderem ser geradores de novas tecnologias, são consumidores, que devem estar preparados para agir com prudência e discernimento (LATINI et al., 2013).

A abordagem CTS também se destaca pelo desenvolvimento de valores vinculados aos interesses coletivos, como os de consciência do compromisso social e do respeito ao próximo. Se o cidadão tivesse maior acesso às informações sobre o conhecimento científico e tecnológico da reciclagem de materiais plásticos, poderia refletir melhor sobre tais questões, considerando os aspectos sociais, ambientais e éticos, e poderia resultar na diminuição do consumo de embalagens, no reaproveitamento destes materiais e na destinação correta destes resíduos.

Além disso, os problemas ambientais e sociais causados pelo aumento da utilização de embalagens plásticas tais como: consumo acelerado de itens constituídos de materiais plásticos, quantidade crescente dos resíduos sólidos, ineficácia do seu gerenciamento e os danos causados ao meio ambiente e à saúde da população; servem de estratégia metodológica para a abordagem destes conteúdos permitindo o estabelecimento de relações entre ciência, tecnologia e sociedade (LATINI et al., 2013).

Considerando esta abordagem, desenvolver em sala de aula os temas sobre geração de resíduos sólidos e a reciclagem de materiais plásticos permite uma visão mais ampla e crítica destes conteúdos, tendo em vista que podem ser introduzidas discussões sobre os aspectos ambientais e sociais, além da relação entre produção e consumo de plásticos, seus usos, a reutilização e a reciclagem desses materiais e, o impacto ao meio ambiente. Santos (2008) aponta que para preparar cidadãos que sejam capazes de participar das decisões, acerca dos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e de suas implicações na sociedade e na qualidade de vida de cada cidadão, é preciso "... fornecer uma aprendizagem comprometida com as dimensões sociais, políticas e econômica que permeiam as relações com ciência, tecnologia e sociedade".

4 METODOLOGIA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi desenvolvido durante a Atividade de Ensino de Estágio de Docência em Ensino de Química III-B no primeiro semestre de 2016. O estágio foi realizado num Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia.

A reestruturação e desenvolvimento de uma disciplina de Reciclagem de Termoplásticos utilizando abordagem CTS foi desenvolvida durante o semestre letivo em uma turma de alunos de 1º e 3º semestres do Curso Técnico em Plásticos. Na Instituição, o Técnico em Plásticos é um curso de nível médio subsequente ao Ensino Médio, de modalidade presencial, com carga horária de 1200 horas distribuídas em 4 semestres. Uma das disciplinas que compõe o currículo do curso é a Reciclagem de Termoplásticos, que tem como objetivo orientar o aluno para a aquisição dos conhecimentos referentes a reutilização dos polímeros provenientes de descarte, seu ciclo de vida e os diferentes métodos de reciclagem desses materiais.

Para construção de uma disciplina com referencial CTS, foi planejada uma proposta tendo como objetivo o estudo da utilização de materiais recicláveis para o desenvolvimento de produtos a partir da abordagem CTS, buscando a formação de cidadãos que atuem na sociedade e no ambiente, bem como orientando o aluno sobre as diferentes técnicas de reciclagem de polímeros. As estratégias de ensino utilizadas nesta proposta foram a elaboração de diversas atividades como sessões de discussão e debates, projetos individuais e em grupos, apresentações orais, relatórios escritos e a aplicação do método de resolução de problemas. Os instrumentos de avaliação utilizados nesta proposta estão baseados na participação dos alunos em sala de aula a partir da verificação dos questionamentos, sobre as questões levantadas durante o debate, algumas atividades escritas, o desenvolvimento da resolução de problemas e a apresentação de seminários.

A relevância da reciclagem de polímeros associa-se à importância de se introduzir em sala de aula abordagens diferenciadas que tratem o conhecimento de forma contextualizada e que provoquem mobilização, motivação e aprendizagem nos alunos. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), as competências e habilidades cognitivas e afetivas desenvolvidas no ensino de química deverão capacitar os alunos a tomarem suas próprias decisões frente a situações problemáticas, contribuindo assim para o desenvolvimento do educando como pessoa humana e como cidadão (LACERDA; CAMPOS; MARCELINO, 2012).

Para a investigação da contribuição desta proposta, foi utilizada uma metodologia de análise qualitativa em educação, do tipo Análise Textual Discursiva. A Análise Textual Discursiva (ATD) visa, inicialmente, a desconstrução das atividades desenvolvidas pelos alunos examinando detalhadamente o material. Esta desconstrução permite compreender melhor o sentido destas atividades em diferentes âmbitos. Na sequência, desenvolve-se o estabelecimento de relações, procurando a identidade entre elas, para compreender o que emerge da totalidade do texto, em direção a uma nova compreensão. Por fim, o processo de pesquisa é reestabelecido, exigindo uma imersão nas informações das atividades analisadas, gerando categorias de análise de maior ou menor amplitude. Foram efetuadas coletas de dados através de questionamentos feitos para os alunos durante as atividades desenvolvidas, atividades escritas e registros da professora.

4.1 Resolução de Problemas

A metodologia de Resolução de Problemas pode basear-se na apresentação de situações semiabertas e sugestivas que exijam dos estudantes uma atitude ativa e um esforço para buscar respostas próprias. O ensino baseado na resolução de problemas pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis para dar solução a situações variadas (POZO, 1998). Assim, os alunos podem construir hipóteses, analisar dados, observar criticamente os problemas de interesse e implicações da própria Ciência (GOI; SANTOS, 2009).

A atividade de resolução de problemas aplicada relacionou a importância da reciclagem dos materiais poliméricos para o meio ambiente e para a sociedade. Esta atividade faz parte da Proposta da disciplina e foi desenvolvida em sala de aula durante dois encontros. Foram elaborados 5 problemas utilizando situações reais de reciclagem de resíduos sólidos com intuito de desenvolver com os alunos as habilidades de pesquisa, de produção do conhecimento e comunicação (Apêndice A).

O Problema 1 trata da utilização da Produção Mais Limpa (P+L) com intuito de reduzir o consumo de energia, de água e a minimização na geração de resíduos sólidos durante o processo de reciclagem de polietileno. O Problema 2 aborda sobre a importância dos Centros de Coleta de embalagens recicláveis nas redes de supermercados, bem como a influência na divulgação das campanhas de incentivo à reciclagem dessas embalagens. O Problema 3 versa sobre o reaproveitamento e

reciclagem de materiais plásticos pós-consumo com base na logística reversa, principalmente as sacolas plásticas, facilitando o transporte do resíduo para as recicladoras e gerando emprego e renda para os moradores locais. O Problema 4 trata da utilização da logística reversa como uma forma de contribuir para a diminuição do impacto ambiental provocado pelo descarte incorreto das garrafas PET, bem como para a geração de emprego e renda a partir da reciclagem do PET. O Problema 5 aborda sobre o impacto ambiental dos pneus pós consumo e a importância do conhecimento do ciclo de vida dos pneus para reaproveitamento da matéria prima, recuperação e co-processamento para melhor destinação deste resíduo.

4.2 Análise Textual Discursiva (ATD)

A partir das sessões de discussões e debates e das atividades desenvolvidas durante as aulas - como projetos, resolução de problemas, apresentações orais e avaliação individual - foram realizadas análises qualitativas dos dados obtidos a partir das ideias, reflexões, argumentos e materiais escritos pelos alunos, assim como dos registros da professora.

A ATD pode ser descrita como um processo emergente de entendimento, que tem início com um movimento de desconstrução, onde os textos são desorganizados. Isso se dá a partir de um processo organizado de reconstrução de novas compreensões que necessitam de um maior entendimento e de uma validação em forma de produções escritas. O processo de desconstrução e unitarização consiste numa etapa de desmontagem dos textos destacando seus elementos constituintes. Esta desmontagem permite compreender a essência dos sentidos dos textos em diferentes âmbitos, cabendo ao pesquisador decidir quais os fragmentos que serão construídos, gerando desta forma unidades de análise de maior ou menor amplitude (MORAES; GALIAZZI, 2006).

A unitarização – unidades de análise – é definida de acordo com os objetivos da pesquisa, estabelecida previamente, de forma a aglutinar elementos textuais que apresentam proximidades de sentidos e significação, em que se originam as categorias (TORRES et al., 2008).

Depois da realização desta unitarização, que precisa ser feita com intensidade e profundidade, passa-se a fazer a articulação de significados semelhantes em um processo denominado de categorização. Neste processo reúnem-se as unidades de significado semelhantes, podendo gerar vários níveis de categorias de análise

(MORAES; GALIAZZI, 2006). A categorização pode ser compreendida como o processo onde se faz relações e comparações entre as unidades definidas na etapa inicial. Além de reunir elementos semelhantes, também implica nomear e definir as categorias na medida em que vão sendo construídas (MORAES; GALIAZZI, 2006).

A etapa que finaliza o processo é a comunicação, em que são gerados os novos discursos na forma escrita resultantes das categorias analisadas. O discurso textual sistematizado que emerge do entendimento alcançado durante a análise deve ter como atributos qualidade e originalidade. Esses atributos dependem da compreensão dos dados analisados e dos pressupostos teóricos e epistemológicos utilizados pelo pesquisador (TORRES et al., 2008).

A construção das unidades de análise foi realizada a partir do processo de fragmentação dos dados, com base nos objetivos desta proposta. Dentro desse processo, foram estabelecidas quatro unidades de análise: 1) *Formação de cidadão*; 2) *Preocupação com o meio ambiente*; 3) *Importância da educação tecnológica*; 4) *Prática docente*. Durante o reagrupamento e análise das relações entre as unidades, foram criadas algumas categorias para análise do texto das atividades desenvolvidas pelos alunos. As categorias são emergentes, pois foram criadas a partir da leitura dos textos desenvolvidos pelos alunos.

A primeira categoria criada é a formação de cidadão crítico, analisando as respostas e manifestações dos alunos, identificando quando eles são capazes de compreender a realidade social e ambiental que vivem e se posicionarem contribuindo na construção de valores e habilidades para o interesse coletivo da sociedade.

A segunda categoria é a preocupação com o meio ambiente a partir da reciclagem de polímeros, identificando quando os alunos apresentam uma visão mais ampla e crítica destes conteúdos e buscam mais informações científicas e tecnológicas sobre o reaproveitamento e a reciclagem de polímeros, considerando os aspectos sociais e ambientais que envolvem estas técnicas.

A terceira categoria é a preocupação com o meio ambiente a partir da redução dos resíduos poliméricos, identificando quando os alunos expõem uma visão realista do problema de alta produção de resíduos e da necessidade redução, apontando que a falta de conscientização agrava os problemas ambientais.

A quarta categoria criada é a importância da educação tecnológica para a sociedade, identificando quando o ensino profissional, a partir da formação científica e

tecnológica, possibilita a inserção e a participação dos alunos, ampliando a compreensão do papel deles na sociedade.

A última categoria construída é a prática docente na construção do conhecimento, que compreende a utilização da abordagem CTS numa disciplina de curso técnico, identificando se a mesma contribui para uma educação comprometida com a formação de profissionais pensantes, capazes de tomar decisões sobre as questões pertinentes ao desenvolvimento científico, tecnológico e social.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como primeiro resultado deste Trabalho de Conclusão temos a proposta de reestruturação curricular de uma disciplina de Reciclagem de Termoplásticos, propondo a utilização da abordagem CTS para a formação de profissionais e cidadãos críticos que se preocupam com o meio ambiente e a sociedade. A proposta desta disciplina está detalhada no Apêndice B, onde podem ser verificadas todas as atividades desenvolvidas durante o estágio de docência. Os resultados, discussões e as análises desta proposta serão apresentadas de forma conjunta ao longo deste capítulo.

O planejamento das aulas foi baseado no desenvolvimento de conteúdos a respeito da reciclagem dos materiais poliméricos, as principais técnicas de reciclagem, análise do ciclo de vida, propriedades e aplicações, proporcionando discussões sobre as relações sociais da ciência e da tecnologia, incentivando ações que visem à compreensão e o interesse dos alunos em desenvolver projetos com características tanto do ponto de vista econômico e social quanto ecológico.

Esta análise está dividida em duas etapas, vinculadas à organização da proposta em temáticas: plásticos, meio ambiente e seus recursos naturais, e diferentes técnicas de reciclagem dos materiais poliméricos. Para contribuir com a discussão das atividades desenvolvidas e com a análise dos dados, também foram abordados outros assuntos que fazem parte dos conteúdos da disciplina, como a gestão de resíduos plásticos, as análises de ciclo de vida desses materiais, o impacto ambiental das indústrias de transformação e a reciclagem como possibilidade de emprego e renda. A relação entre os conteúdos de polímeros e a perspectiva de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) foi construída a partir da utilização de uma problemática social e atual, a gestão de resíduos sólidos, juntamente com as tecnologias envolvidas no processo de reciclagem, bem como os estudos científicos relacionados às técnicas de reciclagem de polímeros, criando ferramentas que favorecessem a discussão das questões sociais, econômicas, ambientais e políticas.

5.1 Plásticos, Meio ambiente e seus Recursos Naturais

Como a abordagem escolhida para o desenvolvimento desta disciplina enfoca a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, iniciei o conteúdo abordando alguns

conceitos sobre Meio Ambiente, recursos naturais, e o impacto social do descarte do lixo e dos materiais plásticos como resíduo (Apêndice B).

Uma vez inserida, no contexto educacional, a abordagem CTS possibilita um enfoque interdisciplinar evidenciando a articulação da ciência com outras áreas de conhecimento, assumindo, nessa articulação, uma abordagem histórica trazendo a percepção de que a Ciência e a Tecnologia passaram por um processo evolutivo ao longo dos anos; epistemológica observando os limites dos enunciados científicos, questionando sua legitimidade; social pelo seu impacto na e/ou para a sociedade e; problematizadora que incita o debate baseado em temas atuais, possibilitando o desenvolvimento de um pensamento crítico-reflexivo acerca das relações socioambientais estabelecidas em meio aos estudos científico-tecnológicos. Essa reflexão pode “preparar os estudantes para seu papel numa sociedade democrática no sentido de buscar alternativas para aplicações da ciência e da tecnologia dentro da visão do bem estar social” (STRIEDER, 2012).

Desde os primeiros encontros em sala de aula pude verificar a importância da abordagem CTS para o contexto educacional da formação técnica. Durante as aulas surgiram questionamentos e opiniões a respeito do descarte inadequado do lixo urbano, da falta de conscientização da sociedade no momento de separar o lixo e do mal que isto pode fazer para o Meio Ambiente. Também surgiram muitas dúvidas a respeito dos aterros sanitários, de como é feito o preparo do solo para evitar contaminação, porque devem ser construídos em locais mais afastados da cidade e se depositar os polímeros neste tipo de aterro prejudicaria muito o Meio Ambiente. Os alunos começaram a se interessar sobre o assunto, percebendo que o conteúdo fazia parte do cotidiano deles. A partir daí mostrei que eles são uma parcela importante da sociedade, pois podem ajudar na sensibilização das pessoas para a importância do consumo consciente, da redução do desperdício e do reaproveitamento dos materiais.

Após estas discussões, os alunos desenvolveram trabalhos individuais sobre os principais aspectos econômicos, sociais e ambientais relacionados à reciclagem dos resíduos poliméricos (Apêndice C). Apresentei quatro fatores que motivam a reciclagem dos materiais poliméricos contidos nos resíduos sólidos urbanos e solicitei que escolhessem apenas um fator para discutir e desenvolver o trabalho.

Os fatores apresentados foram:

- a preservação de fontes esgotáveis de matéria-prima;
- o aumento da vida útil dos aterros sanitários;

- a redução de gastos com a limpeza e a saúde pública;
- a geração de emprego e renda.

Para analisar esta atividade, verifiquei a partir das falas apresentadas pelos alunos, se eles consideram estar inseridos na sociedade, se eles acreditam na importância da atuação do cidadão nas questões ambientais e também se eles compreenderam os principais aspectos relacionados à reciclagem.

Resolvi aplicar um trabalho individual logo no início do semestre para poder identificar o entendimento de cada aluno a respeito dos aspectos econômicos, sociais e ambientais relacionados à reciclagem, e assim perceber até que ponto eles compreendiam o assunto. Acredito que um trabalho individual e escrito ajuda o docente a verificar quais são as principais dificuldades encontradas pelos alunos no desenvolvimento da atividade, facilitando na construção de ações de ensino visando o aprendizado do aluno.

No desenvolvimento desta atividade, parte da turma não conseguiu responder corretamente, pois eles não entenderam o que estava sendo pedido. Também produziram textos de difícil compreensão, impossibilitando uma análise mais criteriosa. A partir daí, observei que a maioria dos alunos teve dificuldade na interpretação e produção de textos com início, meio e fim, e que apresentem coerência entre os parágrafos.

A seguir apresento algumas análises, a partir das categorias construídas, a fim de identificar as contribuições para o entendimento das relações entre CTS e a formação de profissionais e cidadãos.

Para discutir esta atividade foram selecionados alguns trabalhos, levando em consideração os quatro fatores apresentados. Em cada trabalho selecionado foi feita a análise textual discursiva, de acordo com a categoria que melhor se encaixa na descrição.

O primeiro trabalho (Figura 1) aborda aspectos da redução de gastos com a limpeza e a saúde pública, porém o aluno fugiu do assunto, explicando sobre a composição percentual e mássica dos resíduos poliméricos. Acredito que ele tenha retirado informações de outro trabalho, pois aborda sobre alguns objetivos e métodos adotados que não fazem parte do desenvolvimento da atividade proposta. Somente na conclusão é que o aluno relatou algumas informações a respeito do fator que motiva a reciclagem dos materiais poliméricos contidos nos resíduos sólidos urbanos.

Tendo como referência a categoria *preocupação com o meio ambiente com base na redução dos resíduos poliméricos*, o aluno relata (Figura 1) que as embalagens plásticas, por gerarem um grande volume de resíduo e possuírem degradação lenta, comprometem a vida útil dos aterros sanitários. O aluno E1 expos argumentos que apresentam uma visão realista dos problemas que a falta de conscientização social e o descarte inadequado das embalagens plásticas trazem para o meio ambiente, apresentando algumas soluções para minimizar os impactos causados, ou seja, apresenta uma leitura crítica da realidade.

A redução de gastos com limpeza e saúde pública.

Os resíduos poliméricos pós-consumo - embalagens plásticas – se destacam nos resíduos sólidos domiciliares, por apresentarem crescimento de participação no lixo urbano e possuírem características como degradação lenta e volumetria elevada, o que compromete a vida útil dos aterros sanitários. Ressalta-se, ainda, o potencial econômico para reutilização e reciclagem dos resíduos poliméricos. Este trabalho tem por objetivo apresentar a composição percentual, mássica, dos resíduos poliméricos. *Esse não é o objetivo d*

O método adotado para caracterização, para determinação da composição, foi por amostragem, na coleta regular, e pela massa total coletada, na coleta seletiva. Na coleta regular, o número de amostragem compreendeu todos os quinze setores, sendo a massa da amostra obtida por quarteamento. Foi feita uma caracterização no inverno e outra no verão.

Destacam-se, nos resultados da coleta regular, os percentuais em massa de 10,47% de resíduos poliméricos, o PET com maior participação (35,96%) nas resinas e o uso preferencial em embalagens para alimentação (56,42%), e, na coleta seletiva, os percentuais de 20,60% de resíduos poliméricos, a resina PET com maior participação (50,64%).

Os resultados evidenciam a tendência de crescimento de resíduos de PET e do uso preferencial dos polímeros termoplásticos em embalagens para alimentação. Constatou-se que o poder público municipal de certo lugares, se empenha em desenvolver política ambiental por meio de programas e ações para proteção do meio ambiente.

Concluimos que, é necessário, no entanto, minimizar os índices de resíduos poliméricos coletados e destinados ao aterro sanitário, o que, para tanto, recomenda-se a reestruturação do sistema de coleta seletiva, envolvendo ações como:

- Ampliação para 100% da área urbana e elevação da frequência da coleta em cada bairro, por meio da criação de novas cooperativas e aumento do número de cooperados.
- Ampliação do apoio logístico e organizacional para as cooperativas de catadores.
- Incentivo fiscal e apoio tecnológico para implantação de micro-empresas de reciclagem, com prioridade para população de baixa renda.
- Campanhas publicitárias e valorização de iniciativas que visem à educação ambiental da população com foco na redução de desperdícios e na separação dos resíduos.

Figura 1 – Trabalho desenvolvido por aluno E1.

Outro aluno (E2) escolheu o aumento da vida útil nos aterros sanitários como principal fator que motiva a reciclagem dos materiais poliméricos. Este trabalho foi elaborado de acordo com o solicitado, pois explicou sobre os resíduos sólidos que vão para os aterros sanitários sem nenhum tratamento, sobre dados da quantidade de resíduos produzidos no Brasil, além de explicar algumas maneiras de reaproveitar e reciclar os resíduos sólidos gerados, diminuindo sua quantidade nos aterros sanitários.

No argumento transcrito na Figura 2 se percebe na fala do educando E2 que ele tem uma percepção crítica sobre a disposição dos resíduos sólidos descartados em lixões a céu aberto. Uma das possibilidades apresentadas é a diminuição do consumo, buscando meios como a reutilização e a reciclagem desses materiais. Então, se percebe que o problema vai além das questões sociais e ações individuais, pois envolve questões econômicas, políticas e científicas.

Outro trabalho que também aborda o mesmo fator que motiva a reciclagem, e que corrobora com os recortes anteriores pode ser visto na Figura 3. Este aluno E3 também expõe alternativas para minimizar os impactos causados pelo descarte inadequado de resíduos poliméricos nos aterros.

A categoria que explica melhor estes trabalhos (Figuras 2 e 3) é a *preocupação com o meio ambiente a partir da reciclagem de polímeros*, pois observei que estes alunos (E2 e E3) apresentaram uma visão ampla e crítica sobre a redução de resíduos poliméricos em aterros sanitários a partir da utilização da reciclagem dos polímeros como uma alternativa ambiental e socialmente viável.

O Aumento da Vida Útil nos Aterros Sanitários

Existem diversos tipos de resíduos sólidos, principalmente de origem industrial e doméstica. Esses materiais, infelizmente, são descartados hoje em céu aberto, sem receber nenhum tipo de tratamento, acabando por ficar nos chamados “lixões”, contaminando principalmente o solo.

Porém, hoje em dia, com o aumento da tecnologia, aumentou muito o número de resíduos de eletrônicos, e, por ser um tipo de material muito recente, não há muito que se fazer em relação a isso, por serem feitos de diferentes tipos de materiais, inclusive radioativos, podendo afetar em muito a natureza. As partes de metais podem sim ser reaproveitadas, porém sendo pouca quantidade em relação aos outros materiais. *(Deveria ter falado também de resíduos plásticos desses computadores)*

Segundo dados do IBGE em 2010, o Brasil produz, em média, mais de 240 mil toneladas de resíduos domiciliares por dia, porém aproximadamente 80%, são de material que pode ser reaproveitado.

Porém, um dos maiores problemas está nos materiais poliméricos descartados indevidamente, porque eles têm uma vida útil longa. O descarte errado de material prejudica o meio ambiente, pois, além da demora em sua deterioração, o material se perde, pois ele não pode mais ser reaproveitado, obrigando a fabricação de novos materiais, fazendo com que fique mais material parado na natureza sem aproveitamento, perdendo produção para novos itens, dinheiro, e, claro, gerando mais danos ao meio ambiente. *?? Como assim??*

A prevenção disso seria começando já no desenvolvimento do produto, que deveria ter uma possibilidade de reciclagem. Depois de sua fabricação, ele deveria ser reutilizado ao máximo, e, quando não pudesse mais, ser reciclado, fazendo o tratamento correto de cada material, para finalmente ser reaproveitado como material reciclado. Com isso, como já citado, haveria a diminuição dos custos de produção de um material novo sem necessidade, e diminuiria os resíduos poliméricos nos aterros sanitários.

Figura 2 – Trabalho desenvolvido pelo aluno E2.

Ó aumento da vida útil nos aterros sanitários

O Aterro Sanitário é a forma de disposição final mais conhecida mundialmente. Deve ser projetado para receber e tratar o lixo produzido pelos habitantes de uma cidade, com base em estudos de engenharia, para reduzir ao máximo os impactos causados ao meio ambiente e evitando danos à saúde pública.

A disposição de resíduos sólidos orgânicos em aterros sanitários exige cuidados adicionais na concepção do projeto, assim como na manutenção e operação de um aterro sanitário. No processo de decomposição dos resíduos sólidos, ocorre a liberação de gases e líquidos (chorume ou percolato) muito poluentes, o que leva um projeto de aterro sanitário a exigir cuidados como impermeabilização do solo, implantação de sistemas — de — drenagem eficazes, — entre — outros, — evitando — uma possível contaminação da água, do solo e do ar.

A reciclagem separa componentes do lixo – como plásticos, latas de alumínio e papel – e os encaminha para reaproveitamento. Já na compostagem, o lixo orgânico (composto principalmente por sobras de alimentos) é tratado por cerca de um mês em um ambiente úmido e a temperaturas que variam entre 45°C e 65°C, sendo processado por microrganismos. Passado esse período, a matéria orgânica pode ser utilizada como fertilizante. Além do lixo orgânico, também o lodo de esgotos pode sofrer o mesmo processo.

O tempo de vida útil de um aterro é dito como o tempo estimado que o aterro estará em funcionamento até que sua capacidade de armazenamento total seja alcançada. A reciclagem minimiza esse tempo pois uma boa parte dos resíduos sólidos poderiam ser reciclados e poderiam retornar ao ciclo produtivo das empresas. Isso significa economia de matéria-prima, garante o efetivo retorno dos resíduos aos lugares de descarte corretos e como já comentado, reduz o volume de resíduos nos aterros.

Figura 3 – Trabalho desenvolvido pelo aluno E3.

Em outro trabalho o aluno E4 desenvolveu sua atividade buscando informações a respeito da geração de emprego e renda a partir da reciclagem dos resíduos sólidos, explicando as diferentes maneiras que a população encontrou para obter fonte de renda a partir da coleta seletiva, das cooperativas e também dos catadores.

Nos argumentos reproduzidos na Figura 4, se percebe na fala do aluno E4 que ele tem uma percepção crítica a respeito das questões sociais que envolvem os catadores, pois explica que apesar da geração de emprego e renda nas cooperativas, estes não são suficientes para promover melhora nas condições de vida dos catadores.

A categoria que melhor representa estas afirmações do trabalho (Figura 4) é a *formação de cidadão crítico*, a partir das respostas, verifiquei sua capacidade de compreender que a realidade social dos catadores de lixo, dos trabalhadores da coleta seletiva e das cooperativas também faz parte da sua realidade social e do ambiente em que vivem, se mostrando preocupado com o interesse coletivo da sociedade. Outro ponto importante abordado é necessidade de criar políticas públicas que promovam a capacitação para melhorar a qualidade de mão e obra com intuito de diminuir as desigualdades sociais. Este aluno (E4) conseguiu apresentar sua opinião destacando a conscientização social como determinante para a resolução dos problemas ambientais e sociais.

A Geração de Emprego e Renda na reciclagem de materiais poliméricos:

O consumo cada vez mais crescente de materiais poliméricos utilizados nas indústrias tem um grande impacto na hora do descarte, esse que na maioria das vezes é indevido.

Devido à aceleração crescente da população e o consumismo exagerado e desenfreado, a reciclagem se tornou de extrema importância nos dias de hoje.

Além dos benefícios para o meio ambiente a reciclagem é uma forma de minimizar o alto grau de desemprego nos países subdesenvolvidos, como o Brasil, uma vez que muitas pessoas encontram neste setor uma forma de sustentar a família.

Os mais pobres ganham a vida precariamente catando lixo nos depósitos de maneiras indevidas em busca de qualquer coisa que possa ser vendida. Muitos desses catadores são crianças e em alguns lugares famílias inteiras vivem dos aterros sanitários, junto com ratos e urubus.

Catar e vender latinhas de alumínio tem se mostrado uma prática muito comum entre pessoas de baixa renda, muitas vezes como única fonte de renda. Também se incluem as garrafas Pet, papelão e vidros.

Apesar da geração de trabalho e renda com a comercialização, dos materiais descartados e recolhidos em Cooperativas de Lixo, estes não são suficientes para promover melhoria expressiva nas condições de vida dos seus cooperativados, são necessárias políticas públicas, com capacitação para poder separar, e diferenciar cada tipo de material. A mão de obra desqualificada e as desigualdades sociais representam um problema de um trabalho precário no processo de reaproveitamento comercialização dos materiais reciclados.

Muitos municípios do Brasil já possuem a Coleta Seletiva que contribui muito na redução da degradação do meio ambiente e proporciona muitos empregos e fontes de renda a população, tanto nas ruas recolhendo, quanto nos centros de triagem das prefeituras ou de cooperativas de catadores.

Figura 4 – Trabalho desenvolvido pelo aluno E4.

A preservação de fontes esgotáveis de matéria prima também foi discutida em outro trabalho (Figura 5). Este aspecto foi o menos abordado pelos alunos (menor número de trabalhos), pois é um assunto que necessitava de mais tempo e informação para realizar a pesquisa bibliográfica.

A *formação de cidadão crítico* é a categoria que melhor discute este trabalho (Figura 5), pois este aluno (E5) conseguiu mostrar a importância da redução das fontes de matéria prima e a utilização do resíduo plástico na fabricação de novos produtos. Percebe-se na fala do aluno E5 que é necessário uma conscientização social e ambiental, que cabe ao indivíduo pensar na reutilização ou reciclagem dos produtos usados e suas embalagens, proporcionando a preservação de recursos naturais.

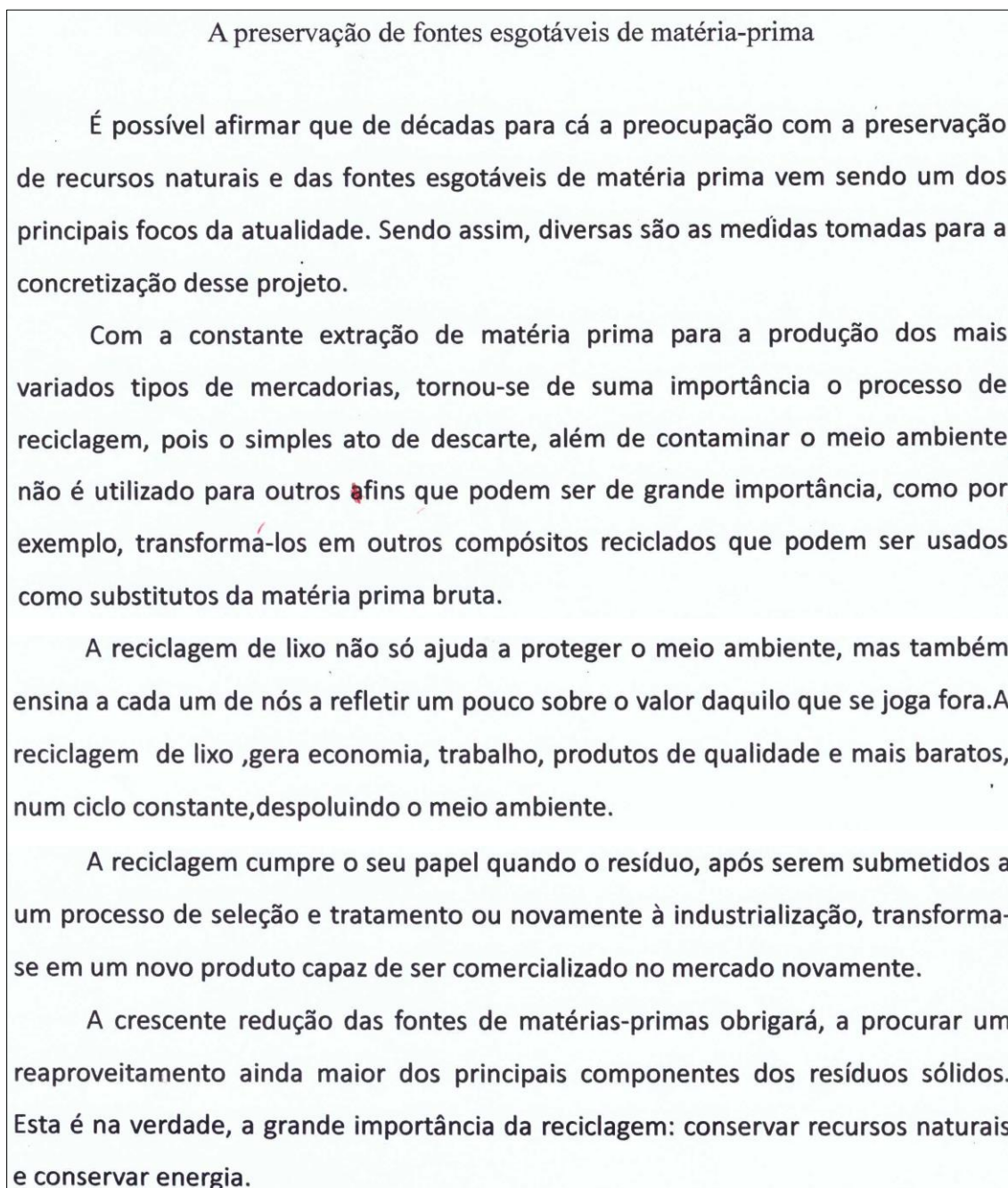


Figura 5 – Recortes de um trabalho desenvolvido pelo aluno E5.

É na busca pela construção da cidadania, que os alunos apontam a conscientização social como importante fator para diminuir problemas como o descarte inadequado de resíduos, resultando na diminuição da poluição ambiental. Pode-se observar que a educação tecnológica também é muito importante, pois percebi que os alunos que não compreenderam o que devia ser desenvolvido no trabalho precisavam ser mais incentivados a participarem das atividades propostas, buscando uma formação científica e tecnológica, e também tornando possível a compreensão do seu papel na sociedade como cidadão.

Após verificar algumas dificuldades, percebi que a maneira como solicitei o trabalho, ou a falta de explicação de como produzi-lo pode ter acarretado confusão para alguns alunos. Pensando em instigar (e compreender) ainda mais os alunos a respeito dos principais aspectos relacionados à reciclagem, resolvi utilizar o material desenvolvido por eles e promover um debate.

Organizei a formação dos grupos de acordo com os fatores que cada aluno escolheu para desenvolvimento do trabalho. Solicitei que os grupos fizessem uma discussão durante o primeiro período de aula e discutissem entre si para organizar os principais tópicos relacionados ao fator escolhido. No segundo período de aula pedi que os alunos fizessem uma mesa redonda e expliquei como deveria ocorrer o debate entre os grupos.

O debate foi ótimo, pois a maioria dos alunos queria dar sua opinião, todos queriam contribuir com alguma informação. Em alguns momentos tive que pedir calma, e organizar o processo de comunicação, pois vários alunos falavam ao mesmo tempo. Os argumentos utilizados pelos alunos também foram de grande importância para o grupo, pois eles deixaram bem claras suas opiniões, explicando que devemos preservar as fontes de matérias primas, como a água, o solo, o ar, que a sociedade deve ter clareza da importância da separação do lixo a fim de aumentar a vida útil dos aterros sanitários; que se tivermos mais cuidado com os resíduos, os municípios não precisam gastar tanto com limpeza e saúde pública e que a reciclagem é, sim, uma forte e promissora fonte de emprego e renda, mas que deveria ser mais compreendida pela sociedade. Isto corrobora com a formação humana integral apontada por Lorenzeto e Moreira (2014), e que a utilização da abordagem CTS proporciona aos estudantes não somente a formação técnica, mas também a capacidade de compreender a realidade, ampliando sua consciência crítica.

Nestes encontros percebi que grande parte da turma prefere expor suas ideias falando e discutindo sobre elas, e não na forma escrita. Entendi que devo tentar fazer com que os alunos qualifiquem sua comunicação em trabalhos escritos, mas que não posso deixar de promover avaliações em que eles consigam se expressar oralmente.

5.1.1 Gestão de resíduos

Esta etapa da proposta iniciou com uma exposição sobre a gestão de resíduos plásticos pós-consumo, abordando a importância da reutilização ou reprocessamento dos materiais reciclados, visando a diminuição destes resíduos sólidos nos aterros sanitários, bem como mostrando alternativas para sua destinação adequada e as legislações internacionais a respeito da reciclagem e destinação de resíduos plásticos na União Europeia e nos Estados Unidos, bem como a legislação brasileira para destinação dos resíduos sólidos (Apêndice B).

Essa abordagem fez com que os alunos começassem a participar mais, em uma atividade de aula expositivo-dialogada, e também questionar mais a respeito do conteúdo abordado. Acredito que essa maior participação também ocorreu por já ter passado um mês do início das aulas, eles já se conheciam melhor e também não estavam tão receosos com as minhas aulas. Esse era o sentimento que tinha durante os primeiros encontros, achei que eles tinham muito receio em perguntar e tirar suas dúvidas.

Para mim este momento também foi muito bom, pois consegui me sentir mais a vontade com toda a turma em situações de aula expositivo-dialogada, proporcionando alguns momentos de descontração, respondendo às perguntas com mais entusiasmo e promovendo discussões entre os alunos, pois acredito que dessa forma é possível contribuir para a formação de alunos mais críticos, responsáveis e comprometidos com o conhecimento.

Conforme meus registros de aula, os alunos falaram que para diminuir o volume de lixo, os municípios deveriam investir em pontos de coletas de resíduos plásticos espalhados por toda a cidade, porque dessa forma as pessoas separariam mais o lixo. Eles acreditam que mesmo com a coleta seletiva proporcionada pelo município, os cidadãos ainda colocam o lixo seco e o orgânico juntos na mesma lixeira.

Outro momento da aula que gerou mais discussões foi quando comecei a apresentar e comparar as legislações internacionais a respeito da reciclagem e

destinação de resíduos plásticos da União Europeia e dos Estados Unidos com a legislação brasileira de destinação dos resíduos sólidos. Alguns alunos ficaram indignados, pois perceberam que o Brasil precisa melhorar muito no estabelecimento de leis, diretrizes e resoluções, mas principalmente que é necessário cumprir o que está escrito nesses documentos.

5.2 Técnicas de reciclagem de materiais poliméricos

Durante algumas aulas foram abordadas três técnicas de reciclagem de materiais poliméricos: a reciclagem mecânica, a reciclagem química e a reciclagem energética. Após esse período, foi aplicado um instrumento de avaliação individual escrito a fim de identificar aprendizagens (Apêndice B).

5.2.1 Reciclagem Mecânica

Nas aulas sobre a reciclagem mecânica, foram abordadas sua importância, vantagens e desvantagens. Muitos alunos já conheciam os equipamentos e os processos utilizados para a reciclagem mecânica, visto que muitos deles trabalham em indústrias de transformação ou já utilizaram os equipamentos disponíveis no Instituto. Além disso, nas indústrias onde os alunos trabalharam, parte da matéria prima utilizada é de material reciclado (reaproveitado) dentro da própria indústria ou a empresa compra material reciclado, a fim de diminuir custo de produção e de produto. A partir dos exemplos que os alunos apresentaram, consegui aliar o conteúdo abordado sobre a importância deste tipo de reciclagem, não só pela diminuição de custos de produção, mas também pela diminuição de resíduos sólidos nos aterros sanitários, tornando uma aula muito mais dinâmica e participativa.

5.2.2 Reciclagem Química

Nesta aula observei que os alunos tiveram mais dificuldade para entender de que maneira é feita a reciclagem química dos polímeros. Percebi esta dificuldade mais intensa com os alunos do 1º semestre, pois como eles estavam vendo as primeiras disciplinas que envolvem as estruturas químicas dos polímeros, ficava muito mais difícil de compreender como ocorrem as reações de despolimerização utilizando

aquecimento ou por solventes. Tentei explicar de diversas maneiras, apresentando as estruturas químicas e as reações se formando no quadro, mas mesmo assim percebi certa resistência neste conteúdo. Também notei que alguns termos técnicos utilizados para explicar o conteúdo atrapalhavam o entendimento. Então tive que buscar explicações utilizando palavras mais cotidianas, como por exemplo, queima ou degradação ao invés de pirólise, reação com temperatura elevada em vez de termólise, quebra da estrutura do polímero em tamanhos menores em vez de quebra em moléculas menores.

Percebi que os alunos estavam em silêncio, não precisando pedir que ficassem quietos. Acredito que tenha sido por considerarem o conteúdo mais difícil de compreender, mas também pode ter sido em função desta aula não ter sido apresentada somente com projeção de slides. Nesta aula entreguei material impresso para os alunos, e solicitei que eles me acompanhassem na leitura do conteúdo (Apêndice D). Após leitura de cada parte da matéria, explicava o conteúdo no quadro, apresentando mais exemplos.

5.2.3 Reciclagem Energética

Durante esta aula percebi, pelas perguntas feitas pelos alunos, que eles não tinham ideia que a queima de um polímero poderia gerar tanto poder calorífico e que isso poderia ser uma fonte de energia. Os alunos acharam essa técnica muito importante, pois se aplicada, pode minimizar significativamente os espaços para construção de aterros sanitários e diminuir a emissão de gases na atmosfera. Também ficaram tristes quando expliquei que não existia usina de reciclagem energética no Brasil. Expliquei que o custo para essa tecnologia é muito elevado, e que no Brasil não é disponibilizado investimento elevado para controle e destinação do lixo urbano. Neste momento os alunos começaram a reclamar da situação política, do governo, dos desvios de dinheiro, que por isso o país não avançava para a adoção da reciclagem energética. Nesta aula, percebi que estava conseguindo aplicar minha proposta com relação aos pressupostos de CTS, visto que os alunos estavam mais participativos, pois envolvia questões de interesse social.

Waks (1990) também afirma a importância da metodologia CTS para promover a formação do cidadão:

O propósito da educação CTS é promover o letramento em ciência e tecnologia, de maneira que se capacite o cidadão a participar no processo democrático de tomada de decisões e se promova a ação cidadã encaminhada

à solução de problemas relacionados à tecnologia na sociedade industrial (WAKS, p. 43, 1990).

Para acompanhar a aprendizagem dos alunos foi aplicado um instrumento de avaliação individual e escrita sobre os diferentes métodos de reciclagem de polímeros (reciclagem mecânica, química e energética): conceitos, comparações, importância, vantagens e desvantagens (Apêndice E).

Verifiquei pelas respostas dos alunos se a avaliação foi adequada e condizente com o conteúdo explicado durante as aulas e se o aprendizado sobre a reciclagem dos materiais poliméricos foi satisfatório. Também fiz avaliação por meio de notas, a fim de cumprir com o método avaliativo aplicado pela Escola. Para analisar os textos produzidos, utilizei as categorias criadas para fazer a análise textual discursiva.

Analisando as respostas, percebi que os alunos compreenderam as principais diferenças entre os três tipos de reciclagem estudados, mas que tiveram mais dificuldade de explicar sobre a reciclagem química. Isto confirma o que foi observado durante as aulas. Também achei muito interessante as respostas que eles deram quando perguntei qual processo de reciclagem eles escolheriam para desenvolver uma recicladora. A maioria escolheu a reciclagem mecânica por ser processo mais barato e de fácil manutenção, com o intuito de diminuir volume no aterro sanitário. Alguns escolheram a reciclagem energética, pois é um processo mais limpo e menos poluidor, mesmo sendo mais caro. Poucos alunos escolheram a reciclagem química, pois pode produzir um polímero com as mesmas propriedades que o polímero virgem proveniente do petróleo. Acredito que estas respostas estão relacionadas com o melhor entendimento que os alunos adquiriram de cada processo estudado.

As questões do instrumento que melhor descrevem a opinião dos alunos a respeito do processo que eles escolheriam foram discutidas e analisadas de acordo com as categorias criadas. Não serão discutidas todas as questões desta avaliação, visto que ficaria uma discussão muito extensa e repetitiva.

Primeira Questão:

Dentre os três processos de reciclagem estudados, qual deles você escolheria para desenvolver uma fábrica recicladora? Explique os critérios que utilizou para escolher esse processo.

Analisando se os alunos são capazes de compreender a realidade social e do ambiente em que vivem e de contribuir na construção de valores e habilidades para o interesse coletivo da sociedade, as respostas que mais se encaixam na *formação de cidadão crítico* são as seguintes:

Escolheria a reciclagem mecânica, pois o investimento seria baixo, teria muito material, dentre eles o PEBD, o PET, etc. A compra do material e a reciclagem são baratas, tendo assim muitos clientes em vista que utilizam material reciclado em suas fábricas.

Figura 6 – Relato do aluno E6.

Percebe-se na Figura 6 que o aluno E6 levou em consideração o aspecto econômico, pois trata a reciclagem mecânica como o processo que utilizaria maior volume de material reciclado com baixo investimento. Pensando na sua realidade, ele acredita que uma fábrica com este processo de reciclagem atenderia muitos clientes que utilizariam um grande volume de material reciclado.

Escolheria a reciclagem energética, pois embora seu custo elevado de implantação, os benefícios gerados para a sociedade e o meio ambiente seria respectivamente maiores, pois acabaria com os lixões, barateando os custos de energia elétrica e térmica.

Figura 7 – Relato do aluno E15.

Na Figura 7 o educando E15 leva em consideração os aspectos sociais e ambientais, pois ele reconhece os problemas causados pelos lixões. Além disso, sua justificativa na escolha do processo de reciclagem traz a preocupação com o meio ambiente e com a sociedade, pois ele demonstrou preocupação na diminuição dos custos de energia para a população, mesmo necessitando de maior investimento para este modelo de fábrica recicladora.

Verificando se os alunos apresentam uma visão mais ampla e crítica destes conteúdos e se buscaram mais informações científicas e tecnológicas sobre a reciclagem

de polímeros, as respostas que mais se encaixam na *preocupação com o meio ambiente a partir da reciclagem de polímeros* são:

Reciclagem mecânica, pois trabalharia com apenas um tipo de resina no processo, para evitar contaminação.

Reciclagem mecânica secundária, pois em meu ponto de vista parece um processo mais barato e limpo.

Reciclagem química, pois teríamos polímeros sem contaminação. Por ser uma reciclagem que gera hidrocarbonetos ou com cadeias menores.

A reciclagem energética, pois a quantidade de lixo gerado diariamente em todo o planeta é imensa. Com esse tipo de reciclagem conseguimos gerar energia, diminuir os impactos ambientais, pois os aterros diminuiriam e evitaria a contaminação do solo, diminuindo a quantidade de gases que o lixo a céu aberto emite para a atmosfera.

Figura 8 – Relatos dos alunos E11, E12, E14 e E16, respectivamente.

Pode-se observar na fala destes alunos (Figura 8) a preocupação com a contaminação dos materiais poliméricos que são descartados de maneira inadequada. Independentemente do processo escolhido, eles entendem que para um resíduo ser reutilizado e/ou reprocessado, o material deve estar limpo. É neste sentido de conscientização que percebemos que os alunos, a partir do conhecimento sobre as diferentes técnicas de reciclagem, conseguem compreender a importância destes processos na diminuição do impacto ambiental.

Dentre as respostas da questão acima, as que mais se associam à categoria – *importância da educação tecnológica para a sociedade* – e que investigam a inserção e a participação dos alunos a partir da compreensão do seu papel na sociedade, podem ser observadas a seguir (Figura 9):

Escolheria o processo de reciclagem mecânica, por ser mais simples e mesmo assim gerar materiais bons. Investindo na capacitação dos separadores, teria materiais bem separados, não perdendo muitas propriedades. Esse processo também é interessante para uma empresa de extrusão, que pode reaproveitar o próprio material.

Reciclagem energética, porque fazendo a despolimerização posso gerar um produto com maior valor agregado.

Utilizaria a energética, porque podemos construir junto a grandes cidades, não precisamos de um espaço muito grande para construir a fábrica. E pelo fato de seus benefícios serem muito úteis podemos obter produtos caros a partir dela.

Figura 9 – Relatos dos alunos E2, E9, E4, respectivamente.

Diante destes argumentos (Figura 9), percebe-se que os educandos não só entenderam os aspectos técnicos dos processos de reciclagem, como também compreenderam que a instalação de uma empresa de reciclagem promove a geração de empregos e renda para a população, possibilita a fabricação de produtos de maior valor agregado, melhorando a economia, e conseqüentemente, beneficiando o meio ambiente pela diminuição do descarte destes resíduos.

Analisando a contribuição da utilização da abordagem CTS para uma educação comprometida e na formação de seres pensantes sobre questões pertinentes ao desenvolvimento científico, tecnológico e social, a categoria *prática docente na construção do conhecimento* pode ser identificada nas seguintes respostas da Figura 10:

Escolheria a reciclagem energética porque achei muito interessante e inovadora. Os critérios são: geração de energia, geração de lucro, economia em transporte de cargas para cidades distantes, economia em espaço territorial entre outros.

Escolheria a reciclagem mecânica, dentro da situação atual, pois o maquinário e procedimentos são de fácil acesso, o custo de manutenção é mais baixo se comparado aos demais e a recolocação da matéria prima reciclada no mercado ocorre mais rapidamente, além disso, o valor do processo como um todo ainda é mais baixo.

Reciclagem energética, pois é uma forma de não acumular materiais nos aterros sanitários que causariam inúmeros agravantes como, superlotação, emissão de gases de efeito estufa, dando um destino nobre para eles, na produção de energia, além do retorno financeiro ótimo, onde o processo e a distribuição são devolvidas (com lucro).

Figura 10 – Relatos dos alunos E13, E3 e E17, respectivamente.

Diante dos argumentos relatados, verifiquei que os alunos conseguiram relacionar a aprendizagem das técnicas de reciclagem com sua realidade, trazendo os aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e ambientais envolvidos neste processo.

Para entender os questionamentos relacionados à primeira questão é necessário compreender as relações entre CTS e a educação, que podem ser compreendidas como o conjunto de conhecimentos que facilitam os seres humanos a entender o mundo em que vivem (CHASSOT, 2002). Por isso é importante envolver os alunos nestas discussões que os incentivem a refletir sobre suas atitudes para que tenham condições de tomar decisões frente a questões do seu cotidiano.

Segunda questão:

Levando em consideração exclusivamente os aspectos sociais e ambientais, você escolheria o mesmo processo de reciclagem da questão anterior? Quais critérios sociais e ambientais utilizou para modificar ou reforçar sua escolha?

Analisando esta questão de acordo com a *formação de cidadão crítico*, pode-se verificar que as respostas dos alunos (Figura 11) mostram que eles são capazes de

compreender a realidade social que vivem e de contribuir na construção de habilidades e também a valorização do interesse coletivo para a sociedade.

Sim. Pois na reciclagem mecânica posso reutilizar todo tipo de material. A única consequência é a mão de obra que teria que ser grande, pois para este tipo de reciclagem acontecer deve passar por vários processos internos. Ajudaria bastante no meio ambiente, pois o ser humano produz muito lixo, e com essa reciclagem conseguiríamos reutilizar para assim diminuir a poluição.

Sim. Os critérios são: ambiental. Com a queima desses resíduos você está ajudando diretamente o meio ambiente, pois se não for queimado esse lixo será enterrado, e sendo enterrado corre riscos de poluir rios, contaminações e doenças transmissíveis. E reforçando com a reciclagem energética, você gera energia, lucra com isso e ainda economiza água que poderia ser utilizada para gerar a energia que a gente utiliza.

Figura 11 – Relatos de dois alunos, E7 e E13, respectivamente.

Nos textos dos alunos há argumentos que apresentam uma visão crítica da realidade sobre a geração de resíduos, a poluição ambiental, bem como a geração de energia a partir dos processos de reciclagem, trazendo a importância da conscientização ambiental na escolha do processo de reciclagem mais adequado para a sociedade.

Com base na *preocupação com o meio ambiente a partir da reciclagem de polímeros*, as respostas que apresentaram uma visão mais ampla e crítica dos alunos, buscando mais informações científicas e tecnológicas, mas levando em consideração os aspectos sociais e ambientais a respeito do conteúdo podem ser visualizadas na Figura 12.

Os educandos preconizaram que uma das maneiras de minimizar os impactos que os resíduos poliméricos podem trazer para o meio ambiente é investir na reciclagem desses materiais, pois estaria gerando empregos, mantendo a cidade mais limpa, promovendo conscientização ambiental, gerando mais energia a partir da queima dos polímeros e um menor consumo de energia elétrica.

Sim, continuaria com a mesma opinião (reciclagem mecânica), pois estaria gerando empregos para terceiros, estaria limpando a cidade, pois esse material não ficaria na rua e ajudaria a sociedade de uma maneira direta.

Sim, os critérios seriam que o meio ambiente se manteria mais limpo sem resíduos que demorariam a se decompor. Na questão social, que também abrange a questão socioeconômica geraria mais empregos, mais rentabilidades e perante a sociedade tem que manter a conscientização da reciclagem.

Pensando em aspectos ambientais, escolheria uma empresa de reciclagem energética, gerando mais energia. Dessa forma precisaria menos energia elétrica, ajudando na conservação da água (menor uso).

Figura 12 – Relatos dos alunos E6, E8 e E2, respectivamente.

De acordo com a *importância da educação tecnológica para a sociedade*, as respostas dos alunos que representam esta perspectiva são (Figura 13):

Sim. No aspecto social, um dos exemplos seria a geração de empregos, pois é preciso para a primeira fase da separação dos resíduos. Com o uso de pouca energia, creio que seria mais benéfico o uso da reciclagem mecânica para o meio ambiente.

Para o aspecto ambiental acredito que a melhor escolha seria a reciclagem química, já que tudo é reaproveitado. E acredito que o aspecto principal é a reutilização do material.

Não, nesse caso eu escolheria a reciclagem química, onde eu pegaria o material e reciclaria de uma forma onde pudesse ter um destino totalmente nobre como a reutilização no ramo alimentício. Assim, diminuiria o número de produção de polímeros virgens (provenientes do petróleo, fonte esgotável) e também o volume dos aterros.

Figura 13 – Relatos dos alunos E1, E4 e E17, respectivamente.

Diante dos relatos da Figura 13, percebe-se que os alunos conseguiram abordar alguns aspectos técnicos que envolvem os processos de reciclagem juntamente com suas implicações sociais, trazendo a importância dessas técnicas nas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Os alunos conseguiram identificar as interferências que a tecnologia tem em sua vida e como eles podem intervir em atividades que também

fazem parte do seu cotidiano. Percebe-se aqui a formação de aluno cidadão que se preocupa com a sociedade e o meio ambiente.

A categoria da *prática docente na construção do conhecimento*, que aponta a contribuição da abordagem CTS para uma educação comprometida na formação de pessoas capazes de tomar decisões sobre questões que envolvem a sociedade e o desenvolvimento tecnológico, pode analisar e facilitar a compreensão das respostas dos alunos (Figura 14):

Nesse caso minha escolha seria reciclagem química, porque enquanto se ocupa muito espaço nos aterros com a indústria, ocuparia um espaço menor, reduzindo os gases gerados nos aterros, poluindo menos nosso ar e solo.

Sim, escolheria a reciclagem energética porque iria diminuir o número de lixões, iria produzir energia elétrica mais barata, os gases poluidores não iriam mais serem soltos no meio ambiente, assim diminuindo a poluição.

Sim, pois acabaria com o problema do espaço dos aterros sanitários, da poluição do meio ambiente, tornando a vida melhor. Tendo em vista que ela pode ser instalada próximo dos grandes centros urbanos, tornando a logística da coleta de lixo mais barata e a utilização de 92% do resíduo nas usinas termoeletricas para gerar uma energia limpa e barata, tornando as cidades autossustentáveis, melhorando o custo e qualidade de vida das pessoas.

Figura 14 – Relatos dos alunos E9, E10 e E15, respectivamente.

Neste viés, Angotti, Bastos e Mion (2001) preconizam a importância de educar para a construção de cidadão pronto para tomar decisões sobre questões sociais:

(...) conscientizar também é educar para a construção da cidadania. Isso também implica fornecer aos educandos a oportunidade de adquirir uma base sólida de conhecimentos que lhes propiciem conhecer a realidade em que vivem, propiciar a vivência de relações sociais mais democráticas, que antecipam uma ordem social mais coletiva, participativa, igualitária, a partir de uma ação individual e coletiva. Compreendemos que não são os discursos que formam a consciência política, mas a prática, ao dar sentido concreto a esses discursos. Por meio do diálogo com os educandos, buscamos indícios de que em nossa ação educacional vivíamos um processo de conscientização e, portanto, de construção da cidadania (ANGOTTI, BASTOS e MION, 2001, p. 189).

Foi neste sentido da busca pela construção da cidadania, que abordei com os alunos a importância para a sociedade e para o meio ambiente da reciclagem de polímeros, bem como as tecnologias envolvidas neste processo.

5.2.4 Análise do ciclo de vida de termoplásticos

Esta análise permite o desenvolvimento de critérios e procedimentos para a avaliação do impacto ambiental dos produtos. Expliquei o ciclo de vida completo dos polímeros, desde a sua síntese, transformação e aplicação até o término de sua vida útil, com o seu descarte ou recuperação. Também falei dos critérios de eficiência técnica, econômica e ambiental, de forma a se determinar as condições para a fabricação de um produto.

Nesta aula expliquei como se analisa o ciclo de vida de um material, principalmente do plástico, quais são os critérios que devem ser levados em consideração e alguns exemplos da vida útil de alguns polímeros. Depois entreguei material impresso explicando passo a passo o ciclo de vida da sacola plástica (Apêndice F).

Para verificar se os alunos compreenderam a importância da reciclagem dos materiais poliméricos para o meio ambiente e para a sociedade, desenvolvi uma atividade de resolução de problemas, utilizando situações reais de reciclagem de resíduos sólidos. A primeira etapa da atividade envolveu a pesquisa sobre o assunto durante os períodos de aula e a segunda etapa foi a apresentação oral dos alunos na aula seguinte.

Durante a primeira etapa desta atividade distribuí material de pesquisa para cada grupo, solicitando que todos apresentassem e que entregassem o trabalho escrito na aula seguinte. Levei a turma até o laboratório de informática e solicitei que já pesquisassem na internet sobre como eles fariam a resolução daqueles problemas. Depois disto, os alunos iniciaram as pesquisas na internet e também em artigos impressos que disponibilizei para consulta. Percebi que a maioria dos grupos estava preocupada, pois queriam apresentar um bom trabalho. Teve um grupo que veio perguntar o que era um trabalho bem apresentado para mim, já que eu era exigente nas atividades avaliativas. Expliquei que eles deveriam compreender o assunto e tentar explicar o trabalho, não ficar lendo slides durante a apresentação, nem ficarem “escondidos” atrás de um papel, lendo um texto.

A partir desta atividade, compreendi melhor a posição de Costa e Moreira (1997) que apontam que os professores devem ajudar os alunos na interpretação dos problemas, utilizando conceitos e estratégias que facilitem a organização das ideias e o entendimento para a efetiva realização da tarefa.

Portanto, o ensino baseado na resolução de problemas calca-se nessa necessidade que a vida impõe, de suplantação de desafios, e pressupõe prover nos estudantes o domínio de procedimentos e a capacidade de utilizar e buscar conhecimentos para responder a um desafio. É com este pressuposto básico que metodologias de resolução de problemas buscam constituir não só os conteúdos, mas, e principalmente, uma forma de conceber as atividades didáticas (POZO, 1998).

Na segunda etapa da atividade ocorreram as apresentações dos grupos e a entrega dos trabalhos escritos. As apresentações foram muito boas e muito criativas: teve um grupo que montou um vídeo para explicar como eles solucionariam a situação pedida no problema; outros levaram amostras de polímeros reciclados para facilitar a visualização dos materiais; e um grupo trouxe um pneu que foi reaproveitado como uma floreira. Apenas um grupo que se perdeu no início da apresentação e demoraram a se organizar, percebi que parte do grupo não tinha conhecimento do trabalho como um todo, pois não conseguiram explicar os slides que não eram responsáveis de apresentar. Desta vez todos os grupos entenderam o que estava sendo pedido no problema e conseguiram explicar corretamente e coerentemente seu trabalho.

A avaliação desta atividade ocorreu a partir da verificação do entendimento dos alunos frente à proposta de aplicação de resolução de problemas, observando se os alunos conseguiram trabalhar com situações reais utilizando as técnicas de reciclagem e se conseguiram relacionar as tecnologias conhecidas, com as questões ambientais e sociais, bem como a partir da apresentação oral dos grupos, pelo entendimento dos alunos a respeito dos problemas propostos.

Para fazer uma análise deste instrumento de avaliação dos alunos, foram utilizadas as categorias da ATD. Em cada problema aplicado foi identificada uma categoria. Os problemas aplicados e as respostas dos alunos estão descritos a seguir:

Problema 1: Oportunidades de melhoria no processo de reciclagem mecânica dos plásticos, principalmente do polietileno, podem ser trabalhadas a partir dos conceitos da Produção Mais Limpa (P+L), que incentiva a redução do consumo de energia e água, bem como a minimização da geração de resíduos. Uma empresa recicladora de polietileno, muitas vezes, recebe matéria-prima suja e contaminada, que poderá ser

usada na fabricação de novos produtos, após passar por uma série de etapas de processamento que garantam sua adequação a padrões mínimos de qualidade. Nas recicladoras, as principais deficiências do processo são o excessivo consumo de energia, a não reutilização da água de processo e a geração de resíduos. Para solucionar tais deficiências, essas empresas podem adotar a P+L. De que maneira e em quais etapas do processo de reciclagem a Produção Mais Limpa pode ajudar na otimização do consumo dos insumos e redução da emissão de resíduos? Você concorda que é preciso investir na cadeia de reciclagem de plásticos, o que reflete nos custos de produção e incrementa a competitividade do produto reciclado?

P+L: Estratégia formada pelas áreas ambientais, tecnológicas e econômicas das empresas que é aplicada aos processos e produtos para aumentar a eficiência da matéria prima, água e energia.

Objetivos:

- Aumentar a vantagem econômica e competitiva da empresa;
- Racionalizar os custos dos insumos;
- Reduzir o desperdício;
- Minimizar a geração de resíduos reduzindo o impacto ambiental;
- Adequar os processos e produtos de acordo com a legislação ambiental;
- Promover e manter a boa imagem da empresa, divulgando a eco eficiência da produção e a qualidade dos produtos oferecidos.

Vantagens:

- Redução dos custos de produção e aumento da eficiência e competitividade;
- Diminuição dos riscos de acidentes ambientais;
- Melhoria das condições de saúde e segurança do trabalhador;
- Melhor relacionamento com os órgãos ambientais, com a mídia e a comunidade.

Figura 15 – Recorte da resposta do problema 1.

Nesta primeira parte do trabalho (Figura 15), os alunos conseguiram sintetizar bem qual a importância da utilização da P+L no processo de reciclagem, pois explicitaram os principais objetivos e vantagens que esta técnica proporciona quando aplicada durante as etapas deste processo. Durante a apresentação, os alunos também conseguiram explicar como a P+L deve ser empregada num processo de reciclagem a fim de diminuir a quantidade de resíduos gerada e conseguir um reciclado de melhor qualidade.

A categoria que melhor descreve a posição dos alunos no desenvolvimento deste trabalho é a *preocupação com o meio ambiente a partir da reciclagem de polímeros*, pois consegui perceber que este grupo apresentou uma visão mais ampla destes conteúdos, buscando informações técnicas sobre a utilização da P+L em processos de reciclagem de polímeros, considerando os aspectos ambientais e sociais envolvidos.

Problema 2: A partir da relevância que os Centros de Coleta de embalagens recicláveis possuem, a implantação de mecanismos de logística reversa aplicada pelas empresas, como as grandes redes de supermercados, é resultado da preocupação crescente dos consumidores com o meio-ambiente, os quais, portanto, tenderiam a valorizar organizações que estivessem envolvidas com a reciclagem de embalagens. Para avaliar estas questões, foi realizada uma pesquisa com 105 clientes de três lojas de uma rede supermercadista em três capitais (Rio de Janeiro, Porto Alegre e São Paulo). Esta rede varejista estabeleceu uma aliança estratégica com uma recicladora para o recolhimento de embalagens descartadas, por meio da criação de Centros de Coleta em suas dependências. Os resultados da pesquisa apontam que a maioria dos clientes da rede de supermercados em Porto Alegre e São Paulo desconheciam a existência dos Centros de Coleta, diferentemente dos clientes da loja no Rio de Janeiro. No entanto, em todas as cidades, o estudo constatou que a existência de Centros de Coleta não é um fator de influência na escolha do local de compra pelos consumidores. A partir deste estudo conclui-se que campanhas de incentivo à reciclagem de embalagens deveriam ser mais eficientes e abrangentes. Se você fosse dono de uma cooperativa de reciclagem, que atitudes você tomaria para que os consumidores tomassem conhecimento da sua empresa? Que melhorias técnicas você realizaria na sua empresa para tornar o empreendimento mais atraente? E no papel de consumidor e cidadão, que atitudes esperaria de uma rede de supermercado para incentivar a reciclagem de embalagens?

Quando escutamos falar em reciclagem, logo pensamos na reutilização de materiais para não poluir o meio ambiente. A coleta seletiva para reciclagem é uma importante ação para preservar o meio ambiente, mas para que dê resultados é preciso que toda a sociedade colabore e participe da construção de uma mudança de mentalidade e principalmente com os hábitos em relação ao descarte de materiais.

Tendo em vista que somos Empresários, donos de uma empresa de reciclagem de materiais, adotariamos as seguintes estratégias:

- Parcerias com entidades públicas: organizaremos palestras em escolas com profissionais capacitados a lhes ensinar que o meio ambiente é o nosso maior patrimônio, por isso devemos cuidar e conservar ele sempre limpo;

- Busca por entidades filantrópicas, juntamente com eventos sociais e com projetos de permutas com marketing.
 - Em relação à iniciativa privada, agendaríamos visitas em empresas que atuam na área da transformação de polímeros, salientando sobre a obtenção de matéria prima com baixo custo, vinda do descarte da própria cidade, maximizando lucros, projeto este de logística reversa, tornando-a uma empresa com responsabilidade ambiental.
- Perante o papel de consumidor e cidadão, a atitude que esperaríamos de uma rede de supermercados para incentivar a reciclagem de embalagens seria:
- Incentivaríamos a utilização de sacolas recicladas e também criaríamos centro de coletas de materiais reciclados, revertendo parte desse material em benefícios tanto para os clientes do supermercado, como para o próprio supermercado junto à recicladora;
 - Que informe sobre a importância da educação ambiental, para a formação de cidadãos conscientes, prontos para tomar decisões sobre questões ambientais necessárias para o desenvolvimento de uma sociedade sustentável.

Figura 16 – Recorte das respostas do problema 2.

Neste trabalho, o grupo respondeu todos os questionamentos solicitados no problema. Observei que os alunos estavam bem informados e engajados no desenvolvimento deste trabalho, pois queriam apresentar um trabalho com qualidade, de acordo com o que eles haviam comentado comigo. Durante a apresentação, confirmei o envolvimento de todos os alunos, verificando que todos participaram e contribuíram, dando sua opinião a respeito do problema proposto.

Analisando este trabalho (Figura 16), observei que as categorias *preocupação com o meio ambiente a partir da reciclagem de plásticos* e *a importância da educação tecnológica para a sociedade* explicam bem o discurso trazido pelos alunos, pois eles compreenderam o seu papel como aluno cidadão, mostrando que eles sabem da importância do trabalho das recicladoras para o meio ambiente e para a sociedade, e que eles fazem parte desta realidade, pois eles são consumidores e cidadãos que devem cobrar atitudes para o desenvolvimento de uma sociedade sustentável.

Problema 3: A geração de resíduos sólidos vem aumentando, e por consequência os impactos ambientais causados pela má disposição tornam-se um problema. Uma das formas de mitigação consiste em investir na reciclagem ou reutilização de materiais como instrumento de diminuição de resíduos sólidos e também inclusão social. Os processos mais importantes são o reaproveitamento e a reciclagem de materiais plásticos pós-consumo dentro do próprio município, facilitando o transporte do resíduo e gerando emprego e renda para os moradores. Se você fosse proprietário de uma indústria de sacolas plásticas, que utilizasse material reciclado na produção das mesmas, que estratégias você planejava para adquirir mais matéria-prima para reciclar/reutilizar e transformar os resíduos em sacola plástica novamente? Você acredita que o incentivo fiscal ajudaria no desenvolvimento e crescimento das recicladoras? Lembrando que as estratégias tomadas devem levar em consideração a conscientização da comunidade em prol do meio ambiente, como você incorporaria o conceito de logística reversa?

Com o passar dos anos as questões sobre meio ambiente e sustentabilidade estão se tornando cada vez mais presentes. As empresas estão adotando hábitos de conscientização e os consumidores estão cada vez mais rigorosos procurando comprar produtos que provoquem impacto ambiental reduzido. Uma empresa ecologicamente correta acaba possuindo um diferencial de mercado entre os concorrentes.

Se fossemos donos de uma empresa que utiliza plásticos reciclados para produção de sacolas plásticas, faríamos parcerias com nossos clientes, que geralmente serão mercados, farmácias, ou o comércio em geral, para que as sacolas plásticas fornecidas pela nossa empresa para tal comércio retornassem para ela através de promoção para o cliente não utilizar as mesmas para o lixo de casa e sim trocá-las por sacos de lixo biodegradável fornecidos por nós aos nossos clientes. A partir de determinada quantidade de sacolas retornadas o cliente trocava por pacotes de sacos de lixo. Através do incentivo fiscal, nossa empresa não teria tanto prejuízo no fornecimento de um material com maior custo do que o recolhido dos consumidores, pois nós estaríamos prestando um serviço de conscientização da população em relação à preservação do meio ambiente e descarte de resíduos no mesmo. Para os nossos clientes, seria proposto um desconto, a partir da devolução de uma determinada quantidade, na compra de novas sacolas.

Figura 17 – Parte da resposta do problema 3.

Esta parte do trabalho (Figura 17) relata bem a ideia dos alunos de como reutilizar sacolas plásticas como material reciclado na produção de novas sacolas, incentivando a população em relação à preservação do meio ambiente.

A categoria que melhor explica esta parte do trabalho é a *formação de cidadão crítico*, pois eles compreendem a realidade social e o ambiente em que vivem. A partir desta resposta verifiquei que eles buscaram contribuir na construção de valores que fazem parte do interesse coletivo da sociedade.

Concluimos, economicamente falando, que esta proposta seria inviável, pois o custo de promoção da ideia não cobriria o custo de nossa despesa de fornecimento de sacos plásticos, pois o incentivo que o governo propõe para recicladoras não é atraente para o sistema de logística reversa. Porém no aspecto ambiental seria uma boa ideia, pois estaríamos tirando de circulação sacolas que iriam para aterros ou outros fins que prejudicassem o meio ambiente, e estaríamos reciclando esse material, dando novo ciclo de vida para o mesmo.

Figura 18 – Segunda parte da resposta do problema 3.

Nesta parte da resposta (Figura 18) os alunos trouxeram um pouco mais sobre a realidade econômica das empresas de reciclagem. A *prática docente na construção do conhecimento* é a categoria que melhor caracteriza esse recorte da resposta dos alunos. A contribuição da abordagem CTS abordada durante as aulas fez com que os alunos ficassem mais instigados a pensar de maneira crítica sobre questões pertinentes que envolvem seu cotidiano, incentivando seu comprometimento para o desenvolvimento científico, tecnológico, social e também político.

Problema 4: Segundo a Associação Brasileira da Cadeia de Sustentabilidade Ambiental do PET (ABREPET), a forma de reaproveitamento de materiais denominada como logística reversa compreende em planejar, operar e controlar o fluxo de resíduos pós-consumo e pós-venda assim como a informação do ponto de consumo até o ponto de origem, buscando recuperar valor e ou realizar um descarte adequado. Utilizando a logística reversa, um grupo empresarial da Serra Gaúcha desenvolveu uma forma de contribuir para a diminuição do impacto ambiental provocado pelo descarte incorreto das garrafas PET, fundando a empresa RECICLAMAX. Esta empresa adotou três ciclos para a reciclagem do PET: **Recuperação** das embalagens que seriam destinadas ao lixo comum; **Revalorização**, onde embalagens são moídas pela recicladora criando a forma denominada de *flakes*; **Transformação**, momento em que a matéria prima na forma de flocos é transformada. Diante deste exemplo, como o processo de logística reversa pode contribuir para a redução do impacto ambiental e para a geração de emprego e renda a partir da reciclagem do PET? Que outra ideia você teria para a RECICLAMAX promover a diminuição do impacto ambiental? Você acredita que a logística reversa é o processo melhor aplicado no reaproveitamento de materiais?

Devido à preocupação com o meio ambiente, vivemos a intensa necessidade de reaproveitar os resíduos gerados por nós. A falta dos materiais não renováveis, a disposição inadequada dos descartes, gastos para minimizar problemas gerados pelo lixo e os impactos causados ao meio ambiente, são alguns dos motivos que fazem com que a sociedade busque soluções para os resíduos.

Para isso se tem a chamada logística reversa, que tem por objetivo dar o devido valor aos produtos já descartados. A mesma se preocupa com a forma de distribuição do produto inicial e todo o caminho que percorre (consumo) até o seu descarte. A logística reversa vê fonte de crescimento, tanto no reaproveitamento, como na venda destes materiais descartados. Assim, possibilita a preservação do meio ambiente.

RECICLAMAX

A empresa age de forma correta, aplica a captura das embalagens que seriam lixo, as processa para uma nova utilização, contribuindo de forma significativa para o meio ambiente, através da preservação, e para a sociedade, através da geração de emprego e por consequência, um ambiente limpo e agradável.

A logística reversa empregada na reciclagem do PET contribui com um grande significado para diminuir o descarte incorreto, e o aumento do material nos aterros sanitários, quando se tem a finalidade de destinar para as empresas recicladoras. Há grandes preocupações ambientais e tecnológicas envolvidas na reciclagem dos resíduos, porém muito de fala na sustentabilidade, mas pouco se pratica.

Enquanto que os resíduos não forem vistos como possíveis de reuso, a coleta seletiva empregada de forma correta será difícil ter a eficiência da ação. Por isso, é necessário programas de conscientização, investimento não somente da empresa, mas das entidades governamentais, que promovam conscientização no maior causador desses problemas, o ser humano.

Figura 19 – Recortes da resposta do problema 4.

Os alunos deste grupo conseguiram discutir bastante os principais aspectos da logística reversa aplicada numa indústria de reciclagem, sua contribuição para o meio ambiente e na geração de emprego e renda (Figura 19). Também observei que eles apresentaram algumas informações mais tecnológicas que podem ser aplicadas na logística reversa, refletindo melhor nestas questões, considerando os aspectos sociais e ambientais desta prática.

As categorias elencadas para análise deste problema são a *preocupação com o meio ambiente a partir da reciclagem de polímeros* e a *importância da educação tecnológica para a sociedade*. Destaquei estas categorias porque os alunos mostraram o desenvolvimento de valores vinculados aos interesses coletivos, como os de consciência do compromisso social e do respeito ao próximo, possibilitando a compreensão do seu papel na sociedade. Além disso, apresentaram uma visão crítica a respeito da necessidade de programas de conscientização para a reciclagem do PET.

Problema 5: Há muito tempo usufruímos de um invento essencial ao desempenho, economia e conforto à rodagem de veículos: o pneu. O pneu tem uma vida útil limitada, caracterizada pela redução de suas ranhuras, atingindo um limite que comprometa a estabilidade do veículo. Uma vez ultrapassada a vida útil, sobra sua carcaça, constituída por materiais de alta resistência e toxicidade após sua queima, como o monóxido de carbono, óxidos de enxofre, hidrocarbonetos aromáticos, metais pesados, dioxinas, etc., que vem sendo, simplesmente, descartada e lançada à natureza de maneira inadequada. Por consequência, o pneu é considerado hoje um dos maiores problemas ambientais do mundo. Além de demorar até 600 anos para se decompor, um pneu pode causar diversos malefícios para a sociedade e o meio ambiente quando dispostos inadequadamente. É nesse contexto que o conhecimento do ciclo de vida dos pneus é essencial para reaproveitamento da matéria prima, recuperação e co-processamento para melhor destinação deste resíduo. Com base no ciclo de vida dos pneus, explique: De que maneira este produto descartado pela sociedade pode retornar ao ciclo de negócios sem causar maiores danos ao meio-ambiente? Além dos danos ambientais, o descarte de pneus pode causar diversos problemas sociais e de saúde pública. Aponte quais são os problemas e suas principais causas. Em sua opinião, qual é a melhor maneira de realizar o descarte dos pneus?

Somente em 2008 foram produzidos mais de 60 milhões de pneus no Brasil. Porém, praticamente a metade da produção anual de pneus no país é descartada no mesmo período. Para piorar, uma grande parte de todo esse material descartado é colocado em locais inadequados, causando assim grandes transtornos para a saúde e para a qualidade de vida da população. Num sentido mais amplo, o objetivo do desenvolvimento sustentável visa à união entre os seres humanos e a natureza.

O uso de métodos de reciclagem e reaproveitamento é a saída para evitar esse tipo de situação. Para deter o avanço desse lixo, é preciso fazer o uso da reciclagem. No entanto, a reciclagem dos pneus chamados inservíveis - sem condições de rodagem ou de reforma - ainda é um desafio para muitos países. A Reciclagem é fruto da preocupação com a qualidade de vida, associado a um modelo de desenvolvimento racional e sustentável.

Os pneus usados ou inservíveis quando descartados em pilhas ou em locais não adequados tornam-se ideais como criadouro de insetos, diversos vetores de transmissão de doenças, entre eles o *Aedes aegypti*, mosquito transmissor da dengue. Além disso, oferecem grande risco de incêndio, pois queimam com muita facilidade, produzindo fumaça negra, altamente poluidora pela diversidade de compostos que são liberados na combustão, podendo ainda causar contaminação da água, pois ao serem queimados os pneus liberam um material oleoso, derivado de petróleo, que carregado para os corpos d'água superficiais ou para os aquíferos subterrâneos, podem contaminar a água, tornando-a imprópria para o consumo.

A melhor maneira do descarte do pneu seria deixando nas revendas quando for feita a aquisição de pneus novos, transformando os pneus em utilidades para o cotidiano como brinquedos, bancos entre outros e ao se descartar o pneu no lixo reciclável se deveria fazer pequenos rasgos no mesmo para que não houvesse acumulo de água em seu interior.

Figura 20 – Recortes da resposta do problema 5.

A preocupação com o meio ambiente a partir da reciclagem de polímeros avalia o desenvolvimento dos alunos na formulação da resposta (Figura 20), pois eles conseguiram apresentar uma visão ampla e crítica sobre os danos ambientais que o descarte de pneus pode causar, bem como a melhor maneira de reutilização deste produto visando à minimização do impacto ambiental e da proliferação de doenças. Neste trabalho os alunos buscaram informações tecnológicas e científicas sobre os métodos de reciclagem e aproveitamento de resíduos plásticos, considerando os aspectos ambientais e sociais envolvidos.

Outro ponto importante foi que durante a apresentação este grupo levou um pneu que era utilizado como floreira, mostrando uma alternativa para o reaproveitamento deste material após seu descarte. Os alunos também levaram um folder de uma instituição que cuida de crianças abandonadas, onde eles utilizam pneus para a confecção destas floreiras, de bancos e brinquedos.

A metodologia de resolução de problemas, conforme abordamos apresenta uma série de possibilidades na formação, mas a literatura também aborda as principais

dificuldades que os professores e alunos enfrentam na aplicação e desenvolvimento deste tipo de atividade. Costa e Moreira (1997) relatam que a despeito das diferentes teorias psicológicas que orientam a investigação sobre resolução de problemas e da proposição de estratégias para facilitar essa atividade, a maior dificuldade neste campo parece ser *ensinar a resolver problemas*, ou seja, a enfrentar situações desconhecidas frente às quais o estudante se sente inicialmente perdido e para as quais os professores explicam soluções, que eles conhecem e que não geram dúvidas nem exigem tentativas dos alunos. Dentre os fatores que influenciam a resolução de problemas na sala de aula a literatura destaca as dificuldades de interpretar os problemas; de utilizar conceitos-chave e articular estratégias de resolução; a capacidade de organização do conhecimento necessário para a efetiva realização da tarefa; uma tendência à aplicação de fórmulas e não de estratégias que impliquem na reflexão sobre os procedimentos de ação baseados no conhecimento conceitual que permitam o envolvimento do aluno; e a pouca aptidão para ver o problema de uma forma mais holística (COSTA; MOREIRA, 1997).

No início os alunos tiveram um pouco de dificuldade para entender como desenvolver o trabalho, mas após uma ajuda na interpretação dos problemas e explicar como eles deveriam proceder na investigação e organização das ideias, os trabalhos ficaram muito bons. Percebi que os alunos se empenharam na resolução dos problemas, buscaram referenciais que contribuíram no desenvolvimento das relações entre as tecnologias dos processos de reciclagem com as situações reais que envolvem a sociedade e o meio ambiente.

5.2.5 Reciclagem como possibilidade de emprego e renda

Abordagem da reciclagem como possibilidade de emprego e renda, mostrando como realizar a implantação de uma estação de coleta seletiva e a viabilidade de uma planta de reciclagem de termoplásticos. Nesta aula foram abordados os principais aspectos a serem considerados na geração de resíduos sólidos, e a ideia de aproveitá-los não somente como forma de minimizar os impactos ambientais, mas também por razões econômicas. Também foi apresentada a viabilidade técnico-econômica na implantação de uma recicladora, discutindo sobre dimensionamento da capacidade produtiva, custos de produção, custos variáveis e fixos, investimentos, faturamento, impostos e o retorno sobre o faturamento.

Nesta aula os alunos ficaram bem interessados em como implantar uma indústria de reciclagem de polímeros. Resolvi explicar o conteúdo seguindo esta direção porque é a desta maneira que os alunos vão vivenciar dentro da indústria, pois o empresário geralmente irá pensar primeiramente na viabilidade econômica do seu empreendimento, e depois em minimizar impacto ambiental. Na segunda parte da aula apresentei a viabilidade técnico-econômica para implantação de uma recicladora que vende o PVC reciclado como matéria prima e que produz mangueiras de PVC de diversos tamanhos. Após análise dos custos, pode-se observar que o maior lucro da empresa era a produção e venda das mangueiras, não do material reciclado como matéria prima. Depois de exposto isso, os alunos ficaram surpresos com o resultado, mas acharam muito interessante a ideia de produzir um produto dentro de uma recicladora, não somente matéria prima reciclada.

A utilização do enfoque CTS ajudou muito durante as aulas, pois consegui promover atividades de ensino que levaram os alunos a pensarem de maneira diferente sobre as empresas de reciclagem, sua capacidade de gerar empregos, diminuir a quantidade de resíduos e a possível obtenção de produtos de alto valor agregado para a sociedade. Diante disso, Machado e Pinheiro (2010) comentam que:

As preocupações sociais apresentadas pelo movimento CTS encontraram ressonância junto às questões educacionais, originando-se, dessa forma, pesquisas referentes a como se trabalhar o enfoque CTS na educação. Nesse sentido, o enfoque CTS vislumbrou promover atividades de ensino que levassem os alunos a aplicarem os conhecimentos adquiridos em um processo de avaliação dos efeitos sociais e ambientais decorrentes do uso ou produção de artefatos tecnológicos (MACHADO e PINHEIRO, p. 527, 2010).

Estes aspectos indicam que à medida que os alunos desenvolvem e apresentam mais trabalhos, vão adquirindo mais experiência e confiança, tornando os próximos desafios mais fáceis de serem cumpridos e vencidos. Nessa mesma perspectiva, Santos e Mortimer (2001) destacam a necessidade de se aliarem, ao desenvolvimento curricular, atividades de ensino que promovam o exercício da cidadania, buscando, dessa forma, a aquisição, por parte dos estudantes, de referenciais que possam vir a orientar seus posicionamentos em suas decisões profissionais.

6 CONCLUSÃO

Verificando os objetivos deste trabalho, creio que foram atingidos, pois consegui construir uma proposta de ensino que fez com que os alunos compreendessem a importância para a sociedade e para o meio ambiente da reutilização e reciclagem dos polímeros provenientes de descarte, bem como a tecnologia que está inserida neste processo. Além disso, utilizei um tema de interesse social que contribuiu para o entendimento das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade na formação de profissionais e cidadãos críticos.

Através da análise textual discursiva consegui identificar, a partir das respostas e manifestações dos alunos, que eles são capazes de compreender a realidade social e ambiental que vivem, apresentando uma visão mais ampla e crítica destes conteúdos, buscando informações científicas e tecnológicas sobre a reciclagem de polímeros, expondo uma visão realista do problema ambiental e social que a produção de resíduos pode causar. Também verifiquei que as análises e discussões apontaram que a utilização da abordagem CTS para a educação técnica e tecnológica foi adequada, pois identifiquei que a mesma contribuiu para uma educação comprometida na formação de profissionais pensantes, capazes de tomar decisões sobre questões pertinentes ao desenvolvimento tecnológico, científico e social.

A aplicação da resolução de problemas contribuiu bastante no processo de construção da proposta, pois percebi que os alunos se sentiram desafiados e motivados na resolução dos mesmos, assim como nas apresentações e no desenvolvimento dos trabalhos escritos. De maneira geral, consegui colocar a ciência e a tecnologia em novas concepções vinculadas ao contexto social.

Durante o período de estágio tentei mostrar para os alunos que como futuros Técnicos em Plásticos devem ter como base não só o treinamento das habilidades técnicas desenvolvidas durante o curso, mas também uma educação tecnológica que promova o desenvolvimento de capacidades para a compreensão da realidade de forma crítica. A contextualização utilizando a abordagem da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para o ensino da reciclagem de materiais poliméricos foi de extrema importância, pois percebi o interesse dos alunos em aprender e relacionar esse aprendizado com sua realidade e seu dia-a-dia. A utilização do enfoque CTS parte do princípio que o professor deve promover um ensino com uma atitude crítica, criativa e sempre

incentivando a participação dos alunos, não somente como um processo de transmissão de informações.

Observando da perspectiva como docente, percebi como é trabalhoso, mas também desafiador, para um professor conseguir despertar o interesse dos alunos, ensinar o conteúdo e ainda ser considerado um bom professor. Depois deste período ministrando aulas para um Curso Técnico em uma Escola pública que descobri que é a partir da vivência com os alunos, do entendimento das suas necessidades e vontades é que iremos aprender a ser bons professores, conseguindo desenvolver metodologias de ensino que tornem as aulas mais interessantes e atraentes para o aprendizado dos alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGOTTI, J. A. P.; BASTOS, F. P.; MION, R. A. Educação em Física: Discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade. *Ciência & Educação*, v. 7, n.2, p. 183-197, 2001.

AULER, D. Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências. Tese de Doutorado em Educação – UFSC, Florianópolis, 2002. Apud: GONÇALVES, F.J.F. Ações educativas participativas para os atores da reciclagem: Uma abordagem CTS. Dissertação de mestrado – UFSC, Florianópolis, 2008.

BARBOSA, L.C.A. Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Educação Profissional e Tecnológica: a relevância do enfoque CTS para uma formação humanista e integral. In: IV SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA E SOCIEDADE. Anais, Curitiba, 2011.

CHASSOT, A. Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, n. 21, p. 89-100. Set/Dez, 2002.

COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. Resolução de Problemas III: fatores que influenciam a resolução de problemas na sala de aula. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.2, n.2, p. 65-104, 1997. Apud: SANTOS, F.M.T.; GóI, M.E.J. Resolução de problemas e atividades práticas de laboratório: uma articulação possível. V Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências, Bauru – SP, 2005.

EIGENHEER, E. M. Lixo, vanitas e morte: considerações de um observador de resíduos. Niterói/RJ: EdUFF, 2003.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GOI M.E.J; SANTOS F.M.T. Reações de Combustão e Impacto Ambiental por meio de Resolução de Problemas e Atividades Experimentais. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, 203-209, 2009.

GONÇALVES, F.J.F. Ações educativas participativas para os atores da reciclagem: Uma abordagem CTS. Dissertação de mestrado – UFSC, Florianópolis, 2008.

LACERDA, A. C. A história da tecnologia na educação: do quadro de giz à realidade virtual. Dissertação de Mestrado – UFSC, Florianópolis, 2001. Apud: GONÇALVES, F.J.F. Ações educativas participativas para os atores da reciclagem: Uma abordagem CTS. Dissertação de mestrado – UFSC, Florianópolis, 2008.

LACERDA, C. C., CAMPOS, A. F., e MARCELINO-Jr, C. A. C.. Abordagem dos conceitos mistura, substância simples, substância composta e elemento químico numa perspectiva de ensino por situação-problema. Química Nova na Escola, v. 34, n. 2, p. 75-82, 2012.

LATINI, R.M.; SANTOS, M.B.P.; CANESIN, F.P.; COTELO, P.F.S.M. A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino de Química. Revista Práxis, ano V, n. 10, p. 11-19, 2013.

LIMA, A. M. M.; SILVA, A. C.; SILVA, L. C. Proposição de implementação de um sistema de gestão ambiental no Instituto Adolfo Lutz. Monografia (Curso de Pós-Graduação em Gestão Ambiental) – SENAC, São Paulo, 2007.

LINSINGEN, I. CTS na educação tecnológica: tensões e desafios. In: I Congresso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Innovación CTS+I, 2006, México D.F. Memórias del Congreso Ibero CTS+I, v.1, p. 1-14, 2006.

LORENZETO, V. C. S. C; MOREIRA, A. F. Uma reflexão sobre abordagem CTS e sua relação com a educação profissional e tecnológica em contexto Brasileiro. IV SENEPT – Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica, CEFET-MG, 2014.

MACHADO, V.; PINHEIRO, N.A.M. Investigando a metodologia dos problemas geradores de discussões: aplicações na disciplina de Física no ensino de Engenharia. Ciência & Educação, v. 16, n. 3, p. 525-542, 2010.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. Ciência & Educação, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

OLIVEIRA, F.R.; SILVEIRA, R.M.C.F.; RESENDE, L.M.M. Desenvolvimento de tecnologia numa abordagem CTS: algumas considerações sobre o projeto de iniciação científica. I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, UTFPR – PR, 2009.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PIVA, A. M.; WIEBECK, H. Reciclagem do plástico. Como fazer da reciclagem um negócio lucrativo. São Paulo: Artliber, 2004, 111p.

POZO, J.I. A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender (pp. 13-42). Porto Alegre: Artmed, 1998. Apud: FRANCISCO Jr. W.E.; Ferreira L.H.; Hartwig D.R. A dinâmica de resolução de problemas: analisando episódios em sala de aula. *Ciências & Cognição*, v. 13, nº 3, p. 82-99, 2008.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A.. O Papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, Bauru, v.13, n. 2, p. 141-156. 13, 2, 141-156, 2007.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação Científica Humanística em uma Perspectiva Freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 01-23, 2002.

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

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015.

STRIEDER, R. B. Abordagens CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas. Tese Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP), 2012. 283p.

TORRES, J. R.; GEHLEN, S.; MUENCHEN, C.; GONÇALVES, F. P.; LINDEMANN, R. H.; GONCALVES, F. J. F. Resignificação Curricular: contribuições da Investigação

Temática e da Análise Textual Discursiva. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 8, p. 2, 2008.

WAKS, L. J. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Eds.). Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública. Universidad del País Vasco, p. 42-75, 1990. Apud: SANTOS, W.L.P.; Mortimer, E.F. Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. Ciência & Educação, v. 7, nº. 1, p. 95-111, 2001.

ZANIN, M.; MANCINI, S. D. Resíduos Plásticos e Reciclagem. Aspectos gerais e Tecnologia. São Carlos: EdUFSCar, 2009, 143p.

APÊNDICES

APÊNDICE A

PROBLEMAS APLICADOS

Problema 1

Oportunidades de melhoria no processo de reciclagem mecânica dos plásticos, principalmente do polietileno, podem ser trabalhadas a partir dos conceitos da Produção Mais Limpa (P+L), que incentiva a redução do consumo de energia e água, bem como a minimização da geração de resíduos. Uma empresa recicladora de polietileno, muitas vezes, recebe matéria-prima suja e contaminada, que poderá ser usada na fabricação de novos produtos, após passar por uma série de etapas de processamento que garantam sua adequação a padrões mínimos de qualidade. Nas recicladoras, as principais deficiências do processo são o excessivo consumo de energia, a não reutilização da água de processo e a geração de resíduos. Para solucionar tais deficiências, essas empresas podem adotar a P+L. De que maneira e em quais etapas do processo de reciclagem a Produção Mais Limpa pode ajudar na otimização do consumo dos insumos e redução da emissão de resíduos? Você concorda que é preciso investir na cadeia de reciclagem de plásticos, o que reflete nos custos de produção e incrementa a competitividade do produto reciclado?

Problema 2

A partir da relevância que os Centros de Coleta de embalagens recicláveis possuem, a implantação de mecanismos de logística reversa aplicada pelas empresas, como as grandes redes de supermercados, é resultado da preocupação crescente dos consumidores com o meio-ambiente, os quais, portanto, tenderiam a valorizar organizações que estivessem envolvidas com a reciclagem de embalagens. Para avaliar estas questões, foi realizada uma pesquisa com 105 clientes de três lojas de uma rede supermercadista em três capitais (Rio de Janeiro, Porto Alegre e São Paulo). Esta rede varejista estabeleceu uma aliança estratégica com uma recicladora para o recolhimento de embalagens descartadas, por meio da criação de Centros de Coleta em suas dependências. Os resultados da pesquisa apontam que a maioria dos clientes da rede de supermercados em Porto Alegre e São Paulo desconheciam a existência dos Centros de Coleta, diferentemente dos clientes da loja no Rio de Janeiro. No entanto, em todas as cidades, o estudo constatou que a existência de Centros de Coleta não é um fator de influência na escolha do local de compra pelos consumidores. A partir deste estudo conclui-se que campanhas de incentivo à reciclagem de embalagens deveriam ser mais eficientes e abrangentes. Se você fosse dono de uma cooperativa de reciclagem, que atitudes você tomaria para que os consumidores tomassem conhecimento da sua empresa? Que melhorias técnicas você realizaria na sua empresa para tornar o empreendimento mais atraente? E no papel de consumidor e cidadão, que atitudes esperaria de uma rede de supermercado para incentivar a reciclagem de embalagens?

Problema 3

A geração de resíduos sólidos vem aumentando, e por consequência os impactos ambientais causados pela má disposição tornam-se um problema. Uma das formas de mitigação consiste em investir na reciclagem ou reutilização de materiais como

instrumento de diminuição de resíduos sólidos e também inclusão social. Os processos mais importantes são o reaproveitamento e a reciclagem de materiais plásticos pós-consumo dentro do próprio município, facilitando o transporte do resíduo e gerando emprego e renda para os moradores. Se você fosse proprietário de uma indústria de sacolas plásticas, que utilizasse material reciclado na produção das mesmas, que estratégias você planejaria para adquirir mais matéria-prima para reciclar/reutilizar e transformar os resíduos em sacola plástica novamente? Você acredita que o incentivo fiscal ajudaria no desenvolvimento e crescimento das recicladoras? Lembrando que as estratégias tomadas devem levar em consideração a conscientização da comunidade em prol do meio ambiente, como você incorporaria o conceito de logística reversa?

Problema 4

Segundo a Associação Brasileira da Cadeia de Sustentabilidade Ambiental do PET (ABREPET), a forma de reaproveitamento de materiais denominada como logística reversa compreende em planejar, operar e controlar o fluxo de resíduos pós-consumo e pós-venda assim como a informação do ponto de consumo até o ponto de origem, buscando recuperar valor e ou realizar um descarte adequado. Utilizando a logística reversa, um grupo empresarial da Serra Gaúcha desenvolveu uma forma de contribuir para a diminuição do impacto ambiental provocado pelo descarte incorreto das garrafas PET, fundando a empresa RECICLAMAX. Esta empresa adotou três ciclos para a reciclagem do PET: **Recuperação** das embalagens que seriam destinadas ao lixo comum; **Revalorização**, onde embalagens são moídas pela recicladora criando a forma denominada de *flakes*; **Transformação**, momento em que a matéria prima na forma de flocos é transformada. Diante deste exemplo, como o processo de logística reversa pode contribuir para a redução do impacto ambiental e para a geração de emprego e renda a partir da reciclagem do PET? Que outra ideia você teria para a RECICLAMAX promover a diminuição do impacto ambiental? Você acredita que a logística reversa é o processo melhor aplicado no reaproveitamento de materiais?

Problema 5

Há muito tempo usufruímos de um invento essencial ao desempenho, economia e conforto à rodagem de veículos: o pneu. O pneu tem uma vida útil limitada, caracterizada pela redução de suas ranhuras, atingindo um limite que comprometa a estabilidade do veículo. Uma vez ultrapassada a vida útil, sobra sua carcaça, constituída por materiais de alta resistência e toxicidade após sua queima, como o monóxido de carbono, óxidos de enxofre, hidrocarbonetos aromáticos, metais pesados, dioxinas, etc., que vem sendo, simplesmente, descartada e lançada à natureza de maneira inadequada. Por consequência, o pneu é considerado hoje um dos maiores problemas ambientais do mundo. Além de demorar até 600 anos para se decompor, um pneu pode causar diversos malefícios para a sociedade e o meio ambiente quando dispostos inadequadamente. É nesse contexto que o conhecimento do ciclo de vida dos pneus é essencial para reaproveitamento da matéria prima, recuperação e co-processamento para melhor destinação deste resíduo. Com base no ciclo de vida dos pneus, explique: De que maneira este produto descartado pela sociedade pode retornar ao ciclo de negócios sem causar maiores danos ao meio-ambiente? Além dos danos ambientais, o descarte de pneus pode causar diversos problemas sociais e de saúde pública. Aponte quais são os problemas e suas principais causas. Em sua opinião, qual é a melhor maneira de realizar o descarte dos pneus?

APÊNDICE B

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS

DEPARTAMENTO DE ENSINO E CURRÍCULO

EDU02107 – ESTÁGIO DE DOCÊNCIA EM ENSINO DE QUÍMICA III-B

PROFESSOR: Cesar Valmor Machado Lopes

ALUNA: Cláudia Moreira da Fontoura

PLANEJAMENTO PARA ESTÁGIO DOCENTE FORA DA SEDE

Curso Técnico em Plásticos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do

Sul

1. INTRODUÇÃO

O estágio de docência em ensino de Química III é uma atividade de ensino do curso de Licenciatura em Química da UFRGS que propicia a vivência prática dos conhecimentos adquiridos em conjunto com as demais disciplinas cursadas, ampliando o saber a respeito do trabalho educativo, visando à formação de profissionais qualificados, interessados e engajados na profissão docente.

Durante os estágios de docência, o licenciando deve experimentar diferentes práticas e formas de ensinar os conteúdos para os alunos do Ensino Médio, refletindo criticamente a respeito de seu desempenho como docente. É durante este período que o estagiário deve avaliar sua maneira de pensar e atuar como docente, visando sempre melhorar e aprimorar as práticas de ensino adotadas.

Este relatório aborda uma descrição do período de observações dentro da Escola, assim como a apresentação dos planos de aula, os planejamentos propostos para as aulas teóricas e práticas, as avaliações das propostas de ensino utilizadas durante o período do estágio de docência, os aprendizados obtidos durante as aulas, os sentimentos e reflexões sobre a postura docente e também apresentar os principais aspectos das turmas, buscando fazer um balanço dos pontos que necessitam ser melhorados e os pontos positivos observados durante o estágio.

O presente trabalho tem por objetivo o relato prático e reflexivo do período de estágio docente, que foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, nas turmas de 1º e 3º semestres do Curso Técnico em Plásticos, na disciplina de Reciclagem de Termoplásticos.

2. PLANEJAMENTO GERAL

2.1 INTRODUÇÃO

Neste planejamento será apresentada uma proposta de trabalho para a disciplina de Reciclagem de termoplásticos do Curso Técnico em Plásticos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, considerando um período de duas aulas semanais, totalizando 30 horas/aula (15 encontros). Este projeto se propõe utilizar a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) para promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, construindo uma cultura de participação no debate e nas escolhas envolvendo Ciência e Tecnologia (C&T), principalmente no que diz respeito à formação humana integral. Dentre os objetos de estudo da abordagem CTS encontrados na literatura, merecem destaque os temas científicos ou tecnológicos com implicações sociais.

Para utilização da abordagem CTS em cursos técnicos e tecnológicos, Lorenzeto e Moreira afirmam que:

“Encontramos vínculos, ainda incipientes, entre estudos do campo CTS e estudos do campo Trabalho e educação (T&E), com potenciais implicações positivas no desenvolvimento curricular da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), principalmente no que diz respeito à formação humana integral. A utilização de uma abordagem CTS em cursos técnicos/tecnológicos pode contribuir para o cumprimento do que preconizam as legislações e políticas da EPT, no sentido da formação humana integral, proporcionando aos estudantes não somente o treinamento de habilidades técnicas, mas uma educação tecnológica em que a formação técnica esteja articulada com o desenvolvimento de capacidades para a compreensão e inserção crítica na realidade, especialmente, no mundo do trabalho” (LORENZETO; MOREIRA, 2014, p.1).

O objetivo do ensino de CTS é promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno na tomada de decisões responsáveis sobre questões envolvendo C&T (SANTOS, 2008). As decisões responsáveis exigem reflexões sobre as consequências do desenvolvimento científico e tecnológico a médio e longo prazo (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007).

O compromisso com as finalidades destacadas na orientação da educação em ciências implica mudanças importantes no currículo que garantam, de forma efetiva, a oportunidade de “discutir concepções de cidadania, modelo de sociedade, de desenvolvimento tecnológico, sempre tendo em vista a situação socioeconômica e os aspectos culturais do nosso país” (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Pode-se observar que os objetos de estudo da abordagem CTS, quando trabalhados de forma interdisciplinar e contextualizados, propiciam o engajamento dos alunos e contribuem para sua formação como sujeitos críticos. A capacidade de contextualizar está diretamente relacionada com a capacidade de compreender e de ler o mundo e envolve um processo de construção de conhecimentos relacionados com a prática social (LORENZETO; MOREIRA, 2014).

Alguns autores veem na abordagem CTS, contribuições significativas para uma educação profissional e tecnológica comprometida com uma formação que vá além da instrução técnica. Na educação tecnológica a dimensão interdisciplinar do conhecimento não pode ficar restrita aos aspectos técnicos dos problemas e de suas soluções. Com a abordagem CTS, a interdisciplinaridade contempla questões não-técnicas a serem tratadas. No Brasil, principalmente a partir da década de 1990, ações institucionais de fomento à formação de empreendedores, reengenharia e propostas de mudança curricular para a formação de competências, criatividade e inovação, têm sido sugeridas para o Ensino Técnico, com o objetivo de enfrentar as demandas do mundo contemporâneo (LINSINGEN, 2006).

Barbosa (2011) acredita que a "utilização de uma abordagem CTS possa modificar a situação vivenciada em cursos técnicos/tecnológicos e iniciar novos caminhos mais bem sucedidos". Ainda de acordo com a autora isto ajudaria a "cumprir o que dizem as legislações e políticas da educação profissional: fazer de nossos estudantes seres pensantes e lhes dar o direito de discutir os temas polêmicos do mundo atual e de tomar decisões sobre estas situações" (BARBOSA, 2011, p.2)

Analisando estes pressupostos, pode-se verificar que a utilização de uma abordagem CTS, em cursos técnicos/tecnológicos tem o potencial de cumprir o que preconizam a legislação e políticas da educação profissional, no sentido da formação humana integral, proporcionando aos estudantes não somente a capacidade técnica que lhes permitirá uma formação profissional, mas também desenvolvendo capacidades para compreender a realidade e ampliar sua consciência crítica (LORENZETO; MOREIRA, 2014; OLIVEIRA; SILVEIRA; RESENDE, 2009).

Segundo estudos de Auler (2002), o desenvolvimento de uma visão crítica é necessário para “desvendar a realidade”. A educação deve ser crítica na abordagem de um conhecimento também crítico e deve proporcionar o desenvolvimento da habilidade para o aprendiz ler o mundo de forma crítica (GONÇALVES, 2008).

O conhecimento crítico é o principal mecanismo para o desenvolvimento social e ele se reproduz por meio da educação, que pode ser traduzida segundo Lacerda como:

[...] um fenômeno específico da natureza humana, historicamente, a origem dela se confunde com a origem do próprio homem que, com sua inteligência, a transformou e continuou até os dias atuais desenvolvendo novas teorias e reflexões em torno do assunto, fazendo uso de várias tecnologias para facilitar a aprendizagem e a vida do homem. A educação pertence ao âmbito da produção não material, tem a ver com ideias, conceitos, valores, símbolos, hábitos, atitudes e habilidades. Conseqüentemente o ato educativo é o ato de produzir, direta e intencionalmente em cada indivíduo singular, a humanidade. (LACERDA, 2001, p. 21 em GONÇALVES, 2008, p. 20).

As práticas educativas devem contribuir para uma “leitura crítica do mundo”, para a autonomia, a dignidade, a superação da dependência, e para a emancipação e a formação da cidadania comprometida com o equilíbrio social (GONÇALVES, 2008).

O campo de estudo das relações entre ciência, tecnologia e sociedade também é discutido por Gonçalves (2008). Ele argumenta que o ensino CTS:

“tem como característica fundamental a crítica à tradicional imagem essencialista da ciência e da tecnologia, já que esse novo “olhar” fundamenta-se em novas vinte e sete correntes de investigação filosófica e sociológica acerca do conhecimento científico e acerca da história da ciência e da tecnologia. Esses estudos têm como objetivo o entendimento do campo social da ciência e da tecnologia na historicidade dos aspectos sociais e nas resultantes sociais e ambientais. Em outras palavras, os estudos CTS procuram desmistificar a ciência e a tecnologia, e para isso se utilizam de elementos de natureza social, econômica ou política que articulem mudanças científico-tecnológicas, e todas as determinantes éticas, ambientais ou culturais dessas transformações” (GONÇALVES, 2008, p.26).

Há uma ênfase nos estudos CTS quanto às questões ambientais, já que na origem desses estudos está a percepção de pesquisadores e ativistas sobre a poluição de resíduos tóxicos, acidentes nucleares, envenenamentos farmacêuticos, produtos químicos utilizados na agricultura e na produção de alimentos industrializados, derramamentos de petróleo, entre outros (GONÇALVES, 2008). Porém, o termo “meio ambiente” entendido como habitat do homem e das demais espécies, pode ser entendido também como uma realidade tanto histórica quanto social: histórica no que se refere às transformações estruturais e naturais desenvolvidas pela espécie humana, consequentes de suas interações com o meio ao longo de sua existência; e social em relação ao grau de organização da vida em sociedade, da produção de produtos e serviços que atendam às necessidades para a manutenção da vida da espécie humana (LIMA; SILVA, A. C.; SILVA, L. C., 2007).

Na análise das inter-relações sociais, científicas e tecnológicas das transformações ambientais, os pontos positivos e os pontos negativos dos impactos científicos e tecnológicos na sociedade podem ser facilmente observados. Entretanto, os pontos negativos, principalmente os que dizem respeito à preservação ambiental, necessitam de um enfrentamento maior e de um direcionamento a uma transformação da busca pela convivência sadia do homem com seu habitat. Nesse sentido, deve-se buscar uma sintonia que proporcione a interação entre o homem e o ambiente, especialmente nas questões que envolvam a ciência e a tecnologia (GONÇALVES, 2008).

2.1.1 Geração de resíduos sólidos e o descarte de materiais recicláveis

Estudos científicos demonstram que nas sociedades mais industrializadas, assim como nas atividades prestadoras de serviços, a geração de resíduos é mais intensa do que nos coletivos sociais que desenvolvem atividades primárias (EIGENHEER, 2003). Outro fator determinante é a condição econômica, pois esta eleva consideravelmente a geração de resíduos, e a composição destes é diretamente proporcional a essa variável. A intensificação da produção de resíduos sólidos foi e é impulsionada pelo desenvolvimento científico e tecnológico, acompanhado pela mudança socioeconômica que estimula o homem a ser empreendedor (GONÇALVES, 2008).

O descarte de materiais (plástico, vidro, metais, pneus, etc.) vem agravando os problemas sociais (e os ambientais). Dessa forma, gerar uma cultura de re-uso ou

reciclagem de materiais é cada vez mais uma necessidade (OLIVEIRA; SILVEIRA; RESENDE, 2009).

Até o momento, a forma encontrada para lidar com o problema de descarte é a de transformar o lixo plástico em matéria-prima, reintegrando-o ao processo produtivo. Normalmente, para pequenas quantidades de resíduo gerado, existem soluções simples e aceitáveis. Entretanto, a forma mais utilizada no Brasil para o descarte de resíduos ainda é a adoção generalizada de lixões. Os lixões consistem de lançamento dos resíduos ao solo, a céu aberto, o que perfaz uma forma de descarte final inadequada que pode causar danos ao meio ambiente e problemas de saúde pública (PIVA; WIEBECK, 2004).

Essas considerações demonstram a necessidade da busca por soluções técnicas inteligentes de reutilização, tanto sob o ponto de vista econômico e social quanto ecológico, para o que é descartado, eliminado, ou desprezado nas diversas atividades humanas. Um dos grandes problemas atuais está em encontrar uma solução definitiva para obter compatibilidade e harmonia entre o desenvolvimento e a qualidade do meio ambiente (ZANIN; MANCINI, 2009).

Dados de Ajuda Brasil (2009) revelam que no Brasil são produzidos 240 mil toneladas de lixo por dia. O aumento excessivo da quantidade de lixo deve-se ao aumento do poder aquisitivo da população. Em torno de 88% do lixo doméstico vão para aterros sanitários, e apenas 2% de todo o lixo do Brasil é reciclado (LATINI et al., 2013).

Acredita-se que, ao proporcionar discussões sobre a relação social da ciência e da tecnologia, para os discentes da educação tecnológica, estaremos incentivando ações que visem despertar o interesse nos alunos em envolverem-se em projetos com características mais humanistas. Esse é o papel da escola, especialmente de educação tecnológica, que tem a responsabilidade de formar profissionais conscientes e responsáveis em relação às questões científicas e tecnológicas, pois eles além de poderem ser geradores de novas tecnologias são consumidores e deverão estar preparados para agir com prudência e discernimento (LATINI et al., 2013).

Além disso, os problemas sociais causados pelas embalagens plásticas devido aos avanços tecnológicos tais como: consumo acelerado de itens constituídos de materiais plásticos, quantidade crescente dos resíduos sólidos, ineficácia do seu gerenciamento e os danos causados ao meio ambiente e à saúde da população; servem de estratégia metodológica para a abordagem destes conteúdos permitindo o

estabelecimento de relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e contribui para o desenvolvimento de uma consciência ambiental (LATINI et al., 2013).

Considerando tal estratégia de ensino o tema permite uma visão mais ampla e crítica destes conteúdos, tendo em vista que podem ser introduzidas discussões sobre as etapas dos processos produtivos, dos aspectos ambientais e sociais ligados a estes processos, da relação entre produção e consumo, dos usos, da disposição, do reuso e da reciclagem (LATINI et al., 2013).

2.2 OBJETIVO GERAL

Estudar sobre a utilização de materiais recicláveis para o desenvolvimento de produtos a partir de uma abordagem de ensino de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) buscando a formação de cidadãos que atuem na sociedade e no ambiente, bem como orientar o aluno para a aquisição dos conhecimentos referente à reutilização dos polímeros provenientes de descarte, seu ciclo de vida e os diferentes métodos de reciclagem de polímeros.

4.2.1 Objetivos específicos:

- Discutir os diferentes métodos de recuperação de materiais poliméricos levando em consideração a preocupação com o meio ambiente e a sociedade.
- Trabalhar com a análise de impacto ambiental e análise de ciclo de vida dos produtos plásticos.
- Orientar o aluno para a aquisição dos conhecimentos referente à reutilização dos polímeros provenientes de descarte.
- Abordar os diferentes métodos de reciclagem de polímeros.

2.3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento dos conteúdos, em sala de aula, serão utilizados alguns textos com conceitos, informações relevantes e curiosidades acerca do conteúdo, a fim de despertar interesse nos alunos. Ainda nessa perspectiva, serão sugeridas diversas atividades para o ensino de CTS: sessões de discussão, apresentação de vídeos, solução de problemas, fóruns e debates, projetos individuais ou de grupo, pesquisa de campo e ação comunitária, apresentações orais e relatórios escritos, bem como a resolução de listas de exercícios. Muitas destas atividades serão realizadas por meio de trabalho em pequenos grupos, discussão em sala de aula centrada nos estudantes, podendo envolver o uso de recursos da mídia e outras fontes comunitárias. Estas metodologias serão desenvolvidas a fim de proporcionar uma forma dinâmica de aprendizagem e a construção do conhecimento buscando a formação de pessoas críticas que atuem na sociedade.

Nestas aulas serão utilizados os seguintes recursos disponibilizados pela escola:

- Uso do quadro;
- Projetor Multimídia;
- Internet;
- Textos sobre a importância da reciclagem de polímeros;
- Material fotocopiado;
- Material reciclado.

2.3.1 Avaliação

Para avaliação desta proposta de ensino será levado em consideração a participação dos alunos em sala de aula a partir da verificação dos questionamentos, do avanço no andamento das aulas, a partir da observação do entendimento dos alunos acerca do conteúdo passado, sobre as questões levantadas durante o debate, o desenvolvimento e a apresentação da resolução de problemas, as dúvidas no momento da resolução dos exercícios, e a apresentação de seminários sobre a importância da reciclagem dos materiais poliméricos para o meio ambiente e a sociedade.

Os alunos também serão avaliados com algumas atividades escritas para verificar o seu aprendizado sobre a reciclagem dos materiais poliméricos. Estas avaliações também serão realizadas a fim de cumprir com o método de avaliação que a Escola aplica. As seguintes atividades serão aplicadas:

- Trabalho avaliativo 1: elaboração de um trabalho sobre os principais aspectos Econômicos, Sociais e Ambientais relacionados à reciclagem dos resíduos poliméricos.
- Resolução de exercícios a fim de avaliar a compreensão dos alunos sobre as diferentes técnicas de reciclagem;
- Trabalho avaliativo 2: Elaboração de um trabalho na forma de resolução de problemas que deverá ser feito em grupo, com apresentação na aula seguinte e posterior discussão dos resultados encontrados.
- Avaliação escrita 1: Avaliação individual.
- Avaliação escrita 2: Entrega de um trabalho escrito e apresentação de um seminário sobre a importância da reciclagem dos materiais poliméricos para o meio ambiente e a sociedade.

A avaliação dos alunos será composta por duas notas N1 e N2, as quais formarão a nota final (NS) que será a média entre a N1 e N2. As notas N1 e N2 serão compostas conforme quadro abaixo:

Instrumento	Trabalhos Avaliativos	Avaliação escrita	Notas
N1	T _{A1}	A ₁	$N1 = (T_{A1} + A_1)/2$
N2	T _{A2}	A ₂	$N2 = (T_{A2} + A_2)/2$

$$NS = (N1 + N2)/2$$

Para ser considerado aprovado o aluno deve ao final do semestre obter $NS \geq 6,0$ e frequência mínima de 75% das aulas. Caso o aluno não obtenha $NS \geq 6,0$ terá direito a recuperação de N1 e N2.

Recuperação paralela de conteúdos: A recuperação paralela de conteúdos será realizada quando os alunos solicitarem ajuda sobre um conteúdo passado ou quando desejarem melhorar seu rendimento escolar. Esta recuperação será aplicada quando necessária no início das aulas, para que o aluno tenha o entendimento da aula anterior ou do conteúdo já ensinado e consiga acompanhar o andamento das aulas seguintes.

2.4 PLANEJAMENTO DAS AULAS

O planejamento das aulas está baseado no desenvolvimento de conteúdos a respeito da reciclagem dos materiais poliméricos, proporcionando discussões sobre a relação social da ciência e da tecnologia, incentivando ações que visem despertar o interesse nos alunos em desenvolver projetos com características tanto do ponto de vista econômico e social quanto ecológico. A partir desta temática, serão abordadas as principais técnicas de reciclagem dos polímeros, sobre gestão de resíduos, análise de ciclo de vida, suas propriedades e aplicações. A relação entre os conteúdos de polímeros e a perspectiva de Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) será realizada para mostrar aos alunos a importância da educação tecnológica aliada à responsabilidade da formação de profissionais técnicos conscientes e atuantes na sociedade e no ambiente.

Neste planejamento serão abordadas algumas temáticas a respeito do meio ambiente, dos recursos naturais mais consumidos pelas pessoas, da gestão de resíduos, sobre as diferentes técnicas de reciclagem dos materiais poliméricos, as análises de ciclo de vida desses materiais, o impacto ambiental das indústrias de transformação, a reciclagem como possibilidade de emprego e renda e o processo de reciclagem de alguns polímeros.

➤ **Primeira semana (2 aulas)**: Apresentação do plano geral, questionamentos aos alunos sobre o que eles conhecem sobre polímeros e reciclagem de polímeros, onde trabalham, porque escolheram fazer o curso técnico em plásticos. Após, o coordenador do curso apresentou aos alunos o Projeto Pedagógico de Curso (PPC) do curso técnico em plásticos, mostrando as disciplinas oferecidas e expondo sua importância para a formação profissional de técnicos. Além disso, foi retratado o perfil do profissional formado em um curso técnico, suas perspectivas de carreira e salário.

- Apresentação oral do plano de trabalho.
- Questionar os alunos o que eles conhecem sobre os materiais poliméricos e a reciclagem desses materiais, bem como realizar alguns comentários sobre a importância ambiental do seu reaproveitamento.
- Apresentação do PPC do Curso Técnico em Plásticos, feita pelo Coordenador do curso.

➤ **Segunda semana (2 aulas):** Exposição sobre os Plásticos e o Meio Ambiente, abordando a definição de meio ambiente e aspectos sobre os recursos naturais mais consumidos pelas pessoas, sobre os principais problemas que os resíduos sólidos (ou lixo) podem causar com o descarte incorreto, sobre aterros sanitários e sobre a utilização dos polímeros como resíduo.

- Conteúdos sobre o Plástico e o Meio Ambiente, abordando os conceitos de meio ambiente, de sustentabilidade e dos recursos naturais utilizados para o desenvolvimento, a conscientização e a sensibilização da sociedade.
- Abordagem sobre o que é o lixo, como deve ser descartado, qual o destino correto para cada tipo de lixo e quais tratamentos podem ser realizados para minimizar a contaminação.
- Apresentação e discussão do plástico pós-consumo visto como resíduo, e da cadeia produtiva no segmento de reciclagem, transformando o resíduo em matéria-prima e reintegrando-o ao processo produtivo.

Avaliação desta aula

- Avaliação pela participação dos alunos em sala de aula a partir da verificação dos questionamentos e dos exemplos dados, do avanço no andamento da aula e a partir da observação do entendimento dos alunos acerca do conteúdo apresentado.

➤ **Terceira semana (2 aulas):** solicitação de um trabalho individual sobre os principais aspectos Econômicos, Sociais e Ambientais relacionados à reciclagem dos resíduos poliméricos, apresentando alguns fatores que motivam a reciclagem dos materiais poliméricos contidos nos resíduos sólidos urbanos.

- Entrega da atividade para os alunos, explicando como o trabalho deve ser desenvolvido e confeccionado.
- Apresentar quatro fatores que motivam a reciclagem dos materiais poliméricos e solicitar que os alunos escolham apenas um fator para discutir e desenvolver o trabalho.
- Solicitação para desenvolvimento da atividade durante período de aula com consulta à bibliografia disponível na rede e entrega na aula seguinte.

Avaliação desta aula

- Avaliação a partir das respostas dos alunos, verificando se eles consideram estar inseridos na sociedade, se eles acreditam na importância da atuação do cidadão nas questões ambientais a partir da preservação das fontes esgotáveis de matéria-prima, do aumento da vida útil dos aterros sanitários, da redução de gastos com a limpeza e a saúde pública e com a geração de emprego e renda.
- Verificação, a partir das respostas, se eles compreenderam os principais aspectos relacionados à reciclagem.

➤ **Quarta semana (2 aulas):** exposição sobre a gestão de resíduos plásticos pós-consumo, abordando a importância da reutilização ou reprocessamento dos materiais reciclados, visando a diminuição destes resíduos sólidos nos aterros sanitários, bem como mostrando alternativas para sua destinação adequada e as Legislações internacionais e do Brasil para destinação dos resíduos sólidos.

- Conteúdo sobre a Gestão de resíduos plásticos pós-consumo.
- Abordagem sobre a diminuição dos resíduos sólidos nos aterros sanitários, mostrando alternativas mais adequadas na sua destinação.

- Apresentação e comparação das Legislações internacionais a respeito da reciclagem e destinação de resíduos plásticos da União Europeia e dos Estados Unidos, bem como a Legislação Brasileira de destinação dos resíduos sólidos.

Avaliação desta aula

- Avaliação a partir da participação, dos questionamentos e dúvidas dos alunos acerca do conteúdo apresentado, observando se eles compreenderam a importância na redução do volume de resíduos sólidos nos aterros sanitários e o significado das Legislações vigentes.

➤ **Quinta e Sexta semanas (4 aulas):** aulas sobre reciclagem mecânica, que é o método mais utilizado na reciclagem de materiais poliméricos. Nestas aulas são abordados os principais sistemas de separação, seleção e limpeza. Estas aulas visam à aprendizagem dos principais tipos de polímeros recicláveis, suas identificações e características químicas e físicas para melhor aplicação deste método de reciclagem.

- Apresentar a reciclagem mecânica - o método mais utilizado na reciclagem dos polímeros, pois utiliza os equipamentos e processos semelhantes aos da indústria de processamento de polímeros.

- Mostrar as principais diferenças da reciclagem mecânica primária e secundária, suas vantagens e desvantagens.

- Explicar detalhadamente as etapas de separação, seleção e limpeza que os resíduos devem sofrer para serem reprocessados, reformulados e transformados novamente em produtos.

- Frisar a importância desse processo, pois a reciclagem mecânica é mais uma técnica que está tentando contribuir para a solução dos problemas dos resíduos nos aterros sanitários e não deve ser vista como única forma.

- Salientar também que a reciclagem dos plásticos tem papel imprescindível na sociedade e, embora haja tecnologias bastante avançadas e eficientes, a demanda por novos conhecimentos que assegurem ganhos ambientais e a manutenção da vida na Terra continua existindo.

Avaliação desta aula

- Avaliação pela participação dos alunos em sala de aula a partir dos questionamentos sobre a importância dos métodos de reciclagem, etapas de processo, vantagens e desvantagens.
- Verificar o entendimento dos alunos a partir de perguntas feitas para a turma relacionadas ao papel importante da reciclagem para a sociedade e para o meio ambiente.

➤ **Sétima semana (2 aulas):** debate sobre a atividade realizada na terceira semana, envolvendo os principais aspectos Econômicos, Sociais e Ambientais relacionados à reciclagem dos resíduos poliméricos e os quatro fatores que motivam a reciclagem desses materiais contidos nos resíduos sólidos urbanos.

- Organizar a formação dos grupos de acordo com os fatores que cada aluno escolheu para desenvolvimento do trabalho.
- Solicitar que os grupos se reúnam durante o primeiro período e discutam entre si para organizar os principais tópicos relacionados ao fator escolhido.
- No segundo período pedir que os alunos façam uma mesa redonda e explicar como deve ocorrer o debate entre os grupos.
- Ajudar nas discussões, fazendo alguns questionamentos que instigam mais os alunos durante o debate.

Avaliação desta aula

- Avaliação pela participação dos alunos durante a discussão com seu grupo, bem como durante o debate com a turma, verificando os posicionamentos e o envolvimento frente às perguntas feitas.
 - Verificar o entendimento dos alunos a partir dos questionamentos feitos para a turma.
- **Oitava semana (2 aulas):** aula sobre reciclagem química, mostrando como as cadeias poliméricas são quebradas em moléculas menores (despolimerização

controlada), visando a obtenção de produtos de valor agregado maior, facilitando a separação das impurezas e obtendo um material com elevado grau de pureza.

- Conteúdo sobre como ocorre a reciclagem química dos resíduos poliméricos, sobre os processos básicos de termólise e solvólise, bem como sobre o processo de extrusão degradativa.
- Expor a importância desse processo de reciclagem, principalmente em polímeros de condensação.
- Explicar como ocorre a reciclagem química do PET e sua aplicação como resina de poliéster e poliuretano, salientando a economia de custo e de tempo na produção dessas resinas em comparação a um produto feito com a matéria-prima totalmente virgem.
- Distribuir listas de exercícios sobre reciclagem mecânica e química, abordando os conceitos e possíveis comparações entre os diferentes métodos.

Avaliação desta aula

- Avaliação pela participação dos alunos em sala de aula a partir dos questionamentos sobre os processos de reciclagem química, suas vantagens e desvantagens.
 - Verificar o entendimento dos alunos a respeito dos diferentes métodos de recuperação de materiais poliméricos levando em consideração a preocupação com o meio ambiente e a sociedade.
 - Avaliar a compreensão dos alunos sobre as diferentes técnicas de reciclagem a partir da resolução das listas de exercícios.
- **Nona semana (2 aulas):** exposição da aula sobre reciclagem energética, tecnologia que transforma os resíduos em energia elétrica e/ou térmica, aproveitando o alto poder calorífico contido nos plásticos.
- Conteúdo explicando como ocorre o processo de reciclagem energética e de que maneira o alto poder calorífico dos materiais poliméricos é transformado em energia.

- Explicar a importância dessa técnica de reciclagem, pois ela minimiza significativamente o problema dos aterros sanitários, reduz a emissão de gases nesses locais, reduz drasticamente os impactos ambientais causados pela existência de aterros e possibilita a recuperação energética dos materiais plásticos.
- Aplicar uma lista de exercícios sobre reciclagem energética, enfatizando os conceitos, a importância desta técnica, de que maneira ela ocorre e porque os polímeros possuem alto poder energético.

Avaliação desta aula

- Avaliação pela participação dos alunos em sala de aula a partir das discussões sobre o processo de reciclagem energética, suas vantagens para instalação desta técnica levando em consideração a diminuição do impacto ambiental.
 - Avaliar a compreensão dos alunos sobre esta técnica de reciclagem a partir da resolução das listas de exercícios.
- **Décima semana (2 aulas):** aplicação de um instrumento de avaliação individual e escrita sobre os diferentes métodos de reciclagem de polímeros (reciclagem mecânica, química e energética): conceitos, comparações, importância, vantagens e desvantagens.
- Entrega do instrumento de avaliação sobre os métodos de reciclagem de polímeros.
 - Solicitação para resolver a atividade durante os dois períodos de aula de forma individual e sem consulta.
 - Disponibilizar folhas para resolução das questões.

Avaliação desta aula

- Verificar a partir das respostas dos alunos, se a avaliação foi adequada e condizente com o conteúdo explicado durante as aulas e se o aprendizado sobre a reciclagem dos materiais poliméricos foi satisfatória.
 - Avaliação por meio de notas, a fim de cumprir com o método avaliativo aplicado pela Escola.
- **Décima primeira semana (2 aulas):** aula sobre análise do ciclo de vida do plástico. Esta análise constitui-se num instrumento que permite o desenvolvimento de critérios e procedimentos para a avaliação do impacto ambiental dos produtos.
- Explicar o ciclo de vida completo dos polímeros, falando desde a sua concepção, transformação e aplicação até o término de sua vida útil, com o seu descarte ou recuperação.
 - Falar dos critérios de eficiência técnica, econômica e ambiental, de forma a se determinar as condições para a fabricação de um produto. Estas condições delimitam o conjunto de operações industriais, ou seja, o “sistema industrial” e o “sistema meio ambiente”.

Avaliação desta aula

- Avaliação pela participação dos alunos em sala de aula a partir da verificação dos questionamentos e dos exemplos dados, do avanço no andamento da aula e a partir da observação do entendimento dos alunos sobre o ciclo de vida do plástico.
- **Décima segunda e décima terceira semanas (4 aulas):** atividade de resolução de problemas relacionadas a importância da reciclagem dos materiais poliméricos para o meio ambiente e para a sociedade, utilizando situações reais de reciclagem de resíduos sólidos. A atividade deve envolver pesquisa durante o período de aula (primeira etapa da atividade) e apresentação oral dos alunos (segunda etapa da atividade).

- Organizar a formação dos grupos e entregar os problemas.
- Explicar como o trabalho deve ser entregue e apresentado.
- Primeira etapa: distribuir material de pesquisa para cada grupo, solicitando que todos apresentem e que entreguem o trabalho escrito na aula seguinte.
- Segunda etapa: discutir os resultados com a turma após as apresentações.

Avaliação destas aulas

- Verificar o entendimento dos alunos frente à proposta de aplicação de resolução de problemas.
 - Observar se os alunos conseguiram trabalhar com situações reais utilizando as técnicas de reciclagem e se conseguiram relacionar as tecnologias conhecidas, com as questões ambientais e sociais.
 - Avaliação da apresentação dos grupos e verificar se houve entendimento dos alunos a respeito dos problemas propostos, observando se conseguiram entender os conceitos das técnicas de reciclagem e souberam aplicar em questões reais.
- **Décima quarta semana (2 aulas):** aula abordando a Reciclagem como possibilidade de emprego e renda, mostrando como realizar a implantação de uma estação de coleta seletiva e a viabilidade de uma planta de reciclagem de termoplásticos.
- Explicar os principais aspectos a serem considerados na geração de resíduos sólidos, levando em consideração a ideia de aproveitá-los não somente como forma de minimizar os impactos ambientais, mas também por razões econômicas.
 - Apresentar a viabilidade técnico-econômica para implantação de uma recicladora, discutindo sobre dimensionamento da capacidade produtiva, custos de produção, custos variáveis e fixos, investimentos, faturamento, impostos e o retorno sobre o faturamento.

Avaliação destas aulas

- Verificar o entendimento e o interesse dos alunos frente à proposta de implantação de uma indústria de reciclagem de polímeros a partir dos questionamentos feitos em sala de aula
- **Décima quinta semana (2 aulas):** aula abordando os principais aspectos ambientais e a análise de impacto ambiental das indústrias de transformação de materiais poliméricos e das indústrias de reciclagem, apresentando alguns efeitos causados no meio ambiente e as consequências para a sociedade.
- Tratar dos principais aspectos ambientais da indústria de transformação do material plástico, como por exemplo, consumo de água, consumo de energia elétrica, consumo de matéria-prima de origem fóssil, geração de resíduos sólidos, geração de efluentes líquidos e geração de gases.
 - Apresentar os impactos ambientais nos processos mais comuns de transformação de polímeros quando os aspectos ambientais não forem controlados de forma adequada.

Avaliação destas aulas

- Verificar o entendimento dos alunos sobre a importância em conhecer os principais aspectos ambientais nas indústrias de transformação e reciclagem de polímeros, bem como entender o impacto ambiental que esses aspectos podem provocar quando não controlados adequadamente.
- **Décima sexta e décima sétima semanas (4 aulas):** Entrega de um trabalho escrito e apresentação de um seminário sobre a importância da reciclagem mecânica de alguns tipos de resinas plásticas, como o polietileno (PE), o polipropileno (PP), o poliestireno (PS), o poliuretano (PU) e o poli(cloreto de vinila) (PVC).
- Solicitar que os alunos expliquem no trabalho porque o processo de reciclagem mecânica normalmente determina as características e as aplicações do produto

final, ou seja, porque o acréscimo ou a retirada de algumas etapas tem como resultado diferentes níveis de qualidade no produto obtido.

- Receber os trabalhos escritos de cada grupo e solicitar que apresentem na forma de seminário.

- Discutir os resultados com a turma após as apresentações.

Avaliação destas aulas

- Verificar o entendimento dos alunos frente ao desenvolvimento do trabalho escrito e da apresentação do mesmo.
- Avaliação da apresentação e organização dos grupos, verificando se houve entendimento dos alunos durante as apresentações.

3. CONCLUSÃO

Este período de estágio foi muito importante, pois percebi que juntar duas turmas diferentes em uma mesma disciplina foi bastante desafiador, pois não podia me basear no que a turma do 3º semestre já havia aprendido nos semestres anteriores, tive que pensar na disciplina de reciclagem como uma inovação para as duas turmas, não dificultando tanto para a turma do 1º semestre e nem facilitando o conteúdo para o 3º semestre. Tentei mostrar para os alunos a importância que a reciclagem dos resíduos poliméricos proporciona para a sociedade e para o meio ambiente, e que eles como futuros Técnicos em Plásticos devem ter como base não só o treinamento das habilidades técnicas desenvolvidas durante o curso, mas também uma educação tecnológica que promova o desenvolvimento de capacidades para a compreensão da realidade de forma crítica.

A experiência do estágio de docência foi muito satisfatória para meu aprendizado como docente, pois pude perceber que para ter um bom nível de ensino é necessário ter mais criatividade nos métodos de ensino, proporcionando uma aprendizagem mais dinâmica, incentivando os alunos a questionar e argumentar sempre que tiverem dúvidas, auxiliando-os na tomada de decisões e a vencer os desafios que eles terão no mercado de trabalho e na vida.

Durante o período de estágio tive certeza absoluta que a docência é o caminho a ser seguido por mim profissionalmente, pois sempre obtive resultados desafiadores em sala de aula, fazendo com que despertasse o interesse em aplicar diferentes métodos didáticos. Como ponto positivo, a contextualização utilizando a abordagem da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para o ensino da reciclagem de materiais poliméricos foi de extrema importância, pois percebi o interesse dos alunos em aprender e relacionar esse aprendizado com sua realidade e seu dia-a-dia. A utilização do enfoque CTS parte do princípio que o professor deve promover um ensino com uma atitude crítica, criativa e sempre incentivando a participação dos alunos, não somente como um processo de transmissão de informações.

Com relação às atividades avaliativas, pude constatar que a partir das dúvidas que foram geradas durante a resolução dos problemas e durante o desenvolvimento dos trabalhos, os alunos se mostravam mais interessados em questionar e aprender o que estava sendo solicitado, e muitas vezes indo mais além.

Exercendo da perspectiva como docente, observei como é trabalhoso, mas também desafiador e instigante, para um professor conseguir despertar o interesse de uma turma, ensinar o conteúdo e ainda ser considerado um bom professor pelos alunos. Depois deste período dentro de uma Escola pública e em uma sala de aula do Ensino Técnico que percebi que é a partir da vivência com os alunos, do entendimento das suas necessidades e vontades é que iremos aprender a ser bons professores.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AULER, D. Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências. Tese de Doutorado em Educação – UFSC, Florianópolis, 2002. Em: GONÇALVES, F.J.F. Ações educativas participativas para os atores da reciclagem: Uma abordagem CTS. Dissertação de mestrados – UFSC, Florianópolis, 2008.
- BARBOSA, L.C.A. Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Educação Profissional e Tecnológica: a relevância do enfoque CTS para uma formação humanista e integral. In: IV SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA E SOCIEDADE. Anais, Curitiba, 2011.
- COSTA, S.S.C.; Moreira, M.A. Resolução de Problemas III: fatores que influenciam a resolução de problemas na sala de aula. Investigações em Ensino de Ciências, v.2, n.2, p. 65-104, 1997. Em: SANTOS, F.M.T.; Góti, M.E.J. Resolução de problemas e atividades práticas de laboratório: uma articulação possível. V Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências, Bauru – SP, 2005.
- EIGENHEER, E. M. Lixo, vanitas e morte: considerações de um observador de resíduos. Niterói/RJ: EdUFF, 2003.
- LACERDA, A. C. A história da tecnologia na educação: do quadro de giz à realidade virtual. Dissertação de Mestrado – UFSC, Florianópolis, 2001. Em: GONÇALVES, F.J.F. Ações educativas participativas para os atores da reciclagem: Uma abordagem CTS. Dissertação de mestrado – UFSC, Florianópolis, 2008.
- LATINI, R.M.; SANTOS, M.B.P.; CANESIN, F.P.; COTELO, P.F.S.M. A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino de Química. Revista Práxis, ano V, nº 10, p. 11-19, 2013.
- LIMA, A. M. M.; SILVA, A. C.; SILVA, L. C. Proposição de implementação de um sistema de gestão ambiental no Instituto Adolfo Lutz. Monografia (Curso de Pós-Graduação em Gestão Ambiental) – SENAC, São Paulo, 2007.

- LINSINGEN, I. CTS na educação tecnológica: tensões e desafios. In: I Congresso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Innovación CTS+I, 2006, México D.F. Memórias del Congreso Ibero CTS+I, 2006. v.1, p. 1-14.
- MACHADO, V.; PINHEIRO, N.A.M. Investigando a metodologia dos problemas geradores de discussões: aplicações na disciplina de Física no ensino de Engenharia. *Ciência & Educação*, v. 16, nº. 3, p. 525-542, 2010.
- OLIVEIRA, F.R.; SILVEIRA, R.M.C.F.; RESENDE, L.M.M. Desenvolvimento de tecnologia numa abordagem CTS: algumas considerações sobre o projeto de iniciação científica. I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, UTFPR – PR, 2009.
- PIVA, A. M.; WIEBECK, H. Reciclagem do plástico. Como fazer da reciclagem um negócio lucrativo. São Paulo: Artliber, 2004, 111p.
- POZO, J.I. A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender (pp. 13-42). Porto Alegre: Artmed, 1998. Em: FRANCISCO Jr. W.E.; Ferreira L.H.; Hartwig D.R. A dinâmica de resolução de problemas: analisando episódios em sala de aula. *Ciências & Cognição*, v. 13, nº 3, p. 82-99, 2008.
- PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A.. O Papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, Bauru, v.13, n. 2, p. 141-156. 13, 2, 141-156, 2007.
- SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, nº. 1, p. 95-111, 2001.
- SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 01-23, 2002.
- SANTOS, W. L. P. dos. Educação Científica Humanística em uma Perspectiva Freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

- STRIEDER, R. B. Abordagens CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas. Tese Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP), 2012. 283p.
- WAKS, L. J. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Eds.). Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública. Universidad del País Vasco, p. 42-75, 1990. Em SANTOS, W.L.P.; Mortimer, E.F. Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, nº. 1, p. 95-111, 2001.
- ZANIN, M.; MANCINI, S. D. Resíduos Plásticos e Reciclagem. Aspectos gerais e Tecnologia. São Carlos: EdUFSCar, 2009, 143p.

APÊNDICE C

Curso: Técnico em Plásticos – Reciclagem de Termoplásticos

Professor: Cláudia Moreira da Fontoura

Nome:	Turma: PLA	Data: 26/02/2016
--------------	-------------------	-------------------------

ATIVIDADE

De acordo com os aspectos **Econômicos, Sociais e Ambientais** relacionados à reciclagem, vários fatores motivam a reciclagem dos resíduos poliméricos contidos nos resíduos sólidos urbanos.

Dentre eles estão:

- a preservação de fontes esgotáveis de matéria-prima;
- o aumento da vida útil nos aterros sanitários;
- a redução de gastos com a limpeza e a saúde pública;
- a geração de emprego e renda.

Escolha **um** destes fatores que motivam a reciclagem dos materiais poliméricos e discuta (descreva) um pouco sobre o assunto.

Esta atividade deve ser feita em até duas páginas (material digitado, não escrito à mão) e deve conter as referências bibliográficas utilizadas.

Entrega dia 09/03/2016!!

APÊNDICE D

RECICLAGEM QUÍMICA

O princípio da reciclagem química (ou de matéria-prima – feedstock recycling) é transformar o polímero novamente em hidrocarboneto ou em produtos com cadeias menores (óleo) para uso como matéria-prima na produção de polímeros ou aditivos. Esta é considerada uma reciclagem terciária.

A reciclagem química envolve a despolimerização controlada do plástico, visando à obtenção de produtos de maior valor agregado. Para planejar processos mais rentáveis de reciclagem química para resíduos plásticos, sua separação dos outros tipos de resíduos é necessária.

Este tipo de reciclagem pode resultar tanto em uma substância combustível, quanto em um produto químico a ser utilizado para a síntese do polímero que lhe deu origem. Existem vários processos desenvolvidos para a decomposição química de polímeros que resultam em espécies monoméricas.

Em certos casos, os plásticos devem estar separados por tipo de polímero, pois o grau de limpeza é um fator muito importante, uma vez que impurezas podem dificultar a reatividade. Dessa forma, não é raro o emprego de técnicas de recuperação de plásticos (separação – moagem – lavagem – secagem) para a posterior reação de quebra das cadeias poliméricas via calor e/ou reagentes químicos.

Os tipos de reciclagem química podem se dividir em:

Termólise

Na termólise (ou reciclagem termoquímica) a estrutura química do polímero é destruída basicamente por meio de calor. Reagentes, geralmente oxigênio e hidrogênio, eventualmente são adicionados em quantidades pequenas.

São quatro os processos básicos de termólise:

- *Pirólise*: feito normalmente em fornos a vácuo ou em atmosfera inerte, com temperaturas entre 400 °C e 800 °C. O calor degrada o polímero, transformando-o em um produto predominantemente líquido, que compete com a nafta pela possibilidade de grandes quantidades relativas de etileno, propileno e butileno obtidas. Em um processo otimizado, uma pequena fração é sólida e outra gasosa.

A fração de gases combustíveis pode ser ajustada para alimentar energeticamente o processo, já a fração sólida é reaproveitada no processo.

O PET costuma ser rejeitado nesse tipo de processo, pois sua hidrólise nas temperaturas dos fornos gera rapidamente o ácido tereftálico (TPA), um pó que tende a aumentar a quantidade de sólidos gerados e/ou a sublimar, se misturando aos gases que são aproveitados. O TPA sublimado pode resfriar, solidificar e entupir leitos de óxido de cálcio, normalmente utilizados para capturar o cloro advindo da despolimerização do PVC.

- Extrusão degradativa: os plásticos passam por uma extrusão a temperaturas relativamente elevadas e com degasagem para eliminar e/ou recuperar produtos gasosos da degradação. A recuperação dos produtos na forma de líquidos viscosos é feita na saída do equipamento. Esse processo visa a redução da massa molecular dos plásticos através da degradação térmica, mecânica e química. Os produtos resultantes desta degradação são: óleos, ceras e gases.
- Gaseificação: feita normalmente com o líquido da pirólise, com temperatura da ordem de 900 °C e com a adição controlada de oxigênio. O objetivo é transformar o líquido, composto basicamente de hidrocarbonetos de tamanhos diversos, em um gás sintético à base de monóxido de carbono e hidrogênio, utilizados em processos químicos e com valor agregado maior que o produto da pirólise.
- Hidrogenação: também utiliza o resíduo plástico liquefeito para realizar um craqueamento com hidrogênio, visando obter um produto igualmente líquido, tal como a gasolina e o óleo diesel, de valor agregado muito maior dentre todos os produtos possíveis da termólise.

Durante a termólise de plásticos ocorre uma série de reações e diversos produtos podem ser obtidos em função dos plásticos que alimentam o sistema. O ajuste das condições de reação (tempo, temperatura, reagentes, reator, etc.) pode direcionar a produção, mas normalmente há a necessidade de processos de separação preferencialmente acoplados ao reator, que aumentam os custos do processo total.

Solvólise

Na solvólise, a base da despolimerização é a utilização de solventes. Calor é normalmente empregado, aquecendo um pouco acima da temperatura de fusão do polímero que se deseja despolimerizar, em níveis bem inferiores à termólise.

A solvólise é viável em polímeros advindos da polimerização em etapas ou de condensação, pois estes são sensíveis à clivagem da cadeia principal. Normalmente utilizam-se os subprodutos dos processos de polimerização para fazer a reação no sentido inverso, tendendo para a formação dos monômeros. Dessa maneira, há a necessidade de uma separação criteriosa dos resíduos plásticos, pois a presença de outro polímero no meio reacional provocará a queda na conversão do polímero no(s) monômero(s) de interesse. Além dos monômeros, a partir da reciclagem química é possível obter intermediários químicos que podem ser utilizados em outros processos.

Os monômeros advindos da reciclagem química podem ser submetidos a processos de purificação e podem ser tornar semelhantes aos produzidos pelas petroquímicas, favorecendo sua utilização em novos processos de polimerização para obtenção de polímeros semelhantes aos que seriam obtidos pela matéria-prima convencional. Assim, abre-se um enorme mercado para a reciclagem de plásticos na medida em que o produto final pode vir a ser utilizado como um polímero para contato direto com alimentos.

Com a reciclagem mecânica convencional, a obtenção de polímeros para aplicação irrestrita passa por um rigoroso controle de matéria-prima e/ou por técnicas bem mais avançadas de lavagem, para obter o floco “superlimpo”. Outra opção é utilizar técnicas de processamento multicamadas, ou seja, uma camada de plástico reciclado entre camadas de plástico virgem (barreira funcional, determinado por lei). Um exemplo é a produção de garrafas PET que entram em contato com água e refrigerantes, etc.

Tanto a solvólise e a posterior purificação, quanto o controle da matéria-prima, a superlavagem e a injeção multicamadas acabam tendo um custo superior ao da reciclagem convencional, o que limita sua aplicação. A reciclagem termoquímica normalmente possui custos de implantação e operação mais elevados do que a solvólise, além de requisitar desenvolvimento tecnológico específico.

Aplicações da reciclagem química

Além do PET, outros plásticos podem ser reciclados quimicamente como o *nylon* e o PBT (Poli(tereftalato de butila)). O *nylon* é normalmente hidrolisado, visando recuperar os monômeros a partir de resíduos industriais e de automóveis, como carpetes. Do *nylon* 6 hidrolisado no estado sólido ou no fundido obtém-se a caprolactama, que após destilação e remoção de impurezas na fase vapor, pode ser repolimerizada e servir à produção de carpetes sem diminuição da qualidade do produto final.

O desenvolvimento da reciclagem química do *nylon* 66 visa recuperar principalmente o ácido adípico. O PBT também admite várias formas de solvólise, com destaque para a metanólise, a partir da qual obtém-se o DMT (tereftalato de dimetila) e o butilenoglicol, reutilizáveis na produção do PBT virgem.

A reciclagem química também permite reciclar blendas poliméricas, em particular as de polímeros de policondensação. Como exemplo, é conhecida a metanólise da blenda PET/PEN (Poli(etileno tereftalato)/Poli(etileno naftalato), que permite recuperar o glicol e os ésteres dimetílicos dos correspondentes diácidos.

Dos quatro plásticos comentados como passíveis de serem reciclados quimicamente, o mais encontrado nos resíduos sólidos urbanos é o PET.

A fabricação de monômeros via resíduos representa benefícios não só para o meio ambiente (pela diminuição de resíduos e economia de petróleo, um recurso natural não renovável), como também para as empresas que, com tecnologia adicional, podem ficar menos sujeitas às oscilações de preço.

APÊNDICE E

Curso: Técnico em Plásticos

Professora: Cláudia Moreira da Fontoura

Nome:	Turma: PLA	Data: 27/04/2016
--------------	-------------------	-------------------------

AVALIAÇÃO 1

1. A reciclagem mecânica pode ser realizada através do reprocessamento por extrusão, injeção, termoformagem, moldagem por compressão, etc. Para este fim, são necessários procedimentos que incluem algumas etapas. Quais as principais etapas incluídas neste processo de reciclagem? Explique uma delas. (1 ponto)
2. A reciclagem de materiais poliméricos tem como objetivo a obtenção de um produto final com propriedades de um produto novo. Explique esta afirmação. (1 ponto)
3. Na reciclagem mecânica existe a reciclagem primária e a reciclagem secundária. Qual a diferença entre elas? Cite exemplos. (1 ponto)
4. Quais são as propriedades dos materiais poliméricos de maior interesse para o processo de seleção e/ou separação dos resíduos poliméricos? (1 ponto)
5. Qual o princípio básico da reciclagem química? Explique os processos de reciclagem química que são utilizados para reciclar o PET, o PEAD, o PP e o Nylon[®]. (1 ponto)
6. De que maneira o processo de reciclagem energética dos materiais poliméricos ocorre? Porque o potencial energético dos materiais poliméricos é importante neste processo de reciclagem? (1 ponto)
7. Dentre os três processos de reciclagem estudados, qual deles você escolheria para desenvolver uma fábrica recicladora? Explique os critérios que utilizou para escolher esse processo. (1,5 pontos)
8. Levando em consideração exclusivamente os aspectos sociais e ambientais, você escolheria o mesmo processo de reciclagem da questão anterior? Quais critérios sociais e ambientais utilizou para modificar ou reforçar sua escolha? (1,5 pontos)

APÊNDICE F

Ciclo de Vida do Saco Plástico



Ciclo de Vida e seus impactos

1. **Extração e refino de petróleo** - gasto de recurso natural não renovável, contaminação de solo e água por vazamentos, geração de resíduos contaminados e emissão de gases causadores do Efeito Estufa.
2. **Centrais petroquímicas/indústrias transformadoras de plástico** - geração de efluentes líquidos e gasosos e geração de resíduos sólidos, gasto de combustíveis fósseis e emissão de gases causadores do Efeito Estufa.
3. **Embalagem e transporte** - gasto indireto (fabricação de veículos) e direto de recursos naturais (queima de combustíveis fósseis - gasolina, óleo diesel, graxas etc), emissão de gases causadores de Efeito Estufa e geração de resíduos sólidos.
4. **Consumo** - geração de resíduos em grande volume com longo tempo de decomposição que, se mal destinados, contaminam águas e solos. São resíduos recicláveis e devem ser devidamente encaminhados para tal processo.

<http://www.amda.org.br>

Associação Mineira de Defesa do Ambiente