

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

MARLENE RIOS MELO

**Elaboração e análise de uma metodologia de ensino voltada para
as questões sócio-ambientais na formação de professores de
química**

São Paulo – 2010

MARLENE RIOS MELO

Elaboração e análise de uma metodologia de ensino voltada para as questões sócio-ambientais na formação de professores de química

Tese apresentada à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Educação.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.
Orientador: Prof. Dr. Alberto Villani.

São Paulo, 2010

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

371.12 Melo, Marlene Rios
M528e Elaboração e análise de uma metodologia de ensino voltada para as questões socioambientais na formação de professores de química / Marlene Rios Melo; Orientação Alberto Villani. São Paulo : s.n., 2010. 191 p. : il., tabs. graf. fotos

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração : Ensino de Ciências e Matemática) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

1. Formação de professores 2. Química – Aspectos ambientais – Aspectos sociais 3. Química ambiental 4. Prática de ensino – Pesquisa 5. Curso de licenciatura I. Villani, Alberto, orient.

Marlene Rios Melo

Elaboração e análise de uma metodologia de ensino voltada para as questões sócio-ambientais na formação de professores de química

Tese apresentada à Faculdade de Educação da
Universidade de São Paulo para a obtenção do título de
Doutor em Educação.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Aos meus pais, a quem devo a vida e a determinação pela busca do conhecimento.

“Se hoje ainda me faltam forças, devo adquiri-las mediante um trabalho permanente do meu caráter, mediante uma luta interior, que fortalecerá minha vontade, dando-me energia para o embate de vida ou morte que desejo iniciar, em nome do idealismo. A prosa da vida envolve muita maldade, vilania e estupidez. Quero lutar contra essa vida. Quero encontrar um elemento mais ideal, mais nobre, do que aquilo que se chama vida cotidiana, vida prática. Para começar, conciliarei em mim esses dois elementos contrários. Ao menos, deixarei assim um testemunho de que é possível viver como eu tenho vivido.”

Henryk Sienkiewicz

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Alberto Villani, pela dedicação, carinho, sabedoria e fundamentalmente paciência.

Aos meus pais, postumamente, que me ensinaram a importância do conhecimento e da luta pelos meus ideais.

Ao meu marido Luiz e minha filha Samanta pela ajuda e acompanhamento dos meus esforços.

Aos meus colegas do grupo de pesquisa, sem eles o caminho teria sido bem mais árduo.

A Prof^a. Dra. Pérola Vasconcellos por me mostrar caminhos para o respeito pelo Meio Ambiente Humano através de um trabalho sério e dedicado.

A minha amiga Suely Boccanera por sua amizade e ensinamentos sobre solidariedade e compaixão.

A todos os meus alunos por partilharem comigo minhas angústias e alegrias características da profissão de professor.

A minha amiga de muitos anos Maria José, companheira na luta por uma vida melhor para nossa comunidade.

A minha amiga recente, Marlene Souza, por partilhar minhas aflições em relação aos problemas de saúde de nossa comunidade.

Ao jovem Anderson Bertolaci Medina por seu interesse pelo meu trabalho, percebido através de nossas deliciosas conversas.

A minha família canina por seu amor incondicional e companhia silenciosa.

RESUMO

MELO, M. R. **Elaboração e análise de uma metodologia de ensino voltada para as questões sócio-ambientais na formação de professores de química.** 2010. 191 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

A importância das questões sócio-ambientais vem crescendo rapidamente, sobretudo na elaboração de currículos de ciências, com conseqüências para a formação de professores. No entanto, atuar nessa perspectiva vai além da disponibilidade de materiais didáticos comprometidos com essa proposta, faz-se necessário formar professores capazes de utilizá-los, dotados de visão multidisciplinar do corpo teórico específico de sua área de atuação e com condições de adotarem um modelo de ensino diferente do vivenciado por eles durante toda a sua vida escolar. As metas de uma formação comprometida com as questões sócio-ambientais envolvem não somente a apropriação do conhecimento científico tanto teórico quanto experimental, mas também o reconhecimento dos impactos ambientais envolvidos no ciclo de vida de produtos de consumo duráveis e não duráveis, e até mesmo o planejamento do ensino experimental contemplando formas de minimização dos impactos ambientais.

Nossa pesquisa procurou tornar viável a avaliação da formação de professores de Química na perspectiva de um comprometimento com as questões sócio-ambientais. Para tanto acompanhamos a elaboração e aplicação de uma metodologia de ensino apoiada nos princípios da Química Verde e voltada para tais questões pela docente, e também pesquisadora da própria prática, de disciplinas da licenciatura em Química em uma Instituição de Ensino Superior particular no interior de São Paulo no período de 2005-2008. Tal acompanhamento nos permitiu estabelecer indicadores de comprometimento sócio-ambiental durante a evolução da elaboração dessa metodologia. Esses indicadores foram analisados sobre a perspectiva do amadurecimento do aparelho psíquico proposto por Melanie Klein e generalizados para propiciar a análise dos projetos de ensino, elaborados pelos licenciandos da turma de 2008, com ênfase para as questões sócio-ambientais na perspectiva CTS. Essa análise nos permitiu concluir sobre o nível de comprometimento dos licenciandos com essas questões.

Analisamos também os efeitos da pesquisa sobre a própria prática, resultando em uma reflexão que permitiu tanto uma mudança do discurso da docente, como também uma evolução na relação professor/aluno, através da superação parcial tanto das limitações institucionais como pessoais. Essa evolução foi percebida através de análise de projetos de ensino, das participações dos alunos, dos artigos elaborados pela docente, da orientação de projetos de iniciação científica, desde 2005 até 2008.

Palavras-chave: 1. Formação de professores de química. 2. Pesquisa sobre a própria prática. 3. Química verde. 4. Indicadores de comprometimento sócio-ambiental.

ABSTRACT

MELO, M.R. **Preparation and analysis of a teaching methodology focused on the socio-environmental issues in chemistry teachers training.** 2010. 191 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

The importance of socio-environmental issues is growing rapidly, especially in developing science curricula, with consequences for the teacher training. However, work in this perspective goes beyond the availability of materials involved in this proposal, it is necessary to train teachers to use them and having multidisciplinary view of the theoretical specific to your area of expertise and that could adopt a model education other than experienced by them throughout their school life. The goals of training committed to the socio-environmental issues not only involve the appropriation of scientific knowledge, both theoretical and experimental, but also a recognition of the environmental impacts involved in the life cycle of consumer durable and nondurable goods, and even planning of experimental teaching contemplating ways to minimize environmental impacts.

Our research sought to make viable the evaluation of chemistry teachers training at the prospect of a commitment to the socio-environmental issues. To this end we follow the development and implementation of a teaching methodology supported the principles of green chemistry and attention to those issues by the teacher, researcher and also of the practice of disciplines in Teachers College in an Institution of higher education particularly in São Paulo in the period 2005-2008. Such monitoring has allowed us to establish indicators of socio-environmental commitment during the course of developing this methodology. These indicators were analyzed from the perspective of maturation of the psychic apparatus proposed by Melanie Klein and generalized to provide an analysis of the teaching projects, prepared by students teachers of class of 2008, with emphasis on socio-environmental perspective STS. This analysis allowed us to conclude about the level of commitment to these issues by the teacher training student.

We also analyzed the effects of own practice research, resulting in a reflection that enabled both a change in the discourse of teaching as well as developments in the teacher / student, in part by overcoming the limitations both institutional and personal. This process has been perceived through analysis of education projects, the participation of the students, the articles written by the teacher, the guidance of basic scientific research projects, from 2005 to 2008.

Keywords: 1. Chemistry teachers training. 2. Own practice research. 3. Green chemistry. 4. Indicators of social and environmental commitment.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 A BUSCA DE UMA ABORDAGEM PARA OS CONTEÚDOS DE QUÍMICA.....	1
CAPÍTULO 2 – OS ANTECEDENTES	9
2.1 A ATUAÇÃO PROFISSIONAL EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO PARTICULARES E AS CRENÇAS E MARCAS DESENVOLVIDAS SOBRE A FUNÇÃO DOCENTE.	9
2.2. A NECESSIDADE DE UMA ABORDAGEM SÓCIO-AMBIENTAL PARA OS CONTEÚDOS DE QUÍMICA	15
2.3. A NECESSIDADE DE FORMAR PROFESSORES QUE ADOTEM A ABORDAGEM AMBIENTAL E VERDE QUANDO DA APRESENTAÇÃO DOS CONTEÚDOS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO	20
CAPÍTULO 3 - OBJETOS, OBJETIVOS E HIPÓTESES DE PESQUISA	26
3.1 OBJETOS DE PESQUISA.....	26
3.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	27
3.3. HIPÓTESES DA PESQUISA	28
CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA DE PESQUISA	30
4.1. INTRODUÇÃO.....	30
4.2. POPULAÇÃO PESQUISADA E AMBIENTE INSTITUCIONAL	30
4.3. INSTRUMENTOS DE PESQUISA PARA OBTENÇÃO DE DADOS	32
4.3.1 <i>Dados da minha ação docente</i>	32
4.3.2. <i>Dados das turmas de licenciatura e do Programa de Formação Continuada Teia do Saber</i>	32
CAPÍTULO 5. ETAPAS DA CRIAÇÃO DA METODOLOGIA DE ENSINO COMPROMETIDA COM AS QUESTÕES SÓCIO-AMBIENTAIS	35
5.1. ANO DA ILUSÃO DOCENTE: 2005	35
5.1.1. <i>As Disciplinas “Prática de Ensino de Química I” e “Seminários Avançados” sob a perspectiva da Química Verde.</i>	37
5.1.2 <i>O papel da iniciação científica no desenvolvimento da metodologia de ensino.</i>	39
5.1.3 <i>As propostas de Ensino Aplicadas pelos Licenciandos</i>	40
5.1.4. <i>Dificuldades dos licenciandos da turma de 2005 em elaborar propostas de ensino com abordagem ambiental e/ou verde</i>	42
5.1.5. <i>Algumas tentativas de interpretação feitas ao final de 2005 e apresentadas em trabalho no ENPEC – Bauru (Villani & Melo, 2005)</i>	44

5.1.6. <i>Análise complementar e atual das dificuldades encontradas no curso de formação de professores no ano de 2005 e do meu envolvimento sócio-ambiental.</i>	47
5.2. ANO DO APERFEIÇOAMENTO DOCENTE: 2006	50
5.2.1. <i>Introdução</i>	50
5.2.2 <i>As inovações nos projetos de iniciação científica</i>	51
5.2.3. <i>Alterações no conteúdo programático das disciplinas Prática de Ensino I e II, Seminários Avançados e Projetos de Ensino de Química e os resultados em sala de aula com os licenciandos de 2006.</i>	54
5.2.4. <i>Análises dos projetos de ensino de química e do questionário do ano de 2006.</i>	56
5.3. ANO DA ARREGIMENTAÇÃO AMBIENTAL: 2007.....	68
5.3.1. <i>Introdução</i>	68
5.3.2 <i>A luta contra a degradação ambiental do meu bairro</i>	68
5.3.3. <i>Elaboração de cursos de Química Verde para graduandos e para professores da rede pública.</i>	71
5.3.4. <i>Aplicação de experimentos verdes envolvendo ferrato, desenvolvidos na IC</i>	75
5.3.5. <i>Questionário e os projetos de ensino</i>	76
5.4. ANO DA FLEXIBILIZAÇÃO E DA ESCUTA: 2008.....	80
5.4.1. <i>Introdução</i>	80
5.4.2. <i>Aplicação de uma metodologia de ensino para a disciplina “Prática de Ensino de Química II”, na formação inicial de professores.</i>	81
5.4.3. <i>Estratégias de Ensino para a disciplina “Projetos de Ensino de Química”.</i>	84
5.4.4. <i>Análise das discussões sobre os pré-projetos.</i>	85
CAPÍTULO 6 – ANÁLISE DOS DADOS DO MEU PERCURSO NA BUSCA DE UMA METODOLOGIA DE ENSINO COMPROMETIDA COM AS QUESTÕES SÓCIO-AMBIENTAIS	89
6.1. INTRODUÇÃO	89
6.2. ETAPAS PERCORRIDAS NO ESTABELECIMENTO DE UMA METODOLOGIA DE ENSINO COM ÊNFASE CTSA.	89
6.3. AS ETAPAS NA EVOLUÇÃO DA SOCIOLOGIA AMBIENTAL E UM PARALELO COM A EVOLUÇÃO DA METODOLOGIA DE ENSINO COMPROMETIDA COM AS QUESTÕES SÓCIO-AMBIENTAIS.	93
6.4. ANÁLISE DO MEU PERCURSO E DA EVOLUÇÃO DA SOCIOLOGIA AMBIENTAL NA PERSPECTIVA DE AMADURECIMENTO DO APARELHO PSÍQUICO DE MELANIE KLEIN.	98

CAPÍTULO 07 – ANÁLISE DOS DADOS ORIUNDOS TANTO DA FALA COMO DA ESCRITA DOS PROJETOS DE ENSINO DE 2008.....	101
7.1. INTRODUÇÃO.....	101
7.2. ANÁLISE DOS PROJETOS DE ENSINO DE QUÍMICA.....	102
7.2.1. <i>A idealização da Química Verde – Modernização Ecológica - Marcos.</i>	102
7.2.2. <i>Idealização das questões ambientais – movimento ecológico – Janete</i>	108
7.2.3. <i>A idealização da Química – Modernização ecológica - Milene</i>	117
7.2.4. <i>Não idealização das tecnologias ‘verdes’ - Sociedade de Risco - Thalita</i>	123
CAPÍTULO 8 – CONCLUSÕES FINAIS	132
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	144
ANEXOS	149
ANEXO 1 - II EPPEQ - 2005.....	150
ANEXO 2 - ÉTICA TECNOLÓGICA: QUÍMICA VERDE, UMA POSSIBILIDADE	154
ANEXO 3 - AS RELAÇÕES ENTRE ÉTICA PARA UMA CIVILIZAÇÃO TECNOLÓGICA E QUÍMICA VERDE NO ENSINO MÉDIO	159
ANEXO 4 – EXPERIMENTAÇÃO VERDE – UTILIZAÇÃO DO ÍON FERRATO EM SUBSTITUIÇÃO AO ÍON DICROMATO NA ELABORAÇÃO DE UM BAFÔMETRO CASEIRO (2007)	163
ANEXO 5 – EXPERIMENTAÇÃO VERDE – TRATAMENTO DE ÁGUA UTILIZANDO O ÍON FERRATO COMO AGENTE COAGULANTE E DESINFECTANTE.....	168
ANEXO 6 - QUESTÕES – 2º semestre 2006	173
ANEXO 7 - QUESTÕES – 2º semestre - 2007	174
ANEXO 8 - ESTRUTURA DA DISCIPLINA “PRÁTICA DE ENSINO DE QUÍMICA II” - 2008	175
ANEXO 9 - TEMAS E CONTEÚDOS DOS PROJETOS DE ENSINO – 2008	179

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 A BUSCA DE UMA ABORDAGEM PARA OS CONTEÚDOS DE QUÍMICA

Desde 1989 trabalhava em um curso pré-vestibular ministrando aulas de química, para alunos interessados em assimilar os conteúdos de química do ensino médio no tempo recorde de um ano, com o objetivo de auxiliá-los na aprovação em vestibulares conceituados. Essa instituição de ensino passava por dificuldades para se sustentar economicamente, devido à diminuição da procura por parte dos alunos, muitos dos quais tinham resolvido optar pelo ingresso nas novas faculdades particulares que exigiam um preparo bem limitado. As dificuldades da instituição tornavam precária a estabilidade do emprego dos seus docentes, mesmo que eles tivessem ‘sucesso’ com os alunos, como no meu caso.

Por outro lado, começava a me sentir cansada de ministrar aulas tão repetitivas, com uma estrutura de ensino calcificada por estratégias para reter a atenção dos alunos e estimular a memorização de conceitos e fórmulas. Nesse período, começava a ouvir falar dos PCNs e de uma ênfase curricular de química completamente diferente da que havia vivenciado até então, e que me parecia atraente, porém inacessível a minha realidade profissional.

Em função dessas dificuldades e necessidades fui à busca da solução que transporte da educação familiar e decidi investir novamente nos estudos. Durante o ano de 1998 revisei os conteúdos teóricos de química ministrados na graduação e cobrados no exame de ingresso do mestrado da Universidade Estadual de Campinas, pois lá havia linha de pesquisa em ensino de química conforme uma colega de trabalho me informou.

Consegui o meu intento no ano seguinte, sendo aceita sob a orientação do Dr. Pedro Faria dos Santos Filho, do Instituto de Química, que estava interessado em trabalhar com ensino. Ingressei no mestrado esperando encontrar nas disciplinas a serem cursadas formas de contextualizar os conceitos químicos, visto ser essa uma das exigências apresentadas nos Parâmetros Curriculares e que passaram a impregnar também os vestibulares. De fato, minha visão de pesquisa científica estava impregnada de pragmatismo, assim pensava elaborar minha dissertação baseada nas ‘descobertas’ de caminhos facilitadores para a aprendizagem dos alunos.

Descobri que um dos primeiros problemas, quando um professor atuante no mercado de trabalho ingressa em um programa de pesquisa como o mestrado, é ter que superar esse

pragmatismo para compreender melhor o que é pesquisar e se envolver adequadamente com o trabalho de pesquisador.

Meu orientador estava muito envolvido em transformar a linha de pesquisa em ensino de química em área de pesquisa dentro do Instituto da Unicamp, e esperava que o meu trabalho de mestrado, sem bem realizado, permitisse derrubar as resistências existentes na Instituição para essa área de pesquisa.

Iniciei meus estudos freqüentando disciplinas como História da Química e Química Inorgânica, esta última com abordagem para as concepções alternativas sobre ligações químicas e modelos atômicos no Ensino Médio. Fiquei surpresa com a concepção de modelo, até mesmo de ligação covalente dos alunos, a qual compartilhava dando-me conta das minhas próprias concepções alternativas; ou seja, descobri que eu apresentava algumas das deficiências conceituais apresentadas pelos alunos pesquisados. Os artigos que muito me marcaram foram “Do atoms exist?” (Taber, 1996), sobre a concepção de modelo, assim como o trabalho de Maskill e Jesus (1996), falando sobre as concepções alternativas dos alunos em relação à estrutura atômica.

Percebi que minha abordagem conceitual estava bastante desatualizada e decidi trabalhar com esse tema na minha dissertação de mestrado. O universo das concepções alternativas muito me encantou e colaborou na melhoria da minha atuação como docente, já que passei a reconhecer as causas de algumas dificuldades de aprendizagem conceituais apresentadas pelos meus alunos. Estas, anteriormente, me pareciam incompreensíveis e eu as interpretava relegando o insucesso da aprendizagem à incapacidade do aluno. Dessa forma, passei a me sentir preparada a questionar essas concepções e buscar a modificação para as concepções científicas desejadas, através de abordagens conceituais que levassem em conta essas concepções alternativas.

Resolvi então levantar estas concepções na abordagem dos conceitos envolvidos nos temas Estrutura Atômica e Ligações Químicas, usadas tanto nos livros didáticos mais aceitos pelos professores do Ensino Médio, como pelos alunos. A partir desse levantamento elaboramos uma proposta de ensino sobre os conceitos químicos correspondentes aos temas em questão, acreditando que tal abordagem minimizaria tais concepções.

Na etapa final, levantamos as estratégias de ensino adotadas pelos professores da Rede Pública e Particular na discussão dos temas, entregando em seguida nosso trabalho para que estes avaliassem a aplicabilidade de nossa proposta em sala de aula. As avaliações foram contempladas nas conclusões finais.

O mestrado não só trouxe informações novas sobre os conteúdos de química e as estratégias de ensino-aprendizagem, como também me ajudou na aprendizagem da informática necessária para manipular aplicativos essenciais nas apresentações de seminários. O acesso facilitado a revistas científicas internacionais me fez retomar a leitura em inglês, abandonada desde a graduação, e essa retomada foi essencial para a continuidade dos estudos.

Finalmente, a apresentação do meu trabalho, fruto da pesquisa de mestrado, “Estrutura Atômica e Ligações Químicas – Uma Abordagem para o Ensino Médio” na 25ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, em Poços de Caldas, em 2002, constituiu outro evento marcante. Nunca havia vivenciado tal experiência, e ela me permitiu o contato com a linguagem e os formatos adequados na elaboração de um trabalho científico para congresso, assim como os trâmites característicos dessa participação, algo muito distante das práticas e abordagens adotadas nas instituições de ensino nas quais trabalhava.

Resumir meu mestrado em um painel foi um exercício muito interessante, porém difícil de ser feito. Escrever foi, e ainda é, uma das principais barreiras que enfrento como pesquisadora, talvez porque a atuação em escolas está mais concentrada na fala, no discurso e muito pouco na elaboração de textos, já que nossos alunos normalmente têm seu próprio material escrito. Acredito que as dificuldades e as surpresas que encontrei ao entrar no mundo da pesquisa muito me ajudarão para orientar o caminho de outros professores que queiram investir nessa direção.

Em 2002 recebi o título de mestre, mas não estava totalmente satisfeita com os resultados conquistados. Parecia-me que deveria aprofundar mais meu conhecimento sobre o campo do ensino de Química. Assim, resolvi continuar na carreira acadêmica e em agosto desse ano ingressei no doutorado, na mesma instituição e com o mesmo orientador. Logo no início fui à busca de um tema envolvendo ensino de química e ética, visto que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) recomendavam o tratamento da ética como tema transversal. Questionava-me como isso seria possível.

Os trabalhos envolvendo química verde, também chamada de química ética ou sustentável, assim como o ensaio do biólogo Hans Jonas sobre uma ética para uma civilização tecnológica, solidificaram minha escolha do tema de pesquisa. Passei então a me dedicar à compreensão e aplicabilidade dos princípios básicos da Química Verde acessando um trabalho de Michael Cann, onde eram apresentadas formas de abordar a química verde nos conteúdos da química inorgânica, orgânica, geral e ambiental.

Entretanto, no final de 2002 meu orientador argumentou que em função da dificuldade do Instituto em aceitar a linha de pesquisa em ensino de química, precisávamos mudar o tema do

trabalho. Experimentei um conflito doloroso, e não consegui mais abandonar esse tema de pesquisa. Em 2003 retornei à Universidade de São Paulo buscando um orientador interessado nas minhas idéias sobre ética, química verde e ensino.

Nunca abandonei esse tema, apesar das dificuldades encontradas tanto na pesquisa quanto nas tentativas de torná-lo meu leme na prática docente. Ao procurar entender as raízes desse interesse profundo e dessa escolha encontrei minha formação familiar, especificamente os ensinamentos de meu pai que valorizava três pontos na educação de seus filhos, os estudos, o trabalho e a ética resumida pela frase: “*não faça aos outros aquilo que não quer que façam a você*”. Meu pai era um homem incapaz de lesar um ser humano.

Já a minha mãe costumava me descrever como: ‘defensora dos fracos e oprimidos’, tanto pela minha atuação em relação ao tratamento dado aos animais, mesmo dentro de casa, quanto na escola ao me indignar com os castigos aplicados aos colegas, que me pareciam tratamento desumano.

Pautei também minhas escolhas profissionais por ambientes de trabalho onde houvesse respeito dos valores humanos: abandonei o cargo de Química numa Indústria de grande porte em 1986, por não concordar com o tratamento dispensado ao que nela trabalhavam. Em minha interpretação a escolha pelo tema ética vinha ao encontro tanto das necessidades profissionais quanto pessoais.

No segundo semestre de 2003 fui contratada por uma Instituição de Ensino Superior no interior de São Paulo e a partir de 2004 comecei a ministrar palestras nessa Instituição sobre química verde, abordando os seguintes tópicos: a) os princípios da química verde; b) exemplos reais da utilização das ferramentas da Química Verde nas rotas sintéticas e c) estudos envolvendo essa prática. Entretanto, podia perceber a falta de envolvimento dos alunos com o assunto, pois eles me pareciam céticos quanto à possibilidade da aplicação da química verde nos métodos de produção de substâncias químicas.

Ainda em 2004 comecei a praticar com meus alunos de licenciatura a discussão sobre química verde em uma disciplina chamada “*Seminários Avançados*”. Nesta disciplina temas de ensino de química eram discutidos, desde abordagens conceituais até propostas de ensino de conceitos adotando diferentes estratégias de ensino. Essa disciplina era por mim ministrada juntamente com outra intitulada “*Prática de Ensino de Química I*”, onde as concepções alternativas de conceitos eram discutidas através de artigos.

Normalmente iniciava a disciplina “*Seminários Avançados*” com uma apresentação sobre a química verde e a visão de Hans Jonas sobre ética para uma civilização tecnológica. Fazia isso, pois acreditava que tais concepções serviriam de base para os licenciandos prepararem

suas aulas experimentais e práticas para ensino médio, durante as avaliações para a disciplina “*Prática de Ensino de Química I*”. Acreditava também que as apresentações fossem suficientes para movimentá-los na busca por abordagens para os conteúdos de química envolvendo a Química Verde e a ética de Jonas, pois esse tinha sido o meu percurso, ou seja, após a leitura de artigos sobre química verde e o livro de Jonas adotei esse tema para impulsionar minhas pesquisas e trabalhos didáticos.

Parecia-me que a participação interessada e ativa dos alunos, que agora crescia durante as aulas, sinalizasse um comprometimento com a abordagem adotada por mim. Resolvi investir mais no tema, elaborando um planejamento mais global que tinha como eixo fundamental a Química Verde e a ética para uma civilização tecnológica, na expectativa de motivar os licenciandos a tornarem-se professores comprometidos, ao menos em parte, com essa mesma escolha.

Em 2005 apliquei este planejamento nas disciplinas Prática de Ensino I e Seminários Avançados. Os resultados pareciam altamente satisfatórios, pois durante as disciplinas os alunos manifestaram participação e envolvimento na otimização de experimentos para transformá-los em mais “verdes”, assim como, na discussão da abordagem dos conceitos químicos envolvendo química verde. Entretanto, ao final do curso, quando estes tiveram que preparar uma proposta de ensino para a disciplina “*Projetos de Ensino de Química*”, a maioria esmagadora não elaborou intervenções com a abordagem discutida, preferindo apresentar e explorar experiências mais tradicionais. Este resultado deixou-me profundamente perturbada e levou-me a questionar a minha prática docente.

Comecei a perceber que a minha prática era sustentada pela crença de que a apresentação de um discurso eticamente correto, corroborada por uma participação interessada dos licenciandos e por um bom relacionamento didático, seria suficiente para movimentá-los a reformular sua visão de ciência e sua própria prática docente. O acesso ao livro intitulado “*A Formação de Educadores Ambientais*” de Mauro Guimarães (2005), me ajudou nessa primeira percepção sobre os problemas de minha prática didática.

Dentre outras passagens, chamou minha atenção a seguinte colocação: “*acreditamos que ao ensinar o que é certo é suficiente para o professor praticar o que é certo*”: minha primeira reação foi responsabilizar-me pelas dificuldades de meus alunos, e tentar olhar para a formação tanto minha quanto deles.

Acreditei que o desencontro poderia ser explicado pelo conhecimento limitado tanto dos alunos quanto meu sobre questões ambientais, pois durante minha graduação (1979-1982) não foram disponibilizadas disciplinas como Química Ambiental. O aprimoramento dos

experimentos e um maior detalhamento nas explicações poderiam ajudar os licenciandos a vencer suas dificuldades e barreiras na elaboração de planejamentos mais afinados com a química verde e com as questões sócio-ambientais. Não me dei conta de que continuei praticando a busca pela informação certa na espera da resposta da prática certa por parte dos licenciandos.

Em 2006 entrei no programa de doutorado da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo tendo como objetivo pesquisar minha prática docente na perspectiva de produzir e analisar uma metodologia capaz de promover a aprendizagem dos licenciandos e professores sobre química verde. Novamente concentrei-me, assim como no mestrado, em elaborar uma metodologia de ensino.

Desta vez, o trabalho consistia em possibilitar a adoção de uma perspectiva sócio-ambiental para os conteúdos de química tanto pelos licenciandos como pelos professores atuantes. Nesse trabalho apresento outra crença que incorporei e encontrei no ambiente profissional: os conteúdos de química não são apreendidos por não serem interessantes ou relacionados com a realidade do aluno. Dessa forma, a perspectiva sócio-ambiental supriria essa deficiência e conseqüentemente o aluno aprenderia química.

O meu foco sempre se concentrou no currículo escolar de química. Meu plano inicial envolvia, de um lado, orientar projetos de iniciação científica, adotando como linha de pesquisa a busca de experimentos verdes em substituição a experimentos tradicionais e menos benignos ambientalmente e, por outro lado, buscar aprimorar minha bagagem teórica através do acompanhamento de disciplinas de graduação e de pós-graduação sobre Química Ambiental e Química Verde. Acompanhei também alguns trabalhos de pesquisa desenvolvidos pelos docentes dessas disciplinas.

Essa busca pelo conhecimento, através das disciplinas cursadas, orientação de projetos de iniciação científica, elaboração de trabalhos e cursos para congressos, começou a dar forma a uma metodologia de trabalho que impregnou tanto as disciplinas da licenciatura quanto os cursos de formação continuada. A elaboração e aplicação dessa metodologia de ensino comprometida com as questões sócio-ambientais durante quatro anos (2005-2008) serão o objeto de análise dessa pesquisa focalizando principalmente:

- a) as dificuldades dos licenciandos para a adoção de uma abordagem sócio-ambiental para os conteúdos de química em substituição a uma tradicional;

- b) a evolução do caminho percorrido por mim na elaboração e aplicação de uma abordagem dos conteúdos de química levando em consideração as questões sócio-ambientais.

Em detalhe, pretendo esclarecer quais resistências os alunos mostraram e por quais motivos aceitavam somente em parte as sugestões e propostas de práticas docentes. Também me proponho a investigar quais dificuldades dos alunos não consegui perceber durante o processo, quais delas eu localizei, como tentei superá-las e por que fiz tais escolhas.

Acredito que os resultados da análise possam contribuir para esclarecer os problemas *subjetivos e objetivos* enfrentados pelos docentes que desejam inovar na formação de licenciandos, **principalmente no ensino particular**, propondo uma abordagem comprometida com questões sócio-ambientais.

No capítulo 2 pretendemos explicitar as condições iniciais de meu trabalho de docência e pesquisa, quando decidi investir na elaboração de um conjunto de atividades que resultassem numa mudança dos licenciandos em relação a suas crenças e decisões sobre o ensino da Química.

No capítulo 3 descreveremos os objetos, objetivos e hipóteses de pesquisa com os quais trabalhamos. Sendo que nossos objetivos irão se concentrar em dois pontos principais: a) busca por indícios de comprometimento sócio-ambiental durante a elaboração e aplicação de uma metodologia de ensino em um curso de formação de professores de química e b) avaliação dos efeitos da minha formação docente em instituições particulares de ensino médio, superior e pré-vestibular sobre a atuação dos licenciandos no desenvolvimento de seus trabalhos.

No capítulo 4 abordaremos nossa metodologia de pesquisa, nos concentrando em esclarecer tanto a população pesquisada como o ambiente institucional no qual a pesquisa foi feita, para que percebamos a influência também das limitações institucionais na atuação tanto minha quanto dos licenciandos.

No capítulo 5 nos concentraremos na discussão das etapas envolvidas na criação da metodologia de ensino comprometida com as questões sócio-ambientais, sendo elas caracterizadas ano a ano. O ano de 2005 ficou caracterizado como o **ano da ilusão docente**, pois esperava conseguir mudar os alunos somente através de minha fala; 2006 tornou-se o **ano do aperfeiçoamento docente**, já que neste ano minha competência científica foi aprimorada e consegui desenvolver experiências de laboratório fundamentais para a meta de ensino desejada; 2007 foi o **ano da arregimentação ambiental**, onde tentei tornar meus

alunos militantes da causa ambiental em qualquer lugar que eles atuassem; finalmente, 2008 foi o **ano da flexibilização e da escuta**, onde ao perceber a impossibilidade de controlar os eventos, comecei a olhar para os sinais de aprendizagem dos licenciandos dentro do contexto institucional.

No capítulo 6 faremos a análise dos dados do meu percurso na busca de uma metodologia de ensino comprometida com as questões sócio-ambientais, levando em consideração as etapas percorridas tanto no estabelecimento de uma metodologia de ensino com ênfase CTSA como na evolução da Sociologia Ambiental. Em seguida, traçaremos um paralelo entre a evolução da metodologia de ensino comprometida com as questões sócio-ambientais e a da sociologia ambiental. E finalmente, será feita a análise do meu percurso e da evolução da Sociologia Ambiental na perspectiva do amadurecimento do aparelho psíquico proposto por Melanie Klein. Apesar de essa interpretação referir-se a um caso bem específico, esperamos poder desvendar os mecanismos psicológicos de quem tenta produzir inovações escolares que envolvem mudanças radicais de postura e comprometimentos emocionais intensos.

No capítulo 7 faremos a análise de alguns dos projetos de ensino desenvolvidos pelos licenciandos no ano de 2008 e tentaremos estabelecer um paralelo entre os caminhos percorridos por mim no desenvolvimento da metodologia de ensino e o caminho percorrido pelos licenciandos.

A perspectiva que nos orientará será tanto a da sociologia ambiental quando de Melanie Klein, estabelecendo indicadores de comprometimento com as questões sócio-ambientais, agora por parte dos licenciandos.

CAPÍTULO 2 – OS ANTECEDENTES

Para explicitar as condições iniciais de meu trabalho de docência e pesquisa, delinearei inicialmente as condições de minha atuação profissional em Instituições de ensino particular, incluindo minhas crenças e as dos alunos sobre um ensino eficiente. Em seguida, apresentaremos minhas convicções teóricas iniciais sobre o conteúdo de Química e as orientações necessárias para os licenciandos programarem suas atividades didáticas. Estes antecedentes são importantes para entender as escolhas que fiz ao longo do projeto e também para salientar as mudanças que o projeto provocou na minha compreensão e atuação didática.

2.1 A ATUAÇÃO PROFISSIONAL EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO PARTICULARES E AS CRENÇAS E MARCAS DESENVOLVIDAS SOBRE A FUNÇÃO DOCENTE.

Antes de iniciar a apresentação do trabalho desenvolvido nesses quatro anos, acredito ser importante entender como ocorreu minha formação profissional em educação, e que crenças e marcas passei a incorporar como fruto dessa atuação em escolas de ensino médio, cursos pré-vestibulares e instituição particular de ensino superior.

Atuo como professora de química em cursos pré-vestibulares desde 1989 e em cursos de ensino médio nos chamados ‘terceirões’, uma réplica dos cursos pré-vestibulares, desde 1998. Os profissionais de educação valorizados nessas instituições são aqueles capazes de transmitir muitas informações, de forma envolvente, sucinta e com credibilidade, em um curto intervalo de tempo (todo o conteúdo do ensino médio revisto em um ano), visando à preparação dos alunos para o vestibular.

O professor de cursinho e dos ‘terceirões’, deve ministrar as chamadas ‘aulas show’ pois estas mantêm os alunos atentos às exposições dos infindáveis conteúdos. Caso os alunos não se interessem pela aula, ou mesmo se retirem da sala, o professor é chamado e alertado de que isso não pode ocorrer, pois é função do professor manter os alunos envolvidos, interessados, participativos em uma turma organizada e sob controle.

As brincadeiras envolvendo analogias para a assimilação conceitual são bem vindas, desde que o professor tenha total controle da disciplina desses alunos, estabelecendo o tempo

da brincadeira e o tempo de retomada dos conteúdos. Caso o professor não consiga manter essas condições, certamente será excluído do quadro docente.

Os docentes devem estudar os vestibulares das várias instituições superiores, especialmente as mais conceituadas, estabelecendo um perfil para cada um deles, sendo tal perfil determinado por questões características de cada um. Isso permite ao profissional localizar que determinada questão é típica do vestibular da FUVEST ou da UNESP, por exemplo.

Esses docentes também devem estabelecer um roteiro padrão de resolução dos exercícios, incluindo mais de uma possibilidade de solução. Tal roteiro deve ser claro, sintético, prático e aplicável, incluindo resumos dos principais conceitos cobrados. Esses resumos são freqüentemente revisados sempre que uma questão assim o exigir.

O erro durante a resolução de exercícios não é admitido nem pelo aluno, nem pela instituição. Quando um aluno procura o professor para a resolução de dúvidas de questões de vestibular, este tem que estar habilitado para responder adequadamente a todas as questões; se o aluno se mostrar insatisfeito com a atuação desse profissional, este é advertido pela coordenação da disciplina

Nessa estrutura institucional a cobrança é muito grande sobre os professores, porém os mesmos são muito bem remunerados já que a instituição reconhece as dificuldades de lidar com salas com um número grande de alunos (70-120) nesse padrão de trabalho. A cobrança também é grande sobre os alunos, já que estes devem sempre resolver centenas de exercícios visando a aplicação da teoria ministrada em sala de aula. Tal prática procura propiciar uma agilidade de resolução envolvendo curtos intervalos de tempo, pois normalmente esses alunos terão de 3 a 4 minutos para solucionar cada questão em provas de múltipla escolha.

As questões dissertativas devem ser trabalhadas ensinando o aluno a organizar suas idéias, de maneira que resultem em soluções claras e lógicas. O aluno é então estimulado a resolver também diversas dessas questões para treiná-lo a desenvolver a capacidade de organização de seus dados e procedimentos de resolução.

Os alunos são chamados para participar de simulados; os resultados desses permitem a elaboração de uma classificação, estimulando-os a buscar as melhores colocações através de uma maior participação nas aulas, na resolução de exercícios propostos e também nos plantões de dúvidas. Por outro lado, os resultados dos simulados são entregues aos professores, e a estatística diz respeito ao rendimento dos alunos nas questões referentes àquele professor, ou seja, se a maioria dos alunos apresentou baixo rendimento em questões

referentes aos conteúdos ministrados por ele, significa que o professor deve melhorar sua metodologia de ensino.

Durante a exposição dos conteúdos não há muito tempo para ouvir o aluno e suas dúvidas, pois existe um organograma de datas e lições que deve ser cumprido até o período da revisão final, que ocorre um mês antes dos principais vestibulares.

Dentro desse campo de ensino, o conhecimento das concepções alternativas dos alunos permite que o trabalho do professor seja facilitado, pois possibilita compreender, pelo menos em parte, a origem e a extensão de algumas dificuldades.

Normalmente quando as dúvidas são resolvidas com o professor da disciplina, e não com os plantonistas, elas são tiradas nos intervalos entre aulas, ou antes do início das mesmas. Nas proximidades das datas dos exames vestibulares deparamo-nos com alunos muito estressados, cheios de dúvidas e incertezas.

A colocação mais comum é: *“professora, quando você me explica entendo tudo, porém quando tento fazer os exercícios sozinho, não consigo”*. Acredito que nesse tipo de estrutura o aluno receba a informação de forma tão acessível, que isso o impede de pensar e questionar, e é somente quando ele tenta resolver seus problemas que se dá conta de suas dificuldades. Nesse momento percebemos quão poucos alunos têm chance de uma aprovação, e mais, quão ineficiente é essa metodologia para ensinar os alunos a pensar e elaborar conhecimentos novos.

Embora todo ano essas colocações dos alunos voltem a acontecer, isso não tem modificado as metodologias de trabalho dos professores dos cursos vestibulares por duas razões principais: a primeira é que a meta dos cursos é um treinamento na resolução de questões de um determinado tipo e não a aprendizagem ampla de conceitos; a segunda razão é que a relação estabelecida nos cursinho é do tipo ‘consumista’ e não permite o surgimento da frustração necessária para que o aluno decida investir na elaboração do conhecimento.

O sucesso do professor nestes cursos preparatórios para vestibular é medido pela capacidade de iludir constantemente os alunos de que a aprendizagem é simples e sem esforço. Tal sucesso é medido regularmente mediante os índices de satisfação dos alunos (‘Ibope’). Essa satisfação faz com que eles não abandonem o curso, mesmo aprendendo muito pouco, que a Instituição não perca as receitas correspondentes e que o professor receba um compenso maior por sua habilidade.

Com a evolução do vestibular exigindo dos alunos uma compreensão da aplicação dos conceitos químicos no cotidiano e na formação de um aluno cidadão, esse profissional precisou se adequar a essas novas exigências, sendo requisitado para elaborar palestras e

explorar as idéias e valores dos alunos sobre o mundo que o rodeia. Percebe-se então que mesmo havendo um vestibular com uma abordagem menos tradicional a função do professor continua a mesma, ou seja, transmissor de informações, o máximo possível delas e de forma mais clara, resumida e assimilável possível.

Nesse contexto é dado espaço para elaboração e apresentação de palestras sobre temas pertinentes às questões sócio-ambientais fora do horário de aula. No meu caso fui incumbida da elaboração de palestras sobre biocombustíveis e química ambiental a partir do ano de 2007.

Uma questão interessante a ser considerada, é por que me mantive durante tanto tempo em uma estrutura tão exigente, mesmo quando tomei consciência com os estudos do mestrado, da ineficiência da aprendizagem conceitual e na minha capacidade de manipular o aluno?

Primeiro, a sobrevivência. O salário era bom e mesmo ministrando poucas aulas conseguia um valor interessante e suficiente para permitir a continuidade dos estudos, tanto do mestrado quanto do doutorado. Segundo, o ambiente de trabalho. Era divertido e agradável, pois o professor de cursinho vivencia uma situação aparentemente feliz e irresponsável, com raciocínio rápido, com respostas inteligentes e bem humoradas, sempre acelerado pelo sistema. Terceiro, que acredito ser o mais importante, os alunos ‘adoravam’ minhas aulas. Eles apreciavam e faziam com que me sentisse útil, pois, quando eram aprovados em faculdades conceituadas atribuíam a mim parte do mérito dessa conquista. Ainda, meus alunos não consideravam minha atuação chata, não se sentiam entediados durante os 50 minutos de aula, participavam, mantinham-se acordados durante minhas colocações e isso constituía um ciclo que me motivava cada vez mais a ter uma aula envolvente.

Era bastante satisfatório ouvi-los dizer, às vezes: *“só vim para assistir a sua aula, que não posso perder”*. Cheguei a encontrar meus ex-alunos tanto na USP, quanto na Unicamp, e a admiração que sentiam por mim continuava, lembravam de fatos, das ‘musiquinhas de química’ que ainda acreditavam serem eficientes.

Então, mesmo sabendo que existia certa manipulação, essas conversas faziam-me crer que meu trabalho não era de todo perdido ou falacioso. O fato de ser procurada por colégios, com grande número de aprovações em universidades conceituadas, que adotavam o esquema de cursos pré-vestibular no terceiro ano do Ensino Médio, reforçava a idéia de que essa forma de apresentar os conteúdos científicos supria a necessidade do aluno, ou ainda, ele estava aprendendo, pelo menos um pouco de química.

Outro ponto que me mantinha nessa Instituição era a identificação que sentia com esses meus alunos. Hoje os frequentadores do cursinho de um modo geral são alunos de escolas públicas, como eu fora, já que a estrutura da maioria das escolas particulares concentra-se no preparo para o vestibular no terceiro ano do ensino médio. Estes chegam ao cursinho normalmente sem ter visto a maioria dos conteúdos contemplados pelo vestibular. Essa era exatamente a minha situação quando frequentei o curso pré-vestibular, sentia-me perdida e os professores foram certamente co-responsáveis pelo meu sucesso em ingressar na USP. Então, eu pensava: se tinha funcionado comigo, por que não poderia funcionar com meus alunos?

No ano de 2008 os alunos chegaram a solicitar à direção da instituição de ensino na qual trabalhava, que eu ministrasse uma palestra sobre química ambiental no período da tarde, por perceberem durante as aulas que tinha mais a falar sobre o assunto. Minha fala era limitada pelo tempo de aula e a programação a ser cumprida. Esse interesse pelo tema fez-me crer que compartilhavam das minhas angústias ambientalistas e que o meu discurso tinha sido responsável por tal compartilhamento.

A situação do docente na Instituição de Ensino superior no qual desenvolvi meu projeto não era muito diferente dos cursos vestibulares nos quais trabalhei. A grande maioria dos alunos ‘aprovados’ no processo seletivo da instituição trabalha durante o dia e estuda a noite; eles formaram-se em escolas públicas, em geral com desempenho bastante limitado. Procuravam a faculdade, pois as empresas nas quais trabalhavam assim exigiam e, portanto eles não estavam interessados em uma formação acadêmica, mas sim na certificação e, eventualmente, num conhecimento aplicável a sua realidade profissional. No processo seletivo ninguém era desclassificado, pois em havendo vagas, os alunos eram aceitos mesmo com um índice de acerto das questões do exame seletivo muito pequeno.

A função dos docentes nessa Instituição era de suprir as deficiências dos alunos oriundas do ensino médio e apresentar uma aula que atendesse às expectativas destes. Portanto o professor estava a serviço desse aluno, se este não aprendesse, a culpa era atribuída ao docente, que deveria achar uma solução. Isso ocorre, pois em Instituições de Ensino Superior desse tipo existe uma grande preocupação com a desistência dos alunos, já que estes representam a receita da mesma.

Novamente, cabe então ao professor manter os alunos envolvidos e impedir a desistência do curso, da mesma forma que nos cursos pré-vestibular. Aqui também é incumbência do professor a elaboração de aulas claras e envolventes estabelecendo cobranças que os alunos sejam capazes de cumprir. Ou seja, na elaboração de uma prova, deve-se levar

em consideração o fato destes trabalharem e terem pouco tempo para o estudo, assim como uma formação no ensino básico comprometida.

Durante o período da elaboração desta tese, fiquei encarregada, nessa Instituição de Ensino Superior, de ministrar as seguintes disciplinas para o curso de formação de professores de Química: História da Química, Prática de ensino I, Prática de ensino II, Seminários avançados, Projetos de ensino de Química, além da Supervisão de Estágio obrigatório. Essas aulas eram ministradas aos sábados no período da manhã. Eram turmas pequenas com no máximo 25 alunos, que durante os três anos de curso terminavam com 10-15 alunos.

O trabalho dos docentes do curso de licenciatura ministrado aos sábados era um pouco a parte do bacharelado, ministrado no período noturno e durante a semana. Os docentes tinham relativa autonomia nas aulas, desde que no final do semestre os alunos se mostrassem satisfeitos com nossa atuação que era avaliada pelos licenciandos ao final de cada semestre, através de uma réplica do chamado 'Ibope' existente nos cursos pré-vestibular e 'terceirões'.

Nessas estruturas educacionais cabe ao profissional do ensino: ter habilidade de resumir e clareza na explicação; ser capaz de manter o interesse do aluno e estimulá-lo a se dedicar aos estudos e assumir a responsabilidade sobre sua aprendizagem (se o aluno não tem tempo para o estudo em casa, esse espaço deve ser dado em sala de aula). A busca por informações e pesquisa deve ser feita pelo professor e cabe a ele tornar a informação assimilável ao aluno, evitando que o aluno 'perca tempo' pesquisando, questionando, enfim de fato aprendendo. Isso implica em uma estrutura que estimula a memorização de conceitos e não a compreensão dos mesmos.

As marcas deixadas por essas instituições são de que ser professor deve considerar que o aluno é de fato uma folha em branco e que é função desse profissional preencher essa folha. Ainda, o aluno também frequenta esses cursos com essa concepção esperando do professor as informações necessárias para permitir a sua aprovação.

Essas marcas que permearam minha atuação docente não foram questionadas durante minha pesquisa de mestrado, pois seu objetivo foi pesquisar as concepções alternativas dos estudantes e dos livros didáticos sobre as ligações químicas e modelos atômicos, seguida da elaboração de material teórico com uma abordagem diferenciada para o tema. Essa abordagem deveria ser avaliada pelos professores do Ensino médio sem nenhuma intervenção didática.

Mesmo tendo lido e estudado vários trabalhos sobre aprendizagem, não cheguei a questionar minha prática docente nos cursos pré-vestibular por ter bastante 'sucesso' nela e por não ter uma alternativa segura à disposição. De fato, a realidade vivida nessas instituições

eram bastante diferente do contexto bem mais favorável que caracterizava as pesquisas e as teorias sobre a aprendizagem de Química. Assim, parecia-me difícil aplicar estes conhecimentos à prática efetiva de uma faculdade particular.

Essas crenças foram então transportadas para o início de meu trabalho de pesquisa sobre minha prática, na qual me responsabilizava pela aprendizagem do aluno, buscando novas informações em cursos de especialização, modificando aulas, alterando apresentações até que essas envolvessem a maioria dos alunos e que os resultados das avaliações fossem satisfatórios. Minha idéia fundamental era que seria capaz de ensinar qualquer coisa, desde que tivesse acesso ao conhecimento necessário e conseguisse elaborar uma aula envolvente.

Caso o aluno não aprendesse, não entendesse, a responsabilidade era minha. Isso implicava em direcionar meu olhar, de professora e pesquisadora, na minha atuação como docente; sendo a aprendizagem dos alunos somente um elemento para questionar minhas intervenções e não para promover sua autonomia. Poderemos perceber quão enraizadas foram essas crenças no decorrer da apresentação do trabalho, no qual vamos acompanhar como a metodologia de ensino, voltada para as questões sócio-ambientais, foi construída e para onde meu olhar de pesquisadora foi orientado.

2.2. A NECESSIDADE DE UMA ABORDAGEM SÓCIO-AMBIENTAL PARA OS CONTEÚDOS DE QUÍMICA

Durante o século 20 constatamos a predominância de uma Sociedade Industrializada onde a função da ciência era dar subsídios para a criação de tecnologias, que gerariam trabalho com conseqüente crescimento econômico e prometida distribuição de riquezas. Portanto, os conteúdos científicos apresentados nas escolas eram aqueles que permitissem preparar o aluno para o trabalho, pois assim, este teria acesso ao emprego e ao capital que lhe permitiria o consumo de bens duráveis e não duráveis.

O avanço científico orientava a criação de novas tecnologias, impulsionando a produção de novos produtos e a busca constante pelo trabalho, o que permitiria ao cidadão acessar a esses novos produtos. Dessa forma a roda produtiva seria mantida em constante movimento, movimento este motivado pela crença de que desenvolvimento econômico significaria igualdade social e riqueza para todos.

Acreditava-se que em uma sociedade industrializada a ciência teria um papel mais neutro, pragmático, e os detentores do conhecimento se sentiam capazes de solucionar

qualquer problema na esfera tecnológica e ambiental. Conseqüentemente, os conteúdos ensinados nas escolas limitavam-se ao “conhecimento” da ciência, sem incorporação de valores ou mesmo exaltação de críticas a essa sociedade e das conseqüências para a mesma de um desenvolvimento econômico baseado na transformação da natureza. A escola tinha como função preparar para ‘a vida’ ou até mesmo formar futuros cientistas.

Porém, a escassez dos recursos físicos não renováveis, o crescimento dos conflitos sociais causados pela obtenção destes, a contaminação do Meio Ambiente Natural com conseqüente reflexo na qualidade de vida humana e animal e a não concretização do sonho, onde desenvolvimento econômico implicaria em minimização das diferenças sociais, nos levou a repensar o papel da ciência.

Nessa sociedade envolvida com a aplicação de distintas tecnologias de produção de bens, comprometidas com a modificação da matéria para atender às necessidades, reais e/ou impostas, dos indivíduos cada vez mais ávidos em consumir, contemplou também diversos impactos resultantes dessa produção, tais como: contaminação do solo, ar e água. Vivemos hoje em uma Sociedade de Risco (BECK, 1999), conseqüência de uma Sociedade Industrializada (SI), e esta contempla riscos distintos da industrial (LENZI, 2006, p. 133):

Os riscos provenientes da Sociedade Industrial (SI) estavam associados à criação e distribuição de riqueza. Encontrava-se em jogo, na SI, a luta entre capital e trabalho pelos frutos e benefícios gerados por um sistema industrial voltado para a criação de bens materiais e serviços. Na Sociedade de risco (SR), ocorre um processo distinto. A principal disputa não se dá em relação ao acesso e a distribuição desses bens, mas, antes, ao poder de evitar ou distribuir os males provindos da própria modernização.

Nesses riscos podemos incluir: contaminações químicas do ar, água e solo, doenças oriundas de tais contaminações, etc. Tais riscos irão atingir mais efetivamente populações com baixo poder aquisitivo e ainda, as futuras gerações (LENZI, 2006, p. 134):

[...]os novos riscos envolvem um processo peculiar de vitimização. Na Sociedade de Risco, posições de classe e de risco podem não coincidir. Para Beck a pobreza atrai uma quantidade infeliz de riscos.

Devemos salientar que isso não significa que somente os menos favorecidos economicamente são vítimas dos problemas ambientais. Alguns danos, tais como os químicos, nucleares, etc., atingem as pessoas indiferentemente das classes sociais a que pertencem. Nessa perspectiva, a produção de conhecimentos de química deve contemplar também uma ética voltada para uma civilização tecnológica com riscos inerentes a ela.

Uma possibilidade é a discussão feita por Hans Jonas (JONAS, 1995), que considera que uma ética para uma civilização tecnológica seria complementar à ética kantiana. Propõe uma ética que vai além das relações do homem com o homem, envolvendo também as relações do homem com a natureza e do homem com aqueles que ainda não nasceram, ou seja, as futuras gerações.

Hans Jonas considera como “ética para uma civilização tecnológica” aquela que contemple responsabilidades e deveres do homem em relação a outros homens, do homem vivente em relação ao ainda não nascido e também do homem em relação ao Meio Ambiente Natural. Para o autor, a Ciência e a Tecnologia devem atuar, tendo o apoio do Estado, de tal forma a pensar nas gerações futuras, ou ainda, não negar o direito de existir daqueles que ainda não existem. Essa ética orienta os homens de hoje a cuidarem do futuro, protegendo seus descendentes das conseqüências de suas ações presentes. A ética voltada para uma civilização tecnológica vai ao encontro da visão de desenvolvimento sustentável, definido como (Relatório Brundtland, 1987)

[...] desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades.

Para visualizar como essa ética tecnológica está relacionada com o Meio Ambiente Humano, definido por Capurro Soto (1987) como o fruto das inter-relações entre o Meio Ambiente Natural com o Social, utilizamos o esquema da figura 01.

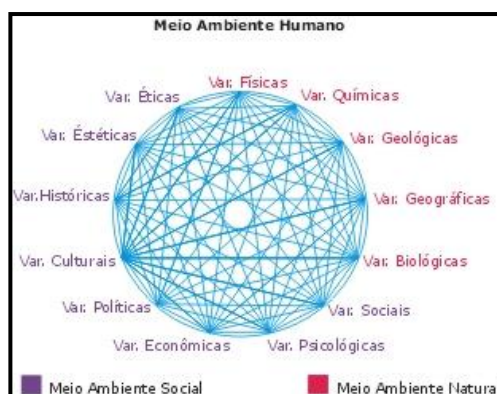


Fig. 01 – Esquema das interações entre as variáveis do Meio Ambiente Social e o Meio Ambiente Natural compondo o Meio Ambiente Humano (Soto, 1987)

Neste esquema, ressaltamos que o Meio Ambiente não é concebido apenas como o conjunto das variáveis do Meio Ambiente Natural. Ele está mais amplo, envolvendo também

as variáveis econômicas, políticas, culturais e éticas, ou seja, as variáveis do Meio Ambiente Social. Das relações entre todas essas variáveis resulta o Meio Ambiente Humano.

Uma consequência imediata dessa perspectiva refere-se à tecnologia química, responsável pela transformação dos recursos físicos renováveis e não renováveis da terra em produtos de consumo humano. A aplicação dessa tecnologia, também deveria adaptar-se à ética proposta por Hans Jonas. Portanto, os métodos de produção deveriam ser planejados de tal forma a minimizar, ou ainda evitar a contaminação de solos, ar e água gerando desenvolvimento com equidade social. Tais métodos têm que se fundamentar no princípio da responsabilidade. Essa responsabilidade não se restringe ao sujeito, mas ao coletivo, tendo como preocupação básica os efeitos cumulativos e irreversíveis da intervenção tecnológica sobre o Meio Ambiente Natural e Social.

A Química Verde me pareceu uma possibilidade de abordagem dos problemas ambientais aliados aos conteúdos científicos, de tal forma a buscar tecnologias mais comprometidas com o Meio Ambiente Humano, respeitando as gerações presentes e futuras através da minimização dos riscos envolvidos na tecnologia química. Essa escolha deveu-se ao fato da filosofia da Química Verde contemplar a modificação das rotas sintéticas, de tal forma a reduzir ou eliminar o uso e produção de substâncias danosas ao Meio Ambiente Humano.

Em 1991 a Química Verde se converteu em objeto formal da EPA (Environmental Protection Agency), em colaboração com American Chemical Society e o Green Chemistry Institute. Na Europa a Royal Society of Chemistry criou a Green Chemistry Network, com o objetivo de promover a conscientização e facilitar a educação, treinamento e prática da Química Verde na indústria.

No Quadro a seguir destacaremos os princípios básicos da Química Verde assim como a explicitação de cada um desses princípios.

PRINCÍPIOS	DESCRIÇÃO
Prevenção	A prevenção é melhor do que tratamento de resíduos indesejáveis, portanto o professor iniciante deve planejar seus experimentos e discussões alertando para a necessidade de prevenir contaminação, ao invés de tratá-la.
Eficiência Atômica (Trost, 1991)	As sínteses devem ocorrer de tal forma a produzir apenas o produto desejado, ou ainda, incorporando no produto final todos os átomos dos reagentes, evitando, portanto subprodutos.
Síntese Segura	Evitar usar, ou até mesmo não usar, nem produzir substâncias tóxicas. Por menor que seja a quantidade de substâncias envolvidas em um experimento didático a produção de substâncias tóxicas deve ser evitada ou minimizada.
Desenvolvimento de Produtos Seguros	Produto seguro é aquele que não causa dano ao Meio Ambiente Humano.
Uso de Solventes e Auxiliares Seguros	Evitar solventes como benzeno, clorofórmio, etc. ou substituí-los por outros mais seguros, de preferência água (King e col., 1992), mesmo em sínteses orgânicas. O uso de água e dióxido de carbono como solventes supercríticos vêm substituindo lentamente os solventes clorados.
Busca pela Eficiência de Energia	Reformular ao máximo as rotas sintéticas, de tal forma que a maioria possa ocorrer na temperatura e pressão ambiente. O aquecimento por microondas de reações químicas também tem sido intensamente estudado (Rosini e col., 2004).
Uso de Fontes de Matéria-Prima Renováveis	Discutir, sempre que possível, fontes de matéria prima renovável em substituição às não renováveis.
Evitar a Formação de Derivados	Evitar a utilização de grupos de bloqueios, de proteção/desproteção, ou ainda, modificação temporária da molécula por processos físicos e/ou químicos.
Catálise	Os catalisadores devem ser preferidos aos reagentes estequiométricos, pois podem ser reutilizados.
Produtos Degradáveis	Essa atitude nos permite prever as conseqüências do impacto que a fabricação, consumo e descarte de um dado produto sobre o meio ambiente.
Análise em Tempo Real para Prevenção de Poluição.	O grande avanço da nanotecnologia tem colaborado com o desenvolvimento de sensores que previamente são capazes de detectar e controlar a geração de resíduos, essa análise em tempo real reflete diretamente na obtenção seletiva de produtos menos tóxicos.
Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes.	A elaboração de experimentos didáticos utilizando substâncias seguras e de fácil manuseio colabora com uma química segura.

Tabela 1. Princípios básicos da Química Verde.

Faz-se necessário a distinção entre Química Verde e Química Ambiental. A Química Ambiental está essencialmente preocupada com a quantificação e qualificação dos poluentes e algumas vezes, com formas de mitigação dos impactos ambientais. A Química Verde preocupa-se em elaborar, ou reformular as rotas sintéticas, de tal forma a torná-las benignas ou menos impactantes ao ambiente natural e humano. Obviamente uma depende da outra, a partir da constatação de problemas ambientais gerados por rotas sintéticas levantados pelos químicos ambientais, cabe aos químicos verdes reformularem tais rotas.

A construção de uma metodologia de ensino envolvendo a química verde e questões sócio-ambientais contemplou as seguintes etapas:

- a) busca por temas de relevância sócio-ambiental que envolvessem tecnologias químicas, como por exemplo: água, biocombustíveis, etc.;
- b) problematizar sobre os impactos sócio-ambientais de tecnologias químicas tradicionais;
- c) busca por experimentos didáticos que reproduzissem tecnologias químicas associadas aos temas, por exemplo: tratamento de água tradicional; produção de biodiesel catálise básica; produção de álcool combustível e construção de bafômetro, etc.;
- d) elaboração de experimentos didáticos que reproduzissem as mesmas tecnologias, porém envolvendo a química verde, refletindo em impactos ambientais menores, como por exemplo: tratamento de água envolvendo ferrato; construção de bafômetro com ferrato; produção de biodiesel catálise enzimática, etc. e
- e) comparar impactos sócio-ambientais tanto das tecnologias tradicionais quanto das verdes.

2.3. A NECESSIDADE DE FORMAR PROFESSORES QUE ADOTEM A ABORDAGEM AMBIENTAL E VERDE QUANDO DA APRESENTAÇÃO DOS CONTEÚDOS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

Essa preocupação com o futuro da Humanidade atingiu fortemente também a Educação em Ciências, propondo formar os alunos para a cidadania de modo que cada pessoa pudesse atuar eticamente no mundo real e global. É recomendação de órgãos educacionais nacionais e internacionais, que a forma de ensinar seja sistêmica e contextualizada, contemplando as relações no Meio Ambiente Humano, com a finalidade de alcançar um desenvolvimento sustentável.

Esta preocupação atinge principalmente a formação de professores, pois deles será uma das responsabilidades maiores de modificação do ensino, visando uma ética voltada para

a civilização tecnológica com o desenvolvimento de valores ressaltado como um dos objetivos da educação de CTS, citado por Santos e Mortimer (2002, p. 5):

Esses valores estão vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade. Tais valores são, assim, relacionados às necessidades humanas, o que significa um questionamento à ordem capitalista, na qual os valores econômicos se impõem aos demais.

O movimento CTS considera centrais as múltiplas inter-relações Ciência-Tecnologia e Sociedade e nessa perspectiva caberia ao professor de ciências a seleção de abordagem de temáticas envolvidas com CTS, ou a proposição de questões-problemas a serem resolvidas (MARTINS, 2000). Na perspectiva CTS o objetivo de ensino amplia sua meta da aprendizagem dos conhecimentos científicos clássicos para integrar objetivos culturais e práticos.

Para MORTIMER e SANTOS (2002, p. 2), a adoção da perspectiva CTS implica em um novo modo de produção de conhecimento que tem acarretado:

[...] um aumento da responsabilidade social dos produtores de conhecimento científico e tecnológico. Nele os diferentes profissionais se unem no interesse comum de resolver grandes problemas, tais como a escassez ou má distribuição dos alimentos, AIDS, etc. Isso passa a exigir do novo cientista uma maior reflexão e, sobretudo, a capacidade de dialogar com outras áreas para participar da análise de tais problemas sob uma perspectiva multidisciplinar.

A incorporação da dimensão ambiental ao enfoque pedagógico-didático ciência tecnologia e sociedade, deveu-se a importância da inclusão do tratamento dos problemas sócio-ambientais. No enfoque CTSA (SOLBES e col. 2004) o professor de ciências é (PÉREZ, 2007, pp. 1-2):

[...] profissional crítico comprometido com o estudo social da ciência, capaz de construir estratégias pedagógicas e didáticas alternativas que promovam nos estudantes a responsabilidade na tomada de decisões como futuro cidadão.

Educar sob a perspectiva CTS vai além da apresentação da importância da ciência na fundamentação das tecnologias, inclui também preparar o educando a tomar decisões e entender os riscos envolvidos nessas tecnologias, a partir da compreensão do discurso científico intrínseco às mesmas.

É especialmente nos cursos de licenciatura para formação de professores, que as discussões não podem mais se limitar às formas de ensinar ciências e aos experimentos mais adequados para a assimilação de conteúdos científicos. É necessário também levar em consideração, durante o planejamento das aulas por parte dos licenciandos, o impacto, para o homem contemporâneo e seus descendentes, desse conhecimento científico responsável pela elaboração de tecnologias de produção. Impacto este que deve ser medido tanto na quantidade quanto na qualidade dos recursos físicos da terra e no direito do cidadão à vida de qualidade, livre de danos corporais.

A mudança para uma ênfase curricular CTS implica em compreender também as dificuldades encontradas na implantação de um programa de ensino sobre essa perspectiva, tais como as colocadas por Martins (2002, p. 7):

A discussão das razões que funcionam como obstáculos à implementação mais alargada do movimento CTS nas escolas pode ser equacionada em 3 eixos: (1) os professores – sua formação, concepções e crenças, e atitudes; (2) os programas – sua lógica interna e sua articulação longitudinal e transversal; (3) os recursos didáticos.

Nos programas de licenciatura das instituições particulares, os licenciandos estão expostos a modelos de ensino onde há uma grande valorização da aprendizagem de conceitos e teorias, onde as relações entre professores e alunos são dominadas pelo Discurso do Mestre (Villani e Barolli, 2006). Sendo assim, valorizam-se as aulas expositivas apoiadas na transmissão do conhecimento sem participação ativa do aprendiz, acompanhadas de avaliações focadas na resolução de exercícios quantitativos e raramente estimulando discussões qualitativas de temas abertos e interdisciplinares.

Como os licenciandos conviveram durante toda sua formação com esse tipo de modelo de ensino, é difícil fazê-los mudar quando se tornam professores atuantes em escolas de ensino médio. Assim, ele tende a aplicar o que ele vivenciou, sentindo-se seguro em reproduzir o conhecido. Obstáculos desse tipo, referentes às práticas de ensino das ciências em Instituições de Ensino Superior em Portugal, também são apontadas (MARTINS, 2002, pp. 7-8):

[...] é plausível admitir que elas (as práticas de ensino) são predominantemente de índole transmissiva, valorizando o conhecimento de conceitos, leis e teorias, onde predomina a resolução de exercícios de acentuado cariz quantitativo, por oposição à interpretação qualitativa de situações-

problemas abertas. Assim, não é legítimo admitir que os jovens professores ao chegarem às escolas se sintam confortáveis e com coragem para fazer de forma diferente daquela que viram fazer.

Martins (2002, p. 9) também coloca a dificuldade dos futuros professores e professores atuantes em discutir temas com abordagem CTS quando sua formação é limitada à sua área de atuação:

Faltam disciplinas de espectro largo que permitam aos futuros professores compreender como diferentes saberes podem contribuir para a interpretação de temas de relevância social. Por exemplo, como aceitar que um professor de Química não estude alguma Biologia [...]

Nas Instituições de Ensino Superior particulares, não há cursos de licenciatura e pós-graduação que contemplem disciplinas de caráter multidisciplinar. Esses cursos hoje se limitam a certas Instituições de Ensino Superior, tais como algumas Universidades Estaduais e Federais. O programa de Formação Continuada no Estado de São Paulo intitulado “Teia do Saber” é uma tentativa de melhora da perspectiva interdisciplinar para professores atuantes. Este programa, porém, nem sempre contempla formadores com a especialização adequada para propiciar aos professores atuantes uma visão curricular voltada para as questões sócio-ambientais envolvidas na ciência e tecnologia. E ainda, esses professores normalmente cursam esses programas nos finais de semana, com pouco tempo de estudo e elaboração de atividades, já que durante a semana atuam nas escolas com uma carga horária alta para compensar os baixos salários praticados pelo Estado.

Com relação aos obstáculos apresentados pelos professores no sentido de uma formação multidisciplinar, Ricardo (2007) salienta que uma educação CTSA implica em uma reorientação das práticas docentes, já que estas estão contaminadas por suas histórias de vida, com características individuais e sociais. No entanto, em função das dificuldades de alguns professores em questionar e refletir sua prática, a mudança se torna algo difícil de ser atingida.

Além disso, a ação da mídia de massa, como a televisão e em menor escala o jornal, na discussão de temas envolvendo ciência e tecnologia, não tem estimulado uma visão crítica sobre a ação da ciência e da tecnologia na sociedade, quando essa discussão ocorre, na maioria das vezes, é feita através do enaltecimento das produções tecnológicas sem um tratamento dos riscos envolvidos nessas aplicações (BAZZO & VALÉRIO, 2006, p. 7):

[...] em instrumentos de comunicação de massa, como é o caso da televisão, o que se tem é uma noção bastante simplificada da prática científica/tecnológica. Na maioria dos casos, os temas em C&T são

tratados de maneira bastante descontextualizada e pouco reflexiva, fazendo perdurar a ultrapassada concepção de superestima e otimismo cego na C&T. (grifo nosso)

A falta de material didático com abordagem CTS é uma das principais reclamações (Membriela, 1997), tanto dos professores atuantes quanto dos licenciandos, já que poucos professores têm condições de elaborar seu próprio material, seja pela formação limitada ou pela ausência de tempo causada pela extensa carga de trabalho.

O trabalho desenvolvido pelo grupo de pesquisa Pequis, da Universidade de Brasília, é uma possibilidade para minimizar essa carência, já que esse grupo está comprometido em elaborar material didático orientado pela abordagem CTS e a formação da cidadania, cuja idéia central é (SANTOS e col. In Zanon & Maldaner, 2007, pp. 69-70):

[...]discussão de temas sociais que se aproximem do que propõe Paulo Freire, considerando também um enfoque CTS. Nessa proposta, contudo, procura-se também aproximar a organização curricular daquela que os professores do Ensino Médio estão acostumados.

Um dos resultados do trabalho desenvolvido pelo grupo da Universidade de Brasília foi a publicação do livro “Química e Sociedade” pela Editora Nova Geração (Mól e col., 2003), onde há um compromisso entre inovação e adequação à realidade do professor, já que (SANTOS e col. In Zanon & Maldaner, 2007, pp. 69-70):

[...] o livro foi construído em uma concepção híbrida que busca incorporar inovações desenvolvidas em pesquisas em ensino de Química e a proposta de abordagem temática ao modelo curricular clássico.

E ainda (SANTOS e col. In Zanon & Maldaner, 2007, p. 73):

A abordagem temática é realizada de forma que o aluno compreenda processos químicos envolvidos e possa discutir aplicações tecnológicas relacionadas ao tema, compreendendo efeitos das tecnologias na sociedade, na melhoria da qualidade de vida das pessoas e nas suas decorrências ambientais.

O livro tem sido adotado em algumas instituições de ensino públicas e particulares revelando uma aceitação por parte dos professores. No entanto, algumas limitações foram observadas em pesquisas desenvolvidas, como a necessidade de uma maior integração entre tema e conteúdo (SANTOS e col. In Zanon & Maldaner, 2007, pp. 82-83):

A abordagem temática é multidisciplinar e requer a exploração de uma diversidade de conceitos, os quais muitas vezes não estavam relacionados ao conteúdo programático da unidade em desenvolvimento.

Sabemos, no entanto, que um currículo de química com abordagem CTS envolve muito mais que a disponibilidade de materiais didáticos comprometidos com essa proposta. Faz-se necessário formar professores capazes de utilizá-los e, portanto dotados de visão multidisciplinar do corpo teórico específico de sua área de atuação e com condições de adotar um modelo de ensino diferente do vivenciado por ele durante toda a sua vida escolar. Isso o tornaria capacitado a reorganizar programas de ensino de ciências para que a abordagem CTS vá além das ilustrações do cotidiano e rumo à conscientização política, comprometida com a formação da cidadania. Para Mortimer e Santos (2002, pp. 17-18):

[...] as mudanças a serem efetivadas são muito mais profundas do que a mera adoção de temas. Os princípios diferenciadores são: a preocupação com a formação de atitudes e valores em contraposição ao ensino memorístico de pseudopreparação para o vestibular; a abordagem temática em contraposição aos extensos programas de ciências alheios ao cotidiano do aluno; o ensino que leve o aluno a participar em contraposição ao ensino passivo, imposto sem que haja espaço para a sua voz e suas aspirações. Enfim, uma reforma curricular de CTS implica mudanças de concepções do papel da educação e do ensino de ciências.

CAPÍTULO 3 - OBJETOS, OBJETIVOS E HIPÓTESES DE PESQUISA

3.1 OBJETOS DE PESQUISA

Os objetos de estudo foram:

- a) Minha atuação na elaboração e aplicação de uma metodologia de ensino voltada para as questões sócio-ambientais e
- b) A atuação dos licenciandos na elaboração e aplicação de propostas de abordagem sócio-ambiental para os conteúdos de química para o ensino médio, durante as disciplinas Prática de Ensino de Química e Projetos de Ensino de Química na Instituição de Ensino Superior na qual trabalhava.

Essas atuações foram acompanhadas através de anotações de aulas, vídeos, artigos, trabalhos em congressos, gravações e projetos de ensino desenvolvidos, no período de 2005 a 2008.

O trabalho de pesquisa e intervenção realizado durante este período visava sistematicamente melhorar o ensino, no sentido de minimizar as dificuldades encontradas pelos estudantes para elaborar e ministrar projetos compatíveis com uma abordagem sócio-ambiental.

A elaboração final da tese tem uma perspectiva mais ampla, pois pretende distanciar-se da intervenção e entender como ela se desenvolveu e quais fatores a influenciaram. Por essa razão minhas próprias crenças e atitudes foram vasculhadas tentando responder as seguintes questões:

1. *Quais as dificuldades objetivas (conteúdo, tempo, condições materiais e humanas oferecidas pela escola) e dificuldades subjetivas que os licenciandos apresentaram para adotar uma abordagem não tradicional dos conteúdos de química?*
2. *Como minhas convicções fortemente enraizadas e meu envolvimento pessoal e emocional com as causas ambientais, interferiram na aplicação da metodologia de ensino com abordagem sócio-ambiental reduzindo ou aumentando as dificuldades dos licenciandos na elaboração de suas propostas de ensino?*

3. *De que forma as crenças e marcas, desenvolvidas durante a minha formação profissional, interferiram para a construção e aplicação de uma metodologia de ensino comprometida com as questões sócio-ambientais?*
4. *A elaboração e aplicação dessa metodologia de ensino apresentaram indícios de como ocorre o amadurecimento de uma proposta de ensino sócio-ambiental. Esses indícios poderiam ser generalizados?*
5. *Quais crenças iniciais sobre docência foram concretizadas e quais foram desmitificadas e por quê?*

3.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos de nossa pesquisa irão se concentraram em dois aspectos:

a) Busca por indícios de comprometimento sócio-ambiental durante a elaboração e aplicação de uma metodologia de ensino em um curso de formação de professores de química - Através da análise do desenvolvimento de uma metodologia de ensino aplicada as disciplinas Prática de Ensino de Química II e Projetos de Ensino de Química pretendemos encontrar indícios de comprometimento sócio-ambiental na minha prática docente e, possivelmente, estabelecer um roteiro que facilite esta busca.

Estabelecido um roteiro provisório, que serviu como guia no planejamento das referidas disciplinas, analisaremos quais indícios se fazem presentes nos projetos e falas dos licenciandos, durante e após a aplicação da metodologia de ensino desenvolvida.

b) Avaliação dos efeitos da minha formação docente em instituições particulares de ensino médio, superior e pré-vestibular sobre a atuação dos licenciandos no desenvolvimento de seus trabalhos – Nessa análise será focalizado o quanto a minha ação facilitou ou dificultou a elaboração dos projetos de ensino dos licenciandos sob essa perspectiva.

A análise deverá considerar a complexidade da minha tarefa docente, tendo presente:

i) as dificuldades dos licenciandos devido à limitação de sua formação prévia, ii) os condicionamentos institucionais de uma Instituição de Ensino Superior particular; iii) as exigências da formação docente e, mais ainda, iv) as características do comprometimento com o meio ambiente.

3.3. HIPÓTESES DA PESQUISA

As hipóteses estabelecidas também irão se concentrar em dois pontos:

a) Em relação à elaboração e aplicação da metodologia de ensino - Acredito que o caminho percorrido por mim, na construção de minhas convicções expressas na metodologia de ensino, será parcial ou totalmente trilhado pelos licenciandos. A hipótese é de que esses licenciandos só estarão efetivamente capacitados para ensinar sob essa perspectiva, após apresentarem alguns indícios essenciais. Isso envolveria não somente uma postura profissional incorporando novas estratégias de ensino dos conteúdos teóricos, ou seja, com ênfase em CTSA, como também uma nova postura de vida frente a um consumo irresponsável e alienado.

A hipótese de que o caminho trilhado por mim na busca por uma metodologia de ensino com abordagem sócio-ambiental será total ou parcialmente trilhado pelos licenciandos na busca pela mesma abordagem em seus projetos de ensino, baseia-se na semelhança de percursos dos indivíduos quando deparados com mudanças na postura perante a vida, denominado por Melanie Klein como amadurecimento do aparelho psíquico.

Essas mudanças podem ser ocasionadas por uma imposição circunstancial, ou até mesmo por um desejo pessoal, porém ocorrem semelhanças no caminho percorrido, e estas comporiam um grupo de indícios característicos do enfrentamento de tais situações.

b) Em relação aos efeitos da minha atuação docente, será analisada minha capacidade de deslocamento para uma posição docente mais flexível, superando minha dependência das condições institucionais e de minha própria formação didática anterior. De fato, minha formação docente estabelecida em instituições particulares voltadas para um ensino tradicional, onde os docentes são responsabilizados pelo sucesso/insucesso dos alunos, era caracterizada pelo privilégio dado ao Discurso do Mestre (Villani e Barolli, 2006) e, fundamentalmente, devia ter um controle total dos alunos através de uma ação envolvente e facilitadora.

No Discurso do Mestre existe uma relação de domínio do professor sobre o saber em jogo, nas vertentes científica, pedagógica e/ou disciplinar. Sua posição é de **autoridade**. Também há pouco espaço para escuta. O efeito é uma captura ou a manutenção do aluno num novo tipo de atuação ou de cultura. A atuação desse docente só é aceita se este é visto como uma autoridade, fazendo o aluno acreditar profundamente no conhecimento desse professor.

Como consequência o aluno executa suas tarefas escolares sem uma marca pessoal, mas com características da reprodução do discurso do seu professor. Uma das consequências do privilégio do Discurso do Mestre é que a Relação Pedagógica Transferencial não evolui (Villani, 1999). Assim, a relação não passa de uma fase imaginária, caracterizada por uma dependência total do aluno, e não se desloca para uma fase de colaboração entre aluno e o professor, a simbólica.

A Relação Pedagógica Transferencial se desenvolve passando por duas fases. A primeira, a fase imaginária, é caracterizada por uma dependência total do aluno, que confia tanto nos saberes científicos quanto nas habilidades didáticas do professor e dele espera todo seu conhecimento, ao mesmo tempo em que o Professor acredita que esse aluno é capaz de agir e mudar. Durante esta fase a intervenção do professor será em auxiliar o aluno através da proposição de atividades e intervindo nos seus trabalhos, de forma que este comece a perceber suas próprias capacidades e progressivamente a relação transferencial se desloque para a fase sucessiva.

Esta segunda fase, a simbólica, é caracterizada pela colaboração entre o aluno e o professor, que privilegiará o estabelecimento do Discurso da Histórica, ou seja, de uma relação na qual o professor focaliza todos os elementos que podem provocar a insatisfação do aluno com seu conhecimento atual, junto com o desejo e a sustentação para ultrapassá-la. Em nosso caso, o professor sinalizaria para os alunos que algo está faltando para sua futura ação docente e estes se sentiriam desafiados.

Minha situação inicial era complexa: de um lado, minha formação me levava a privilegiar o discurso do Mestre; por outro lado, havia uma **insatisfação** em relação à situação do ensino, no que diz respeito à abordagem dada aos conteúdos de química. Minha expectativa era produzir uma metodologia de ensino que provocasse o aluno para aproximá-lo das abordagens sócio-ambientais para o conhecimento científico. Neste sentido, almejava me comportar como uma **provocadora**, cujo efeito no aluno seria o de provocar um avanço no saber.

A hipótese criada por nós é de que a metodologia de ensino desenvolvida ao longo dos quatro anos de atuação como docente na Instituição citada, de alguma forma consiga atender tanto as necessidades institucionais quanto a condição de administrar meu discurso, transitando com competência pelo Discurso do Mestre e da Histórica e permitindo que a Relação Pedagógica Transferencial se desenvolva.

CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA DE PESQUISA

4.1. INTRODUÇÃO

No ano de 2005 investi em uma proposta para meus alunos de licenciatura em química. Estes deveriam permear seus projetos de ensino com uma abordagem ambiental e/ou verde. Acreditava que a partir de algumas aulas expositivas sobre Química Verde e sobre a proposta de uma ética para uma civilização tecnológica (JONAS, 1995), eles seriam capazes de modificar sua prática docente, adotando uma abordagem sócio-ambiental para os conteúdos de química na sala de aula.

Independentemente da participação desses alunos, que ocorreu através de questionamentos e até mesmo na melhora de experimentos didáticos, transformando-os em menos impactantes ambientalmente, ao final da disciplina Prática de Ensino de Química II esses alunos apresentaram propostas tradicionais. Nestas propostas os conteúdos químicos norteavam suas estratégias de ensino, não os aliando as questões sócio-ambientais. Em resumo, os alunos aparentaram entrar no processo de aprendizagem, porém não conseguiram sustentar tal processo quando lhes foi dada uma tarefa de perpetuar estes conteúdos.

A partir dessas informações, aparentemente contraditórias, passei a me interessar pelas dificuldades dos licenciandos em adotar uma abordagem ambiental e/ou verde para os seus projetos de ensino. Acreditei que essas dificuldades eram fruto de uma metodologia de ensino inadequada. Minha primeira atitude foi buscar parâmetros para a melhoria dessa metodologia e quando essa estivesse sendo bem aceita e coerente com as propostas de ensino CTSA, poderia então olhar para as dificuldades individuais dos meus alunos.

4.2. POPULAÇÃO PESQUISADA E AMBIENTE INSTITUCIONAL

A população pesquisada incluiu a mim, docente de disciplinas da licenciatura em química, supervisora dos estágios obrigatórios e orientadora de projetos de iniciação científica desde 2003 na Instituição de Ensino Superior localizada no interior de São Paulo e pesquisadora de doutorado em ensino de ciências da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo; os alunos do curso de licenciatura onde ministrava as disciplinas de Prática de Ensino de Química I, Seminários Avançados, Prática de Ensino de Química II, Projetos de

Ensino de Química; e ainda os alunos, professores da rede pública estadual, das turmas dos programas de formação continuada Teia do Saber.

As turmas da licenciatura eram formadas por um número pequeno de licenciandos, entre 10 e 20 alunos, já as turmas de professores da rede pública estadual eram formadas em média por 30 alunos.

O curso de licenciatura era ministrado no período diurno dos sábados. Os alunos cursavam o bacharelado durante o período noturno e, quando interessados, cursavam em paralelo a licenciatura. A maioria desses alunos trabalhava no período diurno, como químicos em indústrias locais e/ou professores substitutos na Rede Pública Estadual.

Todos os alunos submetidos ao processo seletivo eram aprovados, diferenciando apenas na classificação. O objetivo dessa seleção era a formação de duas turmas com 60 alunos cada, fossem elas formadas pelos 120 primeiros ou 120 últimos colocados. Como consequência dessa seleção, a formação desses alunos, de um modo geral, era precária. Era função dos professores não só a elaboração e aplicação do planejamento de suas disciplinas, como também impedir a desistência dos alunos.

Quando essa instituição se estabeleceu no mercado, em 2002, o corpo docente era composto essencialmente por professores mestres e doutores oriundos da Universidade Estadual de Campinas, Universidade de São Paulo e Universidade Estadual de São Paulo, com poucos professores especialistas. Com o passar dos anos alguns doutores saíram e professores mestres os substituíram.

O meu percurso nessa Instituição de Ensino terminou em dezembro de 2008, quando a Faculdade foi comprada por um Grupo Educacional. Este grupo decidiu então demitir todos os professores da licenciatura e incorporar os alunos em outra faculdade de química, também adquirida por eles.

As condições físicas dessa Instituição de Ensino contavam com salas de aulas e laboratórios com estoque básico de reagentes. A instrumentação desses laboratórios era precária no referente a instrumentos de análise química qualitativa e quantitativa. As condições para a realização desse trabalho foram dadas pela Instituição de Ensino Superior localizada no interior de São Paulo, já que eu era responsável por cinco disciplinas no curso de licenciatura e me era dada a liberdade para a modificação de meus planejamentos na medida em que sentisse necessidade e os alunos não reclamassem.

A permissão para gravações e vídeos só foi dada no ano de 2008, nos anos anteriores apoiei minhas análises em questionários e conversas ao final do curso com meus alunos. Os alunos foram sempre informados da pesquisa de doutorado e de minhas metas dentro da

Instituição, e estes não se mostraram incomodados com as mesmas, pelo contrário, colaboraram através da participação nas discussões geradas em sala de aula, dando opiniões sobre a viabilidade de aplicação de algumas propostas em escolas públicas estaduais de ensino médio, visto que a maioria dos envolvidos ministrava aulas nessas instituições.

4.3. INSTRUMENTOS DE PESQUISA PARA OBTENÇÃO DE DADOS

4.3.1 *Dados da minha ação docente*

Os meus dados foram elaborados a partir de registros das seguintes ações:

- a) Orientação de projetos de iniciação científica, tendo como linha de pesquisa a busca por experimentos didáticos verdes, ou ainda, de baixo impacto ao Meio Ambiente Humano, no período de 2005 - 2008.
- b) Elaboração de artigos publicados em Revista Científica da Instituição de Ensino na qual atuava como docente e como orientadora de Iniciação Científica, no período de 2005 – 2008.
- c) Apresentação de palestras, mini-cursos e cursos ministrados tanto na Instituição de Ensino na qual atuava como fora dela, no período de 2005-2008.
- d) Gravações em áudio e em vídeo das aulas ministradas no segundo semestre de 2008.
- e) Anotações de aula, memorial de formação e história de vida.

4.3.2. *Dados das turmas de licenciatura e do Programa de Formação Continuada Teia do Saber*

Os dados elaborados a partir dos registros referentes às turmas das disciplinas Prática de Ensino de Química II, Projetos de Ensino de Química e das turmas dos Programas de Formação Continuada Teia do Saber, foram:

- a) 2005 – propostas de ensino elaboradas pelos alunos da licenciatura em química;
- b) 2006 – questionário aplicado tanto aos licenciandos de química como aos professores da Rede Pública Estadual no Programa Teia do Saber, e ainda, as propostas de ensino elaboradas pelos alunos da licenciatura.
- c) 2007 – questionário aplicado aos licenciandos de química, anotações ao final do curso e projetos de ensino dos alunos.

d) 2008 – gravações em áudio e vídeo feitas durante: as aulas, as discussões dos pré-projetos e na apresentação oral dos projetos finais. Os trabalhos escritos pelos alunos também foram analisados.

O processo de produção e análise dos dados deu-se em várias etapas:

1ª. Durante o ano de 2005 foram produzidos vários tipos de registros: minhas anotações sobre a sala de aula; os planejamentos didáticos dos licenciandos; os questionários por eles respondidos com as correspondentes discussões em sala de aula, e o trabalho final apresentado, procurando interpretar o desempenho dos licenciandos. Todos esses registros foram utilizados para produzir o ponto de partida do trabalho, ou seja, o início da construção de uma história que deveria narrar a evolução de uma metodologia de ensino capaz de tornar, pelo menos em parte, meus alunos em docentes comprometidos com o ensino de Química numa perspectiva sócio-ambiental. Também foi considerada minha atuação inicial como orientadora de pesquisas de iniciação científica.

2ª. Durante o ano de 2006, os registros foram semelhantes, sendo que minhas anotações davam conta de comentar também minha participação nos cursos de graduação e pós-graduação que tratavam de questões ambientais, e que deveriam aperfeiçoar minha competência didática.

3ª. Durante o ano de 2007 minhas anotações ampliaram-se também para comentar minha luta contra algumas indústrias que estavam poluindo o bairro onde eu moro, pois percebi que esta luta estava influenciando de maneira direta minha atuação como docente e o processo de aprendizagem dos alunos. Neste ano também achei que poderia utilizar as idéias de Erich Fromm para interpretar os acontecimentos na sala de aula e fora dela.

4ª. Em 2008 consegui finalmente obter gravações em vídeo referentes as aulas de apresentação dos projetos, que forneceram dados muito significativos sobre minha atuação. A partir da metade de 2008 ficou estabelecido que minha tese envolveria também a análise de meu processo de elaboração e aplicação da metodologia de ensino, inclusive estabelecendo um processo em dois níveis. Em primeiro lugar, procurar descrever com detalhes as fases desse processo, ou seja, escolher quais dados foram significativos para apontar as mudanças de minhas atitudes e de minha atuação docente. Em segundo lugar qual a influência desse percurso na atuação dos licenciandos, percebida através da análise dos seus projetos de ensino utilizando os indicadores de comprometimento ambiental, parametrizados durante a elaboração da metodologia.

Dessa forma, o ano de 2005 ficou caracterizado como o **ano da ilusão docente**, pois esperava conseguir mudar os alunos somente através de minha fala; 2006, se tornou o **ano do aperfeiçoamento docente**, já que neste ano minha competência científica foi aprimorada e consegui desenvolver experiências de laboratório fundamentais para a meta de ensino desejada; 2007 foi o **ano da arregimentação ambiental**, onde tentei tornar meus alunos militantes da causa ambiental em qualquer lugar que eles atuassem; e finalmente, 2008 foi o **ano da flexibilização e da escuta**, onde percebi a impossibilidade de controlar os eventos, fazendo-me olhar para os sinais de aprendizagem dos licenciandos, dentro do contexto institucional.

A elaboração de uma história bastante detalhada em várias fases foi o ponto de partida do questionamento sucessivo: o que provocou ou influenciou as mudanças e por que fiz as escolhas didáticas que as caracterizaram? Para ajudar na resposta a estas questões elaborei um memorial sobre minha atuação docente, que constituiu meu último registro e tornou-se um dado importante para a tese.

A análise das gravações em vídeo, realizada em 2009 completou o quadro de produção de dados, mostrando claramente, de um lado, os limites de minha atuação docente e, de outro lado, o alcance das mudanças dos licenciandos no contexto institucional específico.

CAPÍTULO 5. ETAPAS DA CRIAÇÃO DA METODOLOGIA DE ENSINO COMPROMETIDA COM AS QUESTÕES SÓCIO-AMBIENTAIS

5.1. ANO DA ILUSÃO DOCENTE: 2005

No ano de 2004 comecei a ministrar palestras sobre química verde e as idéias de Hans Jonas na Instituição de Ensino Superior na qual trabalhava. Embora a reação mais comum dos alunos tenha sido de desconfiança da aplicabilidade dessas idéias, parecendo-lhes algo utópico e inatingível, isso não foi suficiente para me desmotivar. Resolvi elaborar melhor minhas apresentações da filosofia da Química Verde, assim como as idéias de Hans Jonas e as alternativas de aplicação em sala de aula da química verde encontradas no site de Michael Cann, para meus alunos das disciplinas ministradas no 1º e 2º semestre de 2005. Acreditava que com mais tempo e discussão aberta com os alunos, seria possível aplicarmos as idéias verdes para o ensino de química no ensino médio.

No ano de 2005 iniciei pela apresentação das principais propostas da Química Verde, assim como exemplos reais de aplicação. Perguntas foram feitas sobre que conhecimento científico era necessário para transformar uma rota de produção de produtos químicos ‘marrom’ em ‘verde’. Começamos a discutir sobre mecanismos de reações orgânicas, catálise homogênea e heterogênea, etc. Os alunos começaram a comentar que era necessário conhecer muita química para transformar-se em ‘químico verde’. Porém essas perguntas e questões não me pareceram que os estivessem paralisando; pelo contrário, interpretei que os licenciandos estavam se interessando pela proposta apresentada.

Apresentei-lhes o livro intitulado “*Química Sustentável*”, contendo diversos trabalhos na área da Química Verde, e cerca de três alunos se interessaram em folhear o mesmo, assim como anotar o nome.

O interesse apresentado por eles me pareceu muito próximo ao que eu tinha vivenciado; assim, concluí que eles iriam se comprometer, como eu havia me comprometido.

Acreditei que a apresentação do site, que continha propostas de ensino de química envolvendo a química verde, seria suficiente para movimentá-los na busca e estudo das abordagens lá contidas. Ignorei o fato de estar em espanhol, pois como não tinha dificuldade com o idioma também achei que eles não tinham, e nenhum aluno havia admitido ser essa uma dificuldade. No entanto, com a convivência, vários comentários dos alunos me fizeram

perceber que isso, de fato, foi um grande obstáculo para que os alunos investissem na sua leitura.

Obviamente iniciei a apresentação da minha proposta cheia de entusiasmo e crença na aplicabilidade da mesma, ou ainda, na capacidade de transpor meu discurso para a sala de aula dos meus alunos. Achei que estes se sentiriam motivados a pesquisar, a ler os trabalhos indicados por mim, a buscar outros, a discutir com os colegas.

Essas expectativas não se evidenciaram durante a disciplina e não perguntei por elas, preferindo deixá-los trabalhar, pois era isso que eu também estava fazendo. No entanto pude perceber que as minhas motivações eram absolutamente diferentes das deles, pois sempre fui apaixonada pelas causas ambientais e busquei um caminho no ensino de química que contemplasse essas questões, e isso não necessariamente era a prioridade dos meus alunos.

Acreditei que eles, como eu, estavam cansados de aprender e ensinar uma ciência neutra, sem valores ou juízos, acreditei que eles, assim como eu, queriam uma inovação comprometida com as questões ambientais. Eu estava lhes oferecendo o ‘paraíso’.

Esqueci, ou ignorei as vontades deles, suas angústias em relação à docência. Adotei que as minhas angústias eram as deles e que eles não precisariam procurar mais, pois eu tinha a resposta. Esqueci de refletir sobre quais eram de fato as minhas angústias quando estava começando a ministrar aulas de química.

Lembrei-me que naquela época tudo o que desejava era ministrar uma aula com os conceitos químicos corretos e saber antecipar as questões dos alunos para não passar vergonha perante os mesmos. E ainda, tudo que soube fazer nos meus primeiros anos de docência foi repetir aquilo que tinha vivenciado enquanto aluna. As angústias em relação aos conteúdos e a organização curricular só apareceram quando iniciei o mestrado, quando conheci um universo novo. Mas nesse momento já me encontrava em condição privilegiada no mercado de trabalho, podendo iniciar ‘ousadias’ enquanto docente, sem me preocupar com as questões que no início me atingiam.

Na minha visão, os licenciandos não precisavam buscar, pesquisar, ler artigos que não servissem ao propósito de ensinar química comprometida com as questões ambientais, eu estava lhes entregando o que tinha encontrado de melhor e esperava que eles aproveitassem ao máximo.

Porém, o que os motivava não era a mesma coisa que me motivava, o que eu buscava não era o que eles buscavam, e ainda, eu não perguntei o que eles desejavam, acreditavam ou necessitavam. Eu era a professora, então eu sabia o que era melhor para eles, visto que já havia lido muitos trabalhos científicos que corroboravam com os meus anseios.

Essa crença de saber o que é melhor para o aluno vem da atuação em cursos pré-vestibular, onde o professor tem o conhecimento do tipo de questão que cada vestibular contempla. Ele sabe os conceitos necessários para atingir o objetivo almejado: a entrada em uma universidade conceituada.

Na Instituição de Ensino Superior a crença vem apoiada nos estudos de artigos científicos que estimulam a mudança de ênfase no currículo de química (Santos e Schnetzler, 2003; Mortimer e Santos, 2002; Pérez e col., 2007; Ricardo, 2007, Bazzo e Valério, 2006). As críticas feitas a essas propostas não foram consideradas por mim, e hoje até acho que seria muito interessante discutir com os alunos não só as vantagens das propostas CTS, como as críticas feitas a elas.

Acredito que minha militância me impediu disso, mantive-me firme durante muito tempo em achar que minha proposta era o melhor para os futuros professores. Tratava-se quase de uma ação partidária cega, que ignorava os indícios de resistência e violentava a cultura dos alunos.

5.1.1. As Disciplinas “Prática de Ensino de Química I” e “Seminários Avançados” sob a perspectiva da Química Verde.

O planejamento das disciplinas para os doze licenciandos da Instituição durante o segundo semestre de 2005, seguiu os seguintes passos:

1. *Introdução aos princípios da Química Verde e às idéias de Hans Jonas* – nessa fase do curso o objetivo era que os alunos compreendessem bem as idéias envolvidas na química verde e na ética para uma civilização tecnológica para planejarem seus projetos de aula tendo como base essas idéias.

2. *Apresentação do site elaborado por Michael Cann da University of Scranton* - com Módulos de Ensino para química geral, inorgânica, orgânica, físico-química e química industrial, nos quais são apresentados os avanços da Química Verde. Em cada um desses módulos o autor discute possibilidades de rotas sintéticas ‘verdes’ em substituição ao que ele classifica como rota sintética marrom, ou impactante para o Meio Ambiente Humano. Essa apresentação foi feita para que o licenciando percebesse a aplicabilidade e as inovações da Química Verde através de exemplos reais, não se tratando de um discurso utópico. Era minha intenção também que os licenciandos utilizassem esse site para auxiliá-los na elaboração de suas propostas de ensino voltadas para as questões sócio-ambientais.

3. *Resumo dos principais tópicos ensinados no ensino médio* – permitindo a discussão dos principais problemas (fragmentação, não contextualização, rigidez estrutural, etc.) na seguinte forma de organização curricular encontrada nos livros didáticos comerciais:

1º ano do ensino médio – modelos atômicos, ligações químicas, funções inorgânicas e transformações químicas.

2º ano do ensino médio – soluções, termoquímica, cinética química, equilíbrio químico

3º ano do ensino médio – química orgânica, funções orgânicas e reações orgânicas.

4. *Discussão das principais concepções alternativas envolvidas na abordagem teórica e experimental de alguns conceitos químicos* – utilizando artigos das revistas Química Nova na Escola, Enseñanza de las Ciencias e Journal of Chemical Education, aproveitando essas discussões para buscar alternativas menos impactantes na elaboração de experimentos didáticos.

O curso transcorreu com a participação dos alunos de forma entusiasmada e envolvida com as propostas. Essa participação ficava evidente pela presença quase massiva, mesmo sendo um curso ministrado aos sábados de manhã. E ainda, quando da discussão de um experimento, alunos distintos traziam sugestões diversas para aprimorar a prática.

As discussões, orientadas por mim, eram conduzidas para que o aprimoramento gerasse interesse e consciência ambiental. Assim, foi apresentado um experimento, rotulado de ‘verde’ (Anexo 2) que estávamos desenvolvendo nos projetos de iniciação científica. Sugeri sua aplicação nas escolas públicas pelos alunos que ministravam aulas no ensino médio. Dois alunos chegaram a aplicá-lo em suas salas de aula e a relatar os resultados para os colegas, considerando-os interessantes e satisfatórios. Os licenciandos passaram a impressão de estarem incorporando a proposta ‘verde’, mesmo que com diferentes tipos de adesão.

Em alguns momentos os alunos apresentaram reclamações, em tom bem humorado, pela minha insistência em sempre substituir substâncias tóxicas, como o ácido clorídrico, por outras mais seguras, como o ácido acético, gerando, por exemplo o seguinte comentário:

“no final vamos ter que usar somente a água como reagente”.

A presença desses momentos de descontração parecia apontar que o desenvolvimento da disciplina estaria sendo conduzido para um sucesso significativo. Passei então a antecipar,

em minhas reflexões, que esses alunos sairiam da faculdade com uma postura diferente da maioria dos profissionais da área, apoiada na assimilação, participação e entusiasmo com os princípios da Química Verde.

5.1.2 O papel da iniciação científica no desenvolvimento da metodologia de ensino.

A orientação de projetos de Iniciação Científica surgiu em meados do ano de 2005. Surgiu tanto a partir do desejo de uma licencianda, Marcela, em trabalhar com química verde, como da minha percepção de que era na aplicação e elaboração de experimentos didáticos o momento em que os docentes de química impactavam o Meio Ambiente Humano e que, portanto, seria esse o momento ideal de reflexão sobre sua atuação e convicções ambientais. Ainda, os licenciandos valorizavam a experimentação como estratégia de ensino, e acreditei que dessa forma os manteria interessados e possivelmente comprometidos com as minhas idéias.

A metodologia de ensino com abordagem sócio-ambiental deveria contemplar não só os conteúdos teóricos dessa abordagem, como também os conteúdos experimentais que permitiriam aos licenciandos assumirem responsabilidades na minimização dos impactos ambientais, durante a elaboração e aplicação de experimentos didáticos.

O primeiro projeto foi o da adaptação de um experimento verde à realidade escolar local e aos meus anseios em demonstrar em termos práticos a aplicação dos princípios da química verde.

Os experimentos eram desenvolvidos em sala de aula, nas casas dos orientandos, ou até mesmo em seu ambiente de trabalho como químicos tecnólogos. Tais adaptações de locais ocorriam em razão dos alunos não disporem de tempo para desenvolver seu trabalho: trabalhavam de dia, estudavam a noite e também de sábado.

Para que pudesse acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos dos orientandos, fornecia a estes a bibliografia inicial a ser estudada, marcava algumas reuniões ao final do período das aulas no sábado para resolver dúvidas teóricas e práticas da elaboração dos experimentos. Nessas reuniões me eram trazidas fotos do encaminhamento experimental, quando este ocorria fora do ambiente institucional.

Quando concordávamos que o experimento estava pronto para ser testado, aplicávamos durante a disciplina *“Prática de Ensino de Química II”* da licenciatura. Os orientandos traziam suas sugestões e apresentavam aos colegas da licenciatura. Algumas

adaptações eram sugeridas pelos licenciandos para melhorar tanto o interesse dos alunos do ensino médio, quanto a assimilação dos conceitos e a geração de consciência sócio-ambiental.

Ao final do ano, apresentamos nossas conclusões em um congresso, assim como redigimos um artigo para a Revista Científica da Instituição de Ensino Superior a que estavam vinculados os projetos de Iniciação Científica. Em agosto de 2005, apresentamos o trabalho intitulado: “*Ética Tecnológica: Química Verde no Ensino de Química*” (Anexo 1), no II Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química, Unesp, Araraquara. A orientanda ficou muito feliz e entusiasmada com essa participação e com as questões que lhe foram feitas pelos participantes do congresso. Tanto eu como a orientanda, víamos na química verde a solução para os problemas ambientais.

A orientanda envolveu-se na tarefa com entusiasmo e uma grande curiosidade sobre o tema, traduziu os textos, independentemente de suas dificuldades e equívocos, iniciou a planificação do experimento, acatou algumas sugestões, trouxe outras, leu vários outros artigos que encontrou sobre química verde, e elaborou um trabalho para a disciplina de Metodologia de Trabalho Científico, utilizando a química verde. Nas reuniões de iniciação científica ela era sempre a mais entusiasmada.

O outro orientando, considerado um bom aluno pela faculdade, ficou incumbido de estudar a produção do íon ferrato e sua utilização em substituição ao dicromato de potássio em um experimento de produção de bafômetro caseiro, apresentado na revista Química Nova na Escola. Apesar de, ao longo do semestre, ter conseguido apenas traduzir um artigo que envolvia métodos para a produção ‘verde’ do íon ferrato, durante as reuniões para discutir o projeto de iniciação científica ele se mostrava interessado e participava ativamente com sugestões e comentários. Assim, apesar de seu trabalho de casa não caminhar muito, eu ainda alimentava a esperança de que, superadas as dificuldades do momento, ele também conseguiria elaborar com sucesso suas tarefas.

5.1.3 As propostas de Ensino Aplicadas pelos Licenciandos

O curso transcorreu obedecendo ao planejamento, com ligeiro atraso em função das discussões para adaptar melhor alguns experimentos propostos pelos licenciandos. A avaliação do curso envolvia, também, a elaboração de uma proposta de ensino sobre tópicos selecionados pelos alunos, adaptando-os para uma abordagem verde.

Tudo parecia funcionar a contento. Na época não percebi nada que anunciasse a possibilidade de fracasso da metodologia. Não contava que os alunos pudessem não responder

ao convite de planejar um experimento verde, ou abordagem verde para suas aulas futuras, visto que estes não me trouxeram dúvidas ou qualquer pedido de ajuda.

Então, para mim tudo estava transcorrendo adequadamente, até porque a participação deles me era motivadora. Estavam sempre entusiasmados. Não percebi que na verdade estavam apenas ‘embalados’ em meu entusiasmo, e que a ausência de questionamento poderia significar um distanciamento do trabalho solicitado, ou ainda, o não enfrentamento das reais dificuldades comuns às propostas inovadoras.

A metodologia de ensino sugerida foi a proposta por Delizoicov (1991), que compreende os três momentos pedagógicos, resumidos a seguir:

1. Problematização Inicial (PI) – na PI, questões ou situações são apresentadas aos alunos. Essas questões ou situações devem estar relacionadas a situações reais vivenciadas pelos alunos, mas que provavelmente estes não conseguem entender sob a perspectiva da ciência.

2. Organização do Conhecimento (OC) – é o momento onde os conhecimentos científicos, necessários para a compreensão das questões ou situações levantadas na problematização, serão estudados, sempre sobre a orientação do professor.

3. Aplicação do Conhecimento (AC) - esse momento envolve a utilização do conhecimento adquirido pelo aluno, não só para analisar a situação inicial, como outras situações relacionadas à essa situação e explicadas pelo mesmo conhecimento.

Fiquei enormemente surpresa ao perceber que todas as propostas apresentadas pelos alunos eram constituídas de abordagens tradicionais. Nenhum aluno apresentou um trabalho na linha da química verde, ou para as questões sócio-ambientais, nem mesmo pareceu ter realizado alguma tentativa parcial de adaptar as propostas a esta perspectiva.

Durante o curso, os licenciandos apresentaram seus pré-projetos e sugestões foram feitas para que incorporassem a metodologia e explorassem a perspectiva verde. Como exemplo, uma aluna escolheu o conceito de solubilidade para apoiar sua proposta de ensino. Sugeri que colocasse como situação problema da PI uma reportagem onde peixes aparecessem mortos sem indícios de contaminação química. Isso permitiria que no momento da Organização do Conhecimento apresentassem sugestões de trabalho que conduziriam para a compreensão e minimização da poluição térmica.

A aluna encarregada do trabalho pareceu aceitar a idéia e até com certo entusiasmo e satisfação. Entretanto, sua proposta foi elaborada apresentando como PI um gráfico com as curvas de solubilidade de sal e açúcar, com uma abordagem muito tradicional. Uma reportagem envolvendo morte de peixes causada por poluição térmica, foi colocada como

anexo, sem nenhuma relação com a PI. Isso, evidentemente, comprometia a possibilidade de exploração da poluição térmica na etapa da Organização do Conhecimento. Ou seja, tudo o que poderia abrir caminho para um discurso orientado pela perspectiva ambiental foi recalçado.

Numa outra proposta, envolvendo transformações químicas, a licenciada pareceu aceitar a minha sugestão inicial e apresentou como PI uma situação que, aos meus olhos, parecia comungar com uma problematização verde; porém na etapa da OC a aluna apresentou reações tradicionais, deixando de explorar todas as conexões com a química verde. Ou seja, uma nova evidência do recalque da perspectiva prezada e incentivada por mim.

5.1.4. Dificuldades dos licenciandos da turma de 2005 em elaborar propostas de ensino com abordagem ambiental e/ou verde

Considerando contraditória a participação dos alunos durante o curso e na elaboração dos trabalhos apresentados, assim como a dificuldade de um dos orientandos em elaborar o que lhe foi solicitado, no penúltimo dia de aula apresentei um questionário a ser respondido pelos alunos.

A pergunta era: Qual a principal dificuldade na elaboração de propostas de ensino de química levando em consideração os princípios da química verde e a ética para uma civilização tecnológica? Os alunos podiam escolher uma entre as várias alternativas. Pedi-lhes que a resposta fosse sincera, garantindo que ela em nada alteraria a avaliação de cada aluno na disciplina. As respostas apresentaram a estatística delineada no Gráfico 1.

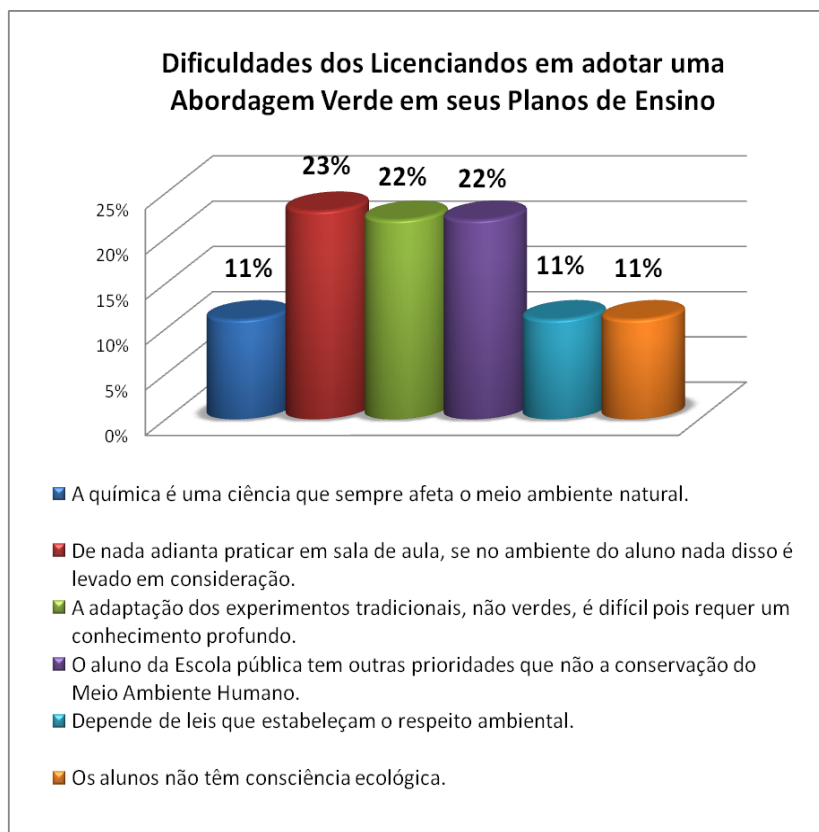


Gráfico 1 – Estatística envolvendo os nove alunos da disciplina “Prática de Ensino I”, baseada em questionário aplicado em 2005.

Os resultados foram discutidos com a classe toda, e durante a discussão foram anotadas as seguintes observações:

“O problema é a nossa formação que sempre foi de desrespeito ao Meio Ambiente, só estamos ouvindo falar de Química Verde aqui, o curso de bacharelado não apresentava esse tipo de discussão.”
(Marcos)

“Aprendemos dessa forma tradicional e já é difícil elaborar um projeto tradicional, o verde exige um conhecimento que não temos.” (Marcos)

De fato, os alunos tiveram acesso a livros com possibilidades de projetos tradicionais e não tradicionais para a abordagem dos conceitos, inclusive um livro intitulado *“Química Sustentável”* (2004), cujo nome alguns alunos anotaram e vários questionaram onde poderia ser adquirido. Podemos interpretar que essas queixas sugerem uma profunda insegurança dos alunos em defender a química verde num ambiente onde ela não é respeitada.

“Os alunos não acreditam na técnica de milhões de passarinhos carregando água no bico para apagar um incêndio. Eles sentem que só alguns respeitando o Meio Ambiente não vai adiantar” (Aline)

“Praticamente não houve dificuldade, o problema é a falta de regulamentação por parte das autoridades, se não houver uma legislação punitiva a população não respeita o ambiente.” (Dimas)

Essas falas sugerem que os licenciandos estão preocupados em enfrentar as críticas de seus alunos, sobretudo porque não parecem ter convicções muito diferentes.

Com relação aos alunos da Iniciação Científica, a orientanda que conseguiu cumprir as metas estabelecidas comentou:

“Desde que entrei nesta faculdade estou a procura de uma química menos nociva, aprender química verde foi encontrar o que estava procurando.” (Marcela)

O outro orientado alegou dificuldades de tempo, embora achasse o projeto bem interessante e se comprometeu ao cumprimento das metas no próximo semestre. Ele também argumentou como dificuldade a falta de formação anterior adotando essa visão verde.

5.1.5. Algumas tentativas de interpretação feitas ao final de 2005 e apresentadas em trabalho no ENPEC – Bauru (Villani & Melo, 2005)

A natureza das dificuldades enfrentadas pelos alunos na exploração da perspectiva ambiental e/ou verde não ficou evidente, inclusive pela forma como o questionário foi elaborado. Entretanto, é possível levantar algumas hipóteses através de uma análise retrospectiva dos eventos da disciplina e das falas dos alunos. Para elaborar a interpretação, utilizaremos os Discursos do Professor (Villani & Barolli, 2006). Este referencial consta de quatro categorias fundamentais.

a) O discurso do Mestre é caracterizado por uma relação de domínio do professor sobre o saber em jogo, nas vertentes científica, pedagógica e/ou disciplinar. Ele não presta conta a Outro, nem há possibilidade de contestação por parte dos alunos. Sua posição é de **autoridade**. Também há pouco espaço para escuta. O efeito é uma captura ou a manutenção do aluno para um novo tipo de atuação ou de cultura.

b) O discurso da Universidade, quando adotado pelo professor, o coloca como mediador entre o aluno e algum tipo de conhecimento produzido pelos especialistas. O professor, na perspectiva desse conhecimento, desempenha o papel de **guardião** para que a verdade do Outro (no caso a Ciência ou a Didática ou, até, a Burocracia) torne-se a lei do aluno. O efeito desse discurso é introduzir no aluno uma insatisfação ou, ao menos, um confronto com algo

perfeito. Por exemplo, quando um professor avalia o trabalho de seus alunos e eles aceitam sua autoridade, o efeito implícito é o reconhecimento de suas próprias falhas e limitações.

c) O Discurso da **Histérica** é caracterizado pela **insatisfação** do professor em relação à situação atual e por sua tendência à provocação contínua no campo científico, pedagógico ou dialógico para uma aproximação a um ideal. Podemos identificar esta posição como a de um **provocador**, cujo efeito no aluno é um avanço no saber. Por exemplo, uma estratégia que explora os ‘conflitos’ dos alunos para produzir mudanças, torna-se uma forma de *discurso da Histérica* nas situações em que o atinge. O professor sinaliza para os alunos que algo está faltando para a *maestria* e estes se sentem desafiados.

d) Finalmente, o discurso do **Analista**, quando aplicado ao ensino, procura favorecer a escolha de uma aprendizagem autônoma por parte do aluno. Podemos identificar sua posição como a de um **assessor** disponível para orientar e sustentar os alunos em suas iniciativas. Podemos exemplificar este tipo de laço quando o professor através de suas intervenções questiona a dependência dos alunos e produz um avanço na busca dele do saber científico.

Em primeiro lugar, pareceu-nos que o sucesso foi alcançado somente pela orientanda que antes da entrada na Faculdade estava procurando uma química semelhante à verde. Então, tê-la encontrado não constituiu nenhuma quebra com sua posição anterior; pelo contrário foi ‘amor a primeira vista’ com o investimento que isso implica.

O convite da professora foi recebido como um Discurso do Mestre que colocaria a orientanda em contato com um novo saber esperado há muito tempo. As várias sugestões feitas por mim foram recebidas como um desafio pela orientanda. Neste caso, parece não haver dúvida que, tanto eu quanto a orientanda nos colocamos prevalentemente no contexto do Discurso da Histérica.

Em contrapartida, este não foi o contexto aceito pelos outros alunos, nem a relação estabelecida entre nós. Isso sugere que assumir a química verde como base para a elaboração de um curso de química, implica em uma mudança na postura de vida, que vai bem além de uma mudança de discurso. Significa ir de encontro a toda a tradição do ambiente da química e do senso comum em relação a ela.

Em segundo lugar, mesmo aceitando que a projeção de um experimento de acordo com a Química verde envolva dificuldades de **natureza global**, no sentido de trabalhar com uma visão diferente, e não somente **local**, no sentido de enfrentar este ou aquele problema específico, é surpreendente que os alunos não tenham apresentado nenhum indício ou tentativa de fazer seus projetos de acordo com as diretrizes apresentadas por mim. Afinal, eles

tinham discutido durante a disciplina vários experimentos elaborados de acordo com os princípios da Química verde, e mais do que isso, eles tinham analisado situações nas quais experimentos tradicionais eram modificados com o objetivo de reduzir o impacto ambiental. *Por que nada disso apareceu nos projetos apresentados?*

Uma hipótese é que o processo de recalque sistemático da perspectiva verde na elaboração das propostas de ensino, constituiu implicitamente uma defesa antecipada contra as eventuais críticas que, de um lado, eu faria na ocasião da avaliação e, de outro lado, os seus alunos fariam na ocasião da realização das propostas. Essa sugestão também aponta para uma profunda insegurança dos licenciandos não só na defesa desta perspectiva, como também para uma revisão na interpretação do sentido de sua adesão a ela durante o desenvolvimento da disciplina.

A suspeita é que minha expectativa fosse demasiada, constituindo-se num bloqueio para os alunos. É preciso lembrar que eu em diversas ocasiões tinha mostrado aos alunos o quão intensa foi minha dedicação pessoal à causa verde. A participação entusiasta dos alunos durante a disciplina parecia sugerir que eles tinham sido capturados pela proposta e certamente elaborariam projetos de acordo.

A surpresa que os resultados provocaram em mim parece um indício das minhas expectativas. Assim, mesmo que os alunos tenham tentado elaborar uma proposta de ensino de acordo com os princípios da química verde, é possível que tenham apagado os sinais dessas tentativas por considerá-los demasiadamente aquém das minhas expectativas.

Em outras palavras, talvez inconscientemente, eles tenham pensado que era melhor serem avaliados por algo que eles podiam de alguma forma defender, do que se expor com algo que certamente não atenderia às minhas expectativas. Diferentemente do caso da orientanda, o discurso que circulou entre os licenciandos e mim parece ter oscilado sistematicamente entre o discurso do Mestre e o discurso da Universidade. O primeiro seria responsável pelo entusiasmo inicial dos licenciandos e pelas renovadas adesões à participação numa perspectiva verde ao longo da disciplina. O que ocorreu é que as sugestões e cobranças de elaboração de propostas de ensino verde foram interpretadas como um confronto arrasador com um ideal inatingível e, portanto pouco estimulador, mesmo que isso não fosse a minha intenção.

Resultados surpreendentes contrastando as expectativas dos docentes sugerem que o papel destas é ambíguo. Certamente, quando o docente espera um resultado muito limitado de seus alunos, ele favorece um desempenho menor dos mesmos. Assim, quando a expectativa é positiva, o compromisso do aluno na realização das tarefas é maior. Entretanto, quando as

expectativas são demasiadamente elevadas o efeito é oposto, favorecendo o impasse do aluno na realização das tarefas. É preciso ter presente que a avaliação das expectativas do professor é feita pelos alunos com base em sua história pessoal e também institucional.

Desempenhos, que num determinado contexto institucional, podem ser considerados razoáveis a partir da tradição da instituição, em outros contextos podem ser considerados utópicos. Com isso parece razoável interpretar que a instalação de um tipo de discurso não depende somente do professor, mas também de como ele é visto pelos alunos no contexto específico.

Em nosso caso, o discurso da Universidade parece ter-se instalado somente na fase de avaliação, quando os alunos deveriam ser julgados em relação à elaboração de um projeto didático.

5.1.6. Análise complementar e atual das dificuldades encontradas no curso de formação de professores no ano de 2005 e do meu envolvimento sócio-ambiental.

Farei a análise tanto das **dificuldades dos licenciandos e o enfrentamento feito por mim dessas dificuldades**, como também começarei a levantar **os indícios do meu comprometimento sócio-ambiental** presentes na elaboração inicial de uma metodologia de ensino com abordagem sócio-ambiental.

Primeiro considero as razões pelas quais os licenciandos encontraram dificuldades objetivas em elaborar a proposta de trabalho por mim indicada, baseando-me não só nessa turma de 2005, mas no que vivenciei com os alunos dessa Instituição de 2003 até 2008.

Os licenciandos em diferentes ocasiões demonstraram dificuldade em interpretar artigos científicos em português e mais ainda em outro idioma, como era o caso do site de Michael Cann e do livro sobre química sustentável, portanto as referências bibliográficas foram um obstáculo a mais a ser enfrentado por eles.

Suas dificuldades conceituais transportadas desde o ensino médio se fizeram presentes em diversas discussões anteriores sobre concepções alternativas e demonstravam ser essa a maior preocupação dos licenciandos quando tinham que expor oralmente seus trabalhos. Algumas vezes questionei os alunos porque iam fazer suas apresentações orais acompanhados de anotações em papezinhos, anotações das quais dependiam constantemente, e estes argumentavam que isso lhes dava segurança.

A questão institucional também deve ser considerada. A Instituição de Ensino não permitia que pressionássemos esses alunos a enfrentarem desafios, visto que, perante as

queixas destes, o professor era solicitado a minimizar as dificuldades de execução do trabalho com a argumentação de que os alunos tinham uma formação deficiente e uma vida pessoal que lhes impedia de ter uma dedicação exclusiva aos trabalhos por nós propostos.

E finalmente, a abordagem sócio-ambiental era algo que não tinham vivenciando nem no Ensino Médio, tão pouco na Faculdade. Sendo assim, não tinham parâmetros onde apoiar investimentos inovadores, e muito provavelmente não se sentiam incomodados com a abordagem tradicional dos conteúdos químicos vivenciada por eles até então; quem se sentia incomodada era eu.

A forma como **enfrentei as dificuldades desses licenciandos** foi, facilitar a tarefa, através da elaboração de uma metodologia de ensino que os familiarizasse com a abordagem desejada, com uma linguagem mais acessível a eles. Tentei elaborar um discurso que fosse intermediário entre o que o aluno era capaz de compreender e o que os trabalhos científicos apontavam.

Intencionalmente, eu procurava desenvolver o Discurso da Universidade, para depois evoluir para o Discurso da Histórica, acompanhado de uma evolução da Relação Pedagógica Transferencial.

Era essencial que para que isso funcionasse e eu conseguisse efetivamente deslocar os alunos da dependência, eu deveria estar mais bem fundamentada, com um conhecimento maior dos problemas ambientais e das perspectivas da química verde em ensino de química, de maneira a oferecer sugestões múltiplas e adequadas ao nível de conhecimento e de envolvimento dos licenciandos.

Também seria importante aumentar meu nível de escuta das possibilidades efetivas dos licenciandos e das suas necessidades, para que fosse estabelecido um pacto inicial de confiança, que lhes permitisse não se sentirem acuados com minhas cobranças. Evidentemente, isso estava acima de minhas capacidades didáticas naquele momento, principalmente para gerenciar o conflito entre os resultados ideais que eu visava e as possibilidades reais que os licenciandos tinham.

No final de 2005 fiz um balanço dos meus ‘investimentos com a causa verde’, mais especificamente na formação de professores. Percebi somente uma parte do desafio que estava enfrentando. Conclui que para ocorrer a adesão à abordagem verde com ênfase CTSA por parte dos licenciandos, pelo menos, seria necessária uma metodologia mais clara, pragmática e instigante ao mesmo tempo, para movimentar o licenciando na busca de uma abordagem do conhecimento científico diferente da adotada em toda a sua vida escolar. Esta metodologia deveria ser pragmática no sentido de oferecer múltiplos exemplos realistas, capazes de

convencer que a proposta não era utópica. E ainda, a metodologia deveria ser instigante no sentido de oferecer desafios compatíveis com o conhecimento dos licenciandos.

Um enfrentamento possivelmente diferente seria preparar esses licenciandos a interpretar sozinhos os trabalhos científicos indicados por mim. Tal possibilidade geraria uma maior autonomia dos futuros professores. Embora eu já houvesse feito algumas tentativas desse tipo em outros anos, através da leitura e discussão de artigos científicos em sala de aula juntamente com eles, levantando suas dúvidas, esclarecendo-as, ensinando-os a elaborar resumos; e os licenciandos haviam se mostrado desinteressados e pouco envolvidos. Eles queriam algo prático para utilizar em sala de aula.

Com relação aos **indícios do comprometimento sócio-ambiental** no início da elaboração de uma metodologia de ensino comprometida com as questões sócio-ambientais, considerarei o artigo elaborado em 2005 para a Revista Científica da Instituição de Ensino na qual trabalhava. Este artigo nos dá uma idéia das minhas percepções sobre formação de educadores empenhados em adotar currículo de química com ênfase nas questões sócio-ambientais (Anexo 2). Nesse trabalho pode-se perceber facilmente minha crença no discurso verde e ético como sendo suficiente para instigar nos licenciandos a leitura, compreensão e pesquisa de possibilidades de inserção da Química Verde no planejamento das aulas, na elaboração de projetos de ensino, nas intervenções em sala de aula, no desenvolvimento de experimentos didáticos, etc. Ou ainda, ficou declarado que a solução para o Ensino de Ciências estaria na compreensão tanto da ética comprometida com uma sociedade de risco, quanto dos princípios da Química Verde como norteadores da ação docente.

Percebe-se a **criação de um objeto ideal**, a Química Verde, ausente de riscos e rico em valores, separando-o da Química Tradicional, com suas práticas impactantes e comprometidas exclusivamente com o desenvolvimento econômico.

Essa idealização foi percebida pelos alunos do bacharelado em Química durante palestra ministrada na Faculdade em 2005, intitulada “*Química Verde – Uma Química Ética*”. A minha expectativa era de participação entusiasta perante o discurso verde, porém os participantes não demonstraram entender muito bem a proposta, ou ainda, pareciam desacreditar que uma abordagem como essa seria aplicável à Indústria Química. Demonstraram entender essa possibilidade como algo utópico e pouco aplicável, independentemente da apresentação de exemplos reais de aplicação da Química Verde na Indústria.

5.2. ANO DO APERFEIÇOAMENTO DOCENTE: 2006

5.2.1. Introdução

Em função dos resultados obtidos no ano de 2005, reorganizei minhas idéias, concluindo que um dos meus erros foi acreditar que um discurso eticamente correto seria suficiente para a modificação das abordagens tradicionais nos projetos de ensino. Essa conclusão veio da leitura do livro escrito por Guimarães (2005). Percebi também que apresentava um discurso com abordagem ambiental e verde, mas em termos práticos não dominava muito dessa problemática, pois durante o meu curso de graduação essa perspectiva não foi contemplada.

Busquei então um conhecimento maior sobre as questões ambientais e verdes, para propiciar uma visão mais prática da aplicação da Química Verde em resposta aos problemas ambientais em sala de aula. Responsabilizei-me pelo fracasso dos meus alunos, concluindo que se elaborasse uma proposta com exemplos práticos e instigantes, isso faria com que eles se comprometessem com essas idéias.

É interessante notar que essas considerações podem ser tomadas como adequadas se interpretadas de maneira global, envolvendo também a minha relação com os alunos e com a ‘causa verde’, além de minha relação com o conhecimento científico em jogo. Entretanto, minha interpretação focalizou somente a relação com o conhecimento científico envolvido na produção de experimentos com menor impacto ambiental. Nesse sentido, eu estava indo ao encontro de minha formação que privilegiava o estudo como a solução para os problemas docentes. Bem mais difícil teria sido questionar minha militância, que estava na origem da escolha de um ensino diferente, como sendo, de fato, tanto um empecilho temporário para sua realização, quanto um fator fundamental para a mudança de atitudes dos alunos.

Essa análise do papel complexo de minha militância, conseguindo focalizar todos seus efeitos sobre mim e sobre os alunos, teria sido muito difícil, na época. De um lado, ela constituía o motor de minha atuação e, de outro lado, também marcava inconscientemente os alunos apontando para um tipo de satisfação, a minha. Essa satisfação era obtida adotando atitudes pouco comuns, de quem luta por uma causa.

Várias manifestações posteriores dos alunos, como e-mails e comentários fora da sala de aula, sugerem ter havido esta marca. Por exemplo, o aluno Ramires, licenciando de 2008, enviou correspondência eletrônica procurando saber quais os caminhos legais a serem

adotados contra uma empresa que emitia solventes orgânicos durante todo o dia e noite prejudicando a saúde da população local.

Outra licencianda, também do ano de 2008, Ana Cristina, se dizia ‘marcada’ pela responsabilidade sócio-ambiental discutida de forma incansável na licenciatura, fazendo-a transportar essa responsabilidade para seu discurso docente durante atuação em escola pública da sua região. Parece claro que minha militância também me impedia de perceber a situação real dos alunos, suas necessidades imediatas e suas possibilidades.

No primeiro e segundo semestres de 2006 acompanhei as disciplinas da graduação de Química Ambiental I e II, ministradas pela Prof^a. P. Vasconcellos, aprimorando meus conhecimentos sobre os principais problemas ambientais, formas de detecção de poluentes e de minimização da concentração dos mesmos.

Também no segundo semestre de 2006 cursei a disciplina de pós-graduação Química Verde, ministrada por vários professores do Instituto de Química da Universidade de São Paulo. Nessa disciplina os docentes responsáveis propunham a elaboração da 1ª Escola de Verão de Química Verde, oferecida para alunos da graduação de todo o país. A minha participação na elaboração do material, a ser utilizado na Escola de Verão, foi fundamental para melhora da visão sobre as questões ambientais e a aplicação da química verde no sentido de minimização da problemática ambiental.

5.2.2 As inovações nos projetos de iniciação científica

Percebi no final do ano de 2005, que o experimento elaborado na Iniciação Científica não tinha tido o impacto desejado por nós, ou seja, o de elucidar a utilização dos princípios da química verde em um experimento didático. Reapresentei o experimento (Anexo 3) no primeiro semestre do ano de 2006 e então percebi que o entusiasmo maior era pela mudança de cor repentina, de incolor para um azul vivo e não pelos princípios da química verde e a aplicação dos mesmos na discussão sobre a escolha dos reagentes e produtos. Pouco se valorizou da utilização dos princípios da química verde na abordagem do experimento. Quando questionados do que mais os encantava no experimento era dada como resposta mais comum a mudança de cor, ou a facilidade de obtenção dos reagentes, sendo que poucos alunos responderam apreciar o baixo impacto ambiental dos reagentes e nenhum conseguiu fazer um paralelo claro entre a proposta experimental e os princípios da Química Verde. Acreditei ainda que, tal efeito deveu-se a ser este um único experimento e que seria necessária uma prática ainda mais comprometida com o Meio Ambiente e com a Química Verde.

Para o ano de 2006, adotamos nos projetos de Iniciação Científica o reforço de encaminhamentos distintos para um mesmo experimento. Insistiríamos em propostas claras para comparar um encaminhamento impactante ambientalmente com outro menos impactante. Isso seria possível através da substituição de reagentes, solventes, minimização de energia, etc. em experimentos tradicionais para reforçar os princípios da Química Verde. E ainda, a proposta contemplava apresentações dos dois encaminhamentos experimentais para propiciar questões, discussões, e talvez, insatisfações com a prática experimental conhecida pelos licenciandos.

Em função dessas conclusões, eu e uma nova orientanda trabalhamos com a produção do íon ferrato, para a utilização do mesmo na elaboração de mais experimentos didáticos ‘verdes’. Em julho de 2006 apresentamos no XIII Encontro Nacional de Ensino de Química, o trabalho intitulado: “*Experimentação Verde – Produção e Usos do Íon Ferrato no Ensino de Química*”.

A produção de ferrato, através de eletrólise utilizando prego, tubo de vidro ou plástico e carregador de celular, se mostrava menos impactante ambientalmente, de fácil obtenção e mais eficiente quando comparada com sua produção utilizando hipoclorito (IBANEZ, 2004). Neste trabalho, fazíamos sugestões da utilização do íon ferrato em dois experimentos: tratamento de água e produção de bafômetro caseiro.

Na apresentação do painel, no XIII ENEQ, não foi percebido um grande interesse no trabalho e no discurso verde. Os participantes passavam pelo painel e poucos questionavam. Concluimos que talvez fosse por não existir uma aplicabilidade clara, mas apenas possibilidades, já que nosso trabalho ficou concentrado na melhor forma de produzir ferrato e não na definição de parâmetros claros para a utilização desse íon.

Decidimos então que para o 2º semestre de 2006, nos envolveríamos com a elaboração de experimentos didáticos utilizando ferrato em substituição a outros reagentes presentes tanto no tratamento de água tradicional (MALA e col, 2003), quanto na produção de bafômetro caseiro com dicromato (FERREIRA, 1997).

Paralelamente iniciei um trabalho com a Prof^a. Vasconcellos, no Instituto de Química - USP, utilizando íon ferrato na destruição de HPAs (Hidrocarbonetos Poli Aromáticos), contaminantes da água do mar, oriundos da combustão incompleta do combustível utilizado pelos navios. O projeto não conseguiu apoio e a idéia ficou parada. Tentei então encaminhar esse projeto na Faculdade onde trabalhava, mas também não encontrei apoio financeiro para a realização das análises necessárias, visto que a Instituição não tinha os equipamentos necessários para essas análises.

No segundo semestre desse ano, eu e duas orientandas de iniciação científica nos preocupamos em elaborar os parâmetros para dois experimentos didáticos envolvendo ferrato: tratamento de água e produção de bafômetro caseiro.

Compararíamos o tratamento de água tradicional, utilizando coagulantes e desinfetantes distintos, com o tratamento de água ‘verde’, onde o íon ferrato exerceria as duas funções ao mesmo tempo. No bafômetro caseiro apresentaríamos uma proposta tradicional, onde este é elaborado com a utilização do íon dicromato e também um bafômetro caseiro ‘verde’, com a utilização do íon ferrato.

A princípio o íon ferrato me pareceu ser a solução para alguns problemas ambientais gerados na elaboração de alguns experimentos didáticos, e até na destruição de poluentes recalcitrantes. No entanto, comecei a perceber, a partir do alerta de meu orientador, que mesmo a tecnologia verde apresentava impactos ambientais com os quais teria que lidar após a aplicação em sala de aula, tais como o descarte de uma solução de NaOH 10 mol/L. Convidei as orientandas da iniciação científica a testarem a adição dessa solução a rejeitos de óleo para obtenção de sabão, resultando em um descarte no esgoto com impacto ambiental menor.

No final do segundo semestre de 2006 aplicamos com os professores da Rede Pública de Ensino no Programa de Formação Continuada, Teia do Saber, e com os licenciandos na disciplina “*Prática de Ensino II*”, os dois experimentos em desenvolvimento na Iniciação Científica, adotando a metodologia de comparar as abordagens, tradicional e verde, para um mesmo experimento.

Percebemos a curiosidade das duas turmas sobre os problemas envolvidos no tratamento de água, assim como no bafômetro, ao ponto de umas das alunas do Programa Teia do Saber, propor que o experimento do bafômetro com íon dicromato não fosse executado, mas sim apenas citado. Para mim, esse comentário significava que de alguma forma a metodologia de comparação de duas abordagens para o mesmo experimento apresentava certa eficiência no tocante à conscientização ambiental.

Conclui ainda que a atenção dada ao experimento de tratamento de água envolvendo ferrato foi incentivada essencialmente por se tratar de algo relacionado ao cotidiano desses licenciandos e professores do Estado. Além disso, os mesmos não tinham conhecimento sobre a formação de compostos organo-clorados durante a etapa de cloração no tratamento tradicional; e isso gerou várias discussões e questões sobre os experimentos. O questionamento sobre se a água da região de Sorocaba também poderia propiciar a formação de composto organo-clorados, visto ser considerada uma água de qualidade, foi derrubado

pela compreensão de que os compostos orgânicos estão no ar e, portanto estão dispersos e sua concentração não se limita às fontes de produção.

Confirmou-se nessas discussões minha hipótese de que o envolvimento da compreensão dos impactos ambientais presentes em uma dada tecnologia, assim como a discussão sobre soluções para tais impactos, aumenta quando os educandos estão envolvidos com tais problemas, ou ainda, quando esses problemas estão presentes na sua realidade de vida, como é o caso da água.

Eu ainda acreditava que a solução para as questões ambientais estivesse na Química Verde, ou seja, na compreensão e busca por tecnologias verdes. A idealização da Química Verde se mantinha nessa etapa da construção da metodologia de ensino. Na minha perspectiva, interpretava que o entusiasmo maior dos alunos pela Química Verde era justificado tanto por ter encontrado e proposto outros experimentos que contemplavam os princípios da química verde, como também pela utilização das idéias neles contidas para a compreensão do cotidiano tanto dos alunos da Teia do Saber quanto da Licenciatura. Passei a valorizar ainda mais as tecnologias verdes e estas me pareciam ser a solução para o dilema enfrentado perante os problemas ambientais e minha formação científica.

5.2.3. Alterações no conteúdo programático das disciplinas Prática de Ensino I e II, Seminários Avançados e Projetos de Ensino de Química e os resultados em sala de aula com os licenciandos de 2006.

No ano de 2006 iniciei algumas alterações no planejamento das disciplinas com 9 licenciandos: Fabio, Suelen, Daniela, Nassim, Alex, José Mario, Julia 1, Julia 2 e Carmela. Para a Prática de Ensino I mantive a atenção para as dificuldades conceituais, abordando concepções alternativas de conceitos químicos comumente discutidos no Ensino Médio, assim como análise de livros didáticos tradicionais e alternativos. Já na disciplina Seminários Avançados, trabalhei também com a apresentação de pesquisas para levantamento de concepções alternativas dos alunos e de propostas de abordagens construtivistas para ensino e aprendizagem de química, discutindo inclusive formas de pesquisar em sala de aula.

No segundo semestre de 2006 as disciplinas “*Prática de Ensino II*” e “*Projetos de Ensino de Química*” foram planejadas para a abordagem não só da química verde e da ética para uma civilização tecnológica, mas também de módulos teóricos e experimentais. Estes módulos contemplavam temas como água, combustíveis alternativos, fontes de energia alternativa, tecnologia química, etc.

Essa inovação tinha como intenção apresentar conceitos químicos dentro de uma perspectiva do tema e com ênfase nas questões sócio-ambientais. A idéia surgiu quando elaborei uma apresentação sobre biodiesel para a disciplina Química Verde do curso de pós-graduação. Percebi significativo interesse dos colegas no módulo de biodiesel ao abordar os impactos causados ao Meio Ambiente Humano através da análise do ciclo de vida, apreendida na disciplina de pós-graduação, desse combustível alternativo. Essa análise permitia uma visão mais realista dos impactos sócio-ambientais de rotas sintéticas.

Os módulos teóricos e os experimentos que elaborei para as disciplinas de Prática de Ensino II e Projetos de ensino de Química permitiam um envolvimento ativo dos alunos e, fundamentalmente, propiciavam discussões sobre idéias conflitantes. Por exemplo, durante o experimento de produção de biodiesel através de catálise básica, permiti a um grupo de alunos, que estudavam o rendimento da reação, que efetuassem a etapa de purificação e neutralização, etapa esta descartada pelo grupo das meninas, na qual me incluía, em função do aumento dos impactos ambientais. Essa ‘competição’ permitiu a discussão não só dos impactos envolvidos na produção, mas também na purificação desse combustível alternativo por catálise básica.

Em resumo, o que tentei fazer com os módulos foi permitir discussões de impactos sócio-ambientais de algumas tecnologias químicas valorizadas na mídia, e quando isso não fosse possível, busquei apresentar aos licenciandos possibilidades de trabalhar a experimentação com baixo impacto ambiental em sala de aula, através da adoção de alguns princípios da química verde como norteadores.

O envolvimento dos alunos com as aulas experimentais era garantido através de minha solicitação para que estes trouxessem materiais de casa, tais como repolho roxo, areia, óleo vegetal, etc. Eles mesmos se organizavam sobre quem traria o que; e tal solicitação também tinha por função fazê-los perceber que muito do que encontravam em suas casas poderia ser utilizado na elaboração de experimentos de baixo impacto ao Meio Ambiente Humano. Esse clima de cooperação permitiu que os alunos sempre estivessem presentes às aulas experimentais que sucediam à discussão dos módulos teóricos.

A participação em sala de aula dos licenciandos muito me lembrou a vivenciada no ano de 2005, porém seus trabalhos finais diferenciaram significativamente, pois mostravam um comprometimento com as questões ambientais. Podia interpretar esse resultado como um avanço significativo em resposta à metodologia aplicada. A seguir faremos a análise dos trabalhos apresentados.

5.2.4. Análises dos projetos de ensino de química e do questionário do ano de 2006.

a) Análise dos Projetos de Ensino de Química da turma de Licenciatura (9 alunos)

Solicitei que os licenciandos da turma de 2006 formassem duplas para a elaboração de projetos escritos de ensino de química e sugeri que os conteúdos envolvessem, também, as questões sócio-ambientais. Os licenciandos deveriam ainda preparar uma apresentação oral para os colegas de sala. Percebi em dois trabalhos uma visão muito idealizada da ciência. Foram os projetos elaborados por Carmela e por José Mario/Julia 2.

A aluna Carmela adotou o tema energia e conteúdos sobre biodiesel. O trabalho escrito e oral contemplou apenas as vantagens da produção do biodiesel, independentemente das discussões geradas em sala de aula, quando da apresentação sobre o mesmo conteúdo, sobre produções por catálises ácida, básica e enzimática, assim como vantagens e desvantagens de cada uma delas. Alertei-a que a mídia nos fazia crer que a produção de biodiesel era algo muito interessante para a sociedade e o Meio Ambiente Natural. Sugeri que, às vezes, isso ocorria até por questões políticas, porém não existia produção com impacto zero: o que poderíamos considerar eram impactos maiores ou menores, mas nunca zero.

Já os alunos José Mario e Julia 2 apresentaram um projeto sobre energia, envolvendo os conteúdos de pilha, e durante a apresentação oral, que se repetiu na escrita, comentaram:

“não há ocorrência registrada de contaminação ou prejuízo à saúde (referindo-se às pilhas). Também não há registro de ocorrência de qualquer dano causado ao meio ambiente decorrente da deposição de pilhas em lixões”.

Quando questionados sobre o que os fazia acreditar em tal fato, argumentaram que as principais empresas produtoras de pilhas, alegavam respeitar as exigências do artigo 6º da Resolução 257 do CONAMA. Discutimos com os licenciandos se bastava a existência de uma lei para que esta fosse respeitada. Relatos de descumprimento da lei, ou mesmo de corrupção dentro do ambiente de trabalho de alguns licenciandos, mostraram uma visão mais realista da aplicação de leis ambientais no País. Citei um trabalho discutido pela docente da disciplina de Química Ambiental do IQ da USP onde pilhas foram analisadas e constatou-se a presença de metais pesados, mesmo após a Resolução do CONAMA.

Os licenciandos Fabio e Suelen adotaram também o tema energia, com conteúdos dissertando sobre o gás natural e compararam a produção de gás carbônico e óxido de enxofre quando da queima tanto do gás natural, quanto da gasolina e do carvão mineral. Tal

comparação tinha por intenção demonstrar que a combustão do gás natural é menos impactante ao Meio Ambiente Humano, quando comparado aos outros dois combustíveis.

Os alunos Nassim e Alex apresentaram projeto sobre o tema energia, centrando suas discussões sobre formas de obtenção de energia (eólica, hidráulica, química, vapor). Quando apresentaram os conteúdos de energia eólica comentaram:

“A energia eólica é atraente por não causar danos ambientais, e ter custo de produção baixo em relação a outras fontes alternativas de energia.”

Evidentemente eles não perceberam que tal comentário desconsiderava o vivenciado por eles na região onde está localizada a Instituição de Ensino na qual esses alunos estudavam. Lá também está localizada uma empresa produtora de pás eólicas. A produção dessas pás é extremamente impactante ao Meio Ambiente Humano, tanto em função da utilização de solventes orgânicos que passam depois a incorporar o ar atmosférico, quanto no descarte do resíduo polimérico produzido na confecção delas. Esse problema não foi levantado pelos alunos Nassim e Alex, nem no material escrito, e tão pouco na sua apresentação oral, embora essas informações tenham sido fornecidas pelos próprios alunos dessa Instituição, já que alguns alunos trabalhavam na empresa produtora de pás eólicas, com os quais Nassim e Alex tinham contato, e estes apresentavam problemas de saúde em função da inalação desses solventes e também do pó originado na moldagem das pás. Dessa forma, o trabalho deixou de contemplar um problema sócio-ambiental regional, que permitiria uma discussão muito interessante para a construção de uma consciência crítica sobre a tecnologia química.

O trabalho se mostrou mais descritivo sobre formas de energia, do que estimulador do questionamento sobre a problemática ambiental. Questionei os licenciandos se eles sabiam de impactos causados pela produção de energia eólica, o único comentário sobre o assunto foi feito por Fabio, que disse ter conhecimento da produção de poluição sonora quando da instalação do sistema de captação dos ventos para convertê-los em energia elétrica. Esse fato me alertou para a possibilidade da dificuldade dos licenciandos em discutir assuntos que os afetavam diretamente, e tal dificuldade seria confirmada no ano de 2008.

As alunas Daniela e Julia 1 abordaram o tema química e atmosfera adotando os conteúdos de chuva ácida e poluição das águas. Na apresentação oral, as alunas se concentraram na descrição de experimentos de produção de chuva ácida, assim como textos utilizados para discutir o tema. Pouco se falou, entretanto, sobre formas de minimização desse

fenômeno. Abri discussão sobre formas de minimizar a chuva ácida com os licenciandos de um modo geral.

Apesar do evidente avanço dos projetos dos licenciandos em relação aos de seus colegas do ano anterior, senti-me insatisfeita porque as idéias da química verde não estavam sendo incorporadas aos projetos apresentados, nem as questões sócio-ambientais estavam sendo levantadas de forma ampla. Constatei apenas citações como efeito estufa, acidez dos solos, etc. O resultado fora melhor do que no ano anterior, porém, em minha opinião, faltava aprofundamento.

Acabei concluindo que, mais uma vez, a minha metodologia precisava de aprimoramento, de tal forma a estimular meus alunos a irem mais fundo em seus temas, em suas propostas de abordagem de conteúdos sob a perspectiva das tecnologias verdes.

Como não estava autorizada pela direção dessa Instituição de ensino superior a efetuar gravações, nem vídeos durante as aulas, selecionei o último dia de aula para conversar com os alunos. Acreditava que através dessa conversa obteria dados para a elaboração de uma boa metodologia, pois considerava esta ter uma parcela significativa de responsabilidade nas atuações dos alunos em seus trabalhos finais.

Com essa conversa, desejava avaliar não só os impactos de alguns experimentos, tais como: os efeitos da chuva ácida sobre diferentes solos; produção de biodiesel por catálise básica; produção de ferrato e as possibilidades de sua utilização na produção de bafômetro caseiro e tratamento de água; mas também o grau de envolvimento ambiental de cada um. Cinco dos nove alunos foram entrevistados.

A aluna Daniela que trabalhava em uma Indústria de produtos Químicos, uma multinacional americana, disse que a empresa tinha grande preocupação ambiental em função de sua atuação no passado. Na década de 70 foi processada por contaminação de água, e citou um filme chamado “A Qualquer Preço” que relatava os impactos causados por essa empresa tanto aos recursos hídricos quanto para a população local.

Daniela acreditava que muito do seu envolvimento ambiental estava diretamente associado às pressões que sofria dentro da indústria. Durante o curso, ela foi muito participativa, inclusive trazendo informações do empenho da sua empresa em produzir biodiesel através de catálise enzimática, uma produção mais comprometida com as tecnologias verdes do que a catálise básica. No entanto, o experimento que mais lhe atraiu foi sobre os efeitos da chuva ácida em diferentes constituintes do solo, e por essa razão tinha escolhido esse assunto para desenvolver seu trabalho final de curso.

O aluno Alex também disse que sua preocupação ambiental foi aguçada em função do trabalho em uma Indústria Química que estava buscando a certificação ISO 14.000. Mostrou-se envolvido com o experimento de produção de biodiesel, no entanto, seu interesse não estava focado nos aspectos sócio-ambientais, mas sim na cinética da reação, já que a imaginava muito mais lenta do que presenciara em sala de aula.

Já o aluno Nassim, que ministrava aulas em escolas estaduais de química, física e biologia, disse que sua consciência ambiental também começou na última empresa em que trabalhou, pois esta estava comprometida com tratamento de efluentes. O experimento que mais lhe marcou foi a produção de biodiesel por catálise básica, essencialmente porque durante a aplicação desse experimento foi discutido que a produção de um biocombustível poderia ser impactante às florestas primárias, dependendo da intensidade da produção. Para Nassim isso era novidade, pois não pensava no ciclo de vida do biodiesel para avaliar se este era ou não impactante. Para fazer tal avaliação, observava somente a produção e o consumo de gás carbônico envolvido, respectivamente, na queima desse biocombustível e na plantação das oleaginosas, produtoras da matéria prima essencial à produção do biodiesel.

Decidi então ressaltar mais, em meus próximos trabalhos, o conceito de ciclo de vida, visto que durante meus estudos este conceito tinha sido marcante e meu aluno reforçou a idéia de ser um conceito desconhecido e que lhe propiciou uma visão diferente sobre uma tecnologia química.

A licencianda Julia 2 foi a única a dizer que as disciplinas ministradas por mim foram responsáveis pela sua consciência ambiental, ela tinha apreciado muito o experimento de chuva ácida e por isso também adotou esse assunto, juntamente com Daniela, na elaboração de seu projeto.

Finalmente o licenciando Fabio, que trabalhava em uma indústria de agrotóxicos, disse que sua preocupação ambiental vinha dos problemas de saúde gerados pela empresa na qual trabalhava. Sabia que deveria procurar alternativa para sobreviver, porém o salário era interessante e com dois filhos ainda não visualizava outra opção. Pensava na licenciatura como alternativa complementar à indústria. Fabio gostou do experimento de chuva ácida e por tal razão resolveu relacionar esse conteúdo com o do gás natural em seu projeto de ensino juntamente com a licencianda Suelen. No entanto, esse licenciando durante a prática experimental de produção de biodiesel, fez várias sugestões que tornavam o experimento mais impactante, tais como: efetuar a etapa de neutralização, utilizar solventes orgânicos para extrair o biodiesel de sua mistura reacional e aumentar a quantidade de reagentes para a realização do experimento. Enfim, sua prática era diferente de seu discurso, pois sempre

prezava o rendimento máximo, mesmo para um experimento didático, em detrimento do Meio Ambiente.

Notei que essa atitude era comum entre os licenciandos acostumados com uma prática laboratorial no bacharelado descompromissada com o Meio Ambiente Humano, independentemente de terem freqüentado a disciplina Química Ambiental. Era algo que eu deveria considerar nas minhas tentativas de modificar essa postura perante os experimentos didáticos.

A avaliação que fazemos hoje da minha ação docente, era da busca por uma solução mágica, ou ainda, uma fórmula acabada para ter o total envolvimento de meus alunos com as questões sócio-ambientais. O fato de me deparar com projetos que iam de encontro às minhas idéias, ou ainda, que não apresentavam uma adesão total com a causa verde, me movimentava na alteração do meu discurso e práticas. Não estava percebendo que toda ação docente apresenta limites e os resultados nem sempre são imediatos.

Mais importante, acreditei que a fórmula mágica da minha metodologia de ensino tinha como elemento estrutural a química verde. Faltava acertar formas de envolver os alunos com a ‘causa’ verde. Provavelmente, não reconhecer e, sobretudo, não aceitar os limites de minha ação docente dificultasse a análise do discurso dos meus alunos, no sentido de desconhecer e desconsiderar os indícios que apontavam para limitações nas possibilidades de mudanças em suas visões e em suas práticas.

Acredito, entretanto, que duvidar da ‘onipotência didática’ da metodologia que estava elaborando, poderia ter limitado meu investimento nela e na minha própria formação científica.

De qualquer forma, os resultados para mim pouco satisfatórios do meu ensino, e até mesmo as sugestões dadas por alguns pesquisadores do grupo de trabalho do meu orientador, indicando que o caminho percorrido necessitava de alterações, constituíram um alerta que eu procurava minimizar e interpretar.

Ainda, as questões feitas aos alunos foram no sentido de melhorar a minha metodologia de ensino, buscando os elementos que deveriam ser incorporados e os que deveriam ser descartados. Não me preocupei em discutir em profundidade com os licenciandos questões dos seus projetos, mas apenas questões pontuais. O foco na metodologia não me permitiu discutir adequadamente possibilidades de enriquecimento dos seus trabalhos, perdendo uma oportunidade de propiciar uma análise crítica de suas produções. Tampouco busquei entender porque haviam tomado o caminho que tomaram e não aquele que eu achava ser certo. Principalmente, não discutimos porque da dificuldade em

abordar problemas tão graves e próximos a eles, como era o caso da empresa produtora das pás eólicas.

Em resumo, a relação didática deste ano foi dominada pelo Discurso da Universidade, enriquecido pelos conhecimentos adquiridos nos cursos de graduação e pós-graduação. Eu desempenhava o papel de guardião para que a verdade da Química Verde se transformasse em lei dos licenciandos, levando-os a uma insatisfação ou confronto com a abordagem conhecida por eles durante os estudos científicos de química no ensino médio. Essa prática foi temperada em parte pelos questionamentos sistemáticos que visavam o envolvimento dos licenciandos e não sua exclusão (discurso da Histórica). Por isso, o resultado mostrou-se mais eficiente do que a prática docente dominada pelo Discurso do Mestre no ano anterior, pois comparativamente, houve uma razoável evolução, visto que todos os trabalhos adotaram uma abordagem ambiental.

No entanto, essa evolução não foi suficiente para minimizar a busca pela melhora da metodologia, que deveria resultar numa adesão total dos licenciandos às minhas idéias. Minha idealização da Química Verde era a ‘verdade’ que deveria ser seguida; essa era a abordagem idealizada que eu perseguia sem parar e sem pensar o quanto era efetivamente adequada aos meus alunos.

b) Questionário

No final de 2006 apliquei um questionário (Anexo 6), para buscar as concepções que os meus alunos, tanto os licenciandos quanto os professores da Rede Pública Estadual, tinham sobre meio ambiente e as suas expectativas sobre o rumo da humanidade. A minha busca era por explicações para as dificuldades do envolvimento com as causas sócio-ambientais.

Quando questionados sobre qual a imagem mental que lhes ocorria ao ouvir o termo meio-ambiente, cinquenta e quatro por cento dos entrevistados apresentaram uma imagem categorizada como ‘**utópica**’ sobre a concepção do meio ambiente, descritas abaixo:

“Muita grama verde, árvores frutíferas, passarinhos voando, cachoeira ao fundo” (A LQ)

“Natureza, um determinado local”. (Fr Ap)

“Um ambiente gostoso e tranquilo, pois ao ouvir o termo passa essa sensação de bem estar, o que contradiz o ambiente da cidade.” (G Ap)

“Paisagem com animais, água e plantas.” (Ju LQ)

“Local calmo, barulho apenas dos organismos vivos, sejam os animais ou simplesmente o barulho das folhas ao vento, sol/chuva.” (Ma Ap)

“Interação entre os seres vivos e o lugar onde vivem.” (MiAp)

“Mata, campo, praia, animais, paisagem que não tenham interferência humana.” (Ny Ap)

“...ambiente de muita paz, sem poluição, sem desmatamento, com cada nicho ecológico sendo respeitado e ainda uma harmonia perfeita entre os seres humanos.” (P Ap)

“A imagem mental que sempre me ocorre é de algo em perfeito equilíbrio, os vegetais e animais.” (Pe Ap)

“Vegetação, animais, água, solo, ar, natureza, tudo relacionado com qualidade de vida, ou seja, vejo meio ambiente como vida e saúde.” (R Ap)

“Natureza em harmonia, em equilíbrio.” (Fau LQ).

Vinte e um por cento dos entrevistados apresentaram uma visão que categorizei como **‘angústia’**:

“Planeta em sofrimento” (A Ap)

“Preservação de água e plantas” (D LQ)

“Poluição, desrespeito, desinteresse do poder público, incerteza em relação aos filhos, netos, etc.” (F Ap)

“Quando escuto falar de meio ambiente lembro-me da preservação do planeta.” (Jm LQ)

“Eu particularmente estou muito preocupado com o rumo do nosso planeta, é muito triste observar a falta de respeito com os seres e principalmente com o ambiente. Eu gostaria que as cidades fossem bem arborizadas, com pássaros voando e cantando e também observar o balé das borboletas felizes. Imagine as abelhas colhendo o néctar e produzindo mel com odores florais; ai é tão bom sonhar.” (M Ap).

Como a maioria dos entrevistados apresentou uma visão utópica de meio ambiente, a interpretação que fiz na época foi de que os licenciandos e professores efetivos ao não se

incorporarem a esse meio ambiente, visualizando-o como algo distante e perfeito, apresentariam dificuldades em atuarem de forma contundente durante suas ações docentes.

Quando as categorias oriundas desse questionário e estabelecidas por mim foram apresentadas ao grupo de pesquisa com o qual debatia meus resultados, uma pesquisadora argumentou que esses dados não iriam levar a resultados conclusivos, por serem bastante genéricos. Já outra pesquisadora, que também trabalha com psicanálise, alertava que o padrão se encaixava no amadurecimento do aparelho psíquico idealizado por Melanie Klein. Naquele momento, não entendi a sugestão e, ainda, acreditei não ser o caso de explorar esse rumo, pois minha preocupação era aperfeiçoar a metodologia de trabalho e melhorar o desempenho dos alunos.

Hoje, após os resultados de 2008, compreendi que esse questionário mostra uma idealização do meio ambiente e, portanto esse grupo de alunos em seu imaginário estaria priorizando a fase esquizo-paranóide, onde ocorre a separação entre o bem e o mal. Nessa interpretação, o meio ambiente onde os alunos estavam é o ‘mal’, enquanto o meio ambiente idealizado, ‘utópico’ é o bem.

Por outro lado, os alunos que se encaixaram na categoria ‘angústia’ seriam aqueles que incorporaram o meio ambiente, onde o bem e o mal residem no mesmo lócus, portanto seu imaginário estaria dominado pela posição depressiva. Essa posição representa um amadurecimento e, conseqüentemente tais professores estariam mais aptos à incorporação das questões sócio-ambientais em sala de aula.

Para explorar de maneira mais efetiva essa observação, precisaria também ter informações sobre a relação dos alunos com sua escrita, ou seja, o quanto das frases escritas era representativo de sua relação com o meio ambiente.

Outro dado que chamou a atenção dizia respeito à apresentação de quatro afirmativas (parte II do Anexo 6), onde solicitei aos alunos que escolhessem uma delas para comentar. A afirmativa selecionada pela maioria dos alunos foi:

“Alternativa 4. A ciência tem um papel fundamental na construção de novas tecnologias. Tais tecnologias se por um lado colaboram com o conforto humano e o aumento da expectativa de vida das pessoas, por outro, são produtoras de poluentes e consumidoras vorazes dos recursos físicos da terra. Como essas tecnologias estão vinculadas diretamente à natureza consumista do homem, inevitavelmente estamos caminhando para a falência do planeta.”

Sessenta e sete por cento, ou seja, 16 dos alunos entrevistados escolheram comentar a tal afirmação, sendo que desses, cinquenta e seis por cento, ou seja, nove alunos concordaram plenamente com a mesma, como descrito a seguir:

“Concordo inteiramente com essa afirmativa e ainda acrescento que o homem é a praga do planeta, o único ser vivo que consome todos os seus recursos sem pensar no futuro e que um dia tudo isso terminará na sua própria destruição. A primeira frase só vem reforçar o egocentrismo humano.” (Su Ap)

“Concordo com a proposição 4, pois estamos tendo muitos benefícios com os avanços tecnológicos, para um maior conforto e qualidade de vida. Opa, “qualidade de vida”, temos como qualidade de vida o que é bom para si mesmo, mas esquecemos da qualidade do planeta, do universo, de todos. Portanto, acredito que o homem individualista que é, irá destruir e será destruído.” (R Ap)

“Frase 4. Concordo com esta frase na idéia de que em busca de uma melhor qualidade de vida, o ser humano esqueceu que era parte de um todo, que este equilíbrio era eterno. A qualidade de vida superou o bom senso e valorizou o egoísmo, partindo de que o futuro somos nós, vivendo o presente pensaram ser eternos.” (Pe Ap)

“Concordo com a afirmativa 4. Acho que o avanço tecnológico e o consumo desenfreado causará a falência do planeta.” (Mi Ap)

“Afirmativa 4. Estamos caminhando para a falência do planeta e conseqüentemente nossa espécie será extinta, sou pessimista em relação ao futuro, pois, no passado o homem foi a Lua e muitas pessoas aqui na terra morriam de fome. Nos dias de hoje já existe tecnologia sofisticada e as pessoas continuam a morrer de fome.” (M Ap)

“O aumento da tecnologia para uma melhor condição de vida provoca um desgaste nos recursos naturais, que no futuro irá refletir na própria humanidade e podendo levá-la ao desaparecimento.” (Fr Ap)

“Frase 4. Concordo com esta frase, pois se a sociedade não alterar seu modelo consumista, a ciência sozinha não dará conta de “salvar” o planeta.” (F Ap)

“Concordo com a quarta frase, pois se houver fracasso do planeta tudo que existe nele se transformará e talvez não seja boa coisa.” (Ey Ap)

“Eu concordo com essa afirmação, o homem está caminhando para sua destruição, pois não foi capaz de se desenvolver sem destruir o planeta. Acreditando que seria capaz de reverter os danos, não se preocupou em preservar e poupar os recursos naturais, além de sintetizar uma grande parte de

compostos que não sabe ao certo os efeitos que estes terão sobre o meio ambiente. O modelo atual de desenvolvimento tecnológico que gerou maior conforto e aumento de expectativa de vida é uma faca de dois gumes, pois no momento favorece alguns seres humanos, a médio prazo gera problemas ambientais que comprometem a “saúde” do planeta e conseqüentemente a vida dos seres vivos, impossibilitando a sobrevivência nos moldes atuais.” (Ju LQ)

Interpretei na época, a falta de esperança, ou ainda, o pessimismo como motivo da dificuldade de ações didáticas envolvendo questões sócio-ambientais, porém não entendia como essa falta de esperança persistia mesmo perante as alternativas verdes apresentadas por mim.

Novamente a pesquisadora do grupo de estudo de doutorado que trabalhava com psicanálise argumentou que estava ocorrendo uma separação, onde os professores se viam a parte desses ‘homens egoístas e destruidores do Meio Ambiente Humano’. Ela argumentou que enquanto eles se sentissem a parte, distantes, eles não agiriam. Esses alunos estariam na posição esquizo-paranóide.

No entanto, eu não consegui relacionar esta interpretação com minha perspectiva, mesmo após a leitura de artigos abordando as idéias de Melanie Klein. Somente mais tarde esse discurso começaria a ter sentido para mim. Conclui na época, que a alternativa implicitamente apresentada por esses alunos para minimizar o impacto da existência humana seria voltar ao estado primitivo, com a modificação total do ser humano, quebrando os elos com uma tecnologia impactante e um sistema estimulador do consumo.

Veremos depois, na análise do meu percurso, que esses dados são compatíveis também com o movimento de constituição da Sociologia Ambiental, onde em uma primeira etapa os ambientalistas acreditavam que a solução para os problemas ambientais estava no descolamento do desenvolvimento econômico. Na separação entre o bem e o mal. A sociedade primitiva, purista, sem contaminações seria o bem, enquanto o mal seria o desenvolvimento econômico vinculado às tecnologias e às implicações catastróficas ao Meio Ambiente Humano.

Os outros alunos que escolheram essa alternativa para comentar concordaram com ressalvas:

“Concordo com essa afirmativa, porém podemos usar a tecnologia para resolver problemas criados por ela mesma, beneficiando a vida humana e utilizando o ambiente para seu benefício de modo sustentável.” (Sl Ap)

Alternativa 4 – “A tecnologia pode ser muito útil desde que seja bem utilizada e orientada.” (S Ap)

“O problema é a humanidade abrir mão ou controlar determinados gastos e consumos para que possamos reverter o caminho para o fim, e a primeira providência seria o controle populacional.” (Ny Ap)

“4ª afirmativa. A tecnologia está ligada diretamente ao seu poder de produzir novos produtos, que por sua vez estão ligados ao conforto – bem estar – expectativa de vida (consumismo). Os sub-produtos são impactantes, porém não creio que estarão ligados a falência do ambiente, o ambiente busca meios para a auto depuração.” (Ma Ap)

“A quarta afirmativa é em grande parte acertada, segundo a minha opinião, pois se o homem consumista da maneira que está, sem se preocupar com o que deixa para seus descendentes, pode realmente estar levando o planeta ao seu extermínio. Há, no entanto uma grande possibilidade deste estado de coisas ser alterado, se o olhar humano sair do ganhar e se voltar para o viver harmoniosamente.” (E Ap)

“Concordo, porém acredito que a ciência e a tecnologia são capazes de reverter o processo de degradação do planeta, ou seja, ao menos retardá-lo.” (A Ap)

“Eu acho que o conceito mais “verdadeiro” é a quarta afirmativa, pois eu acredito realmente que a ciência tem um papel fundamental na construção de novas tecnologias aumentando a expectativa de vida das pessoas, criando medicamentos, por exemplo. Mas essas novas tecnologias são poluentes e acabam com os recursos naturais, com isso na verdade a tecnologia acaba com o homem devido a essa poluição. O ideal seria fazer a tecnologia se preocupando com a conservação dos recursos naturais, preparar somente o que for utilizar, aproveitando assim tudo o que foi preparado sem haver descarte, além de criar a tecnologia de forma a se preocupar com os recursos naturais durante o projeto, não deixando para se preocupar somente quando há a necessidade, pois já pode ser tarde.” (D LQ)

A análise feita por mim concluía que agora os alunos entendiam que a solução para as questões sócio-ambientais estava na tecnologia, na ciência, até mesmo na natureza, ou seja, um objeto ideal. Essa perspectiva compactuava com minha visão na época, pois acreditava nas tecnologias verdes como alternativa para minimização do impacto da existência humana. Nesse ponto, hoje, podemos perceber que eu ainda não tinha amadurecido em termos psíquicos, visto que também idealizava uma solução, a Química Verde.

Hoje analisamos que, nos dois grupos de comentários ocorre a criação de um objeto ideal. Seja uma sociedade ideal, purista, com homens éticos, comprometidos integralmente

com o Meio Ambiente; ou ainda, tecnologias comprometidas idealmente com soluções às ações humanas por mais desastrosas que sejam elas.

Observando esses dados e comparando com o movimento de constituição da Sociologia Ambiental, percebemos na crença de que a solução está na sociedade ideal (*idealização da sociedade*) uma semelhança ao Movimento Ecológico dos anos 70 (LENZI, 2005). Por outro lado, quando a crença dominante é aquela onde a solução está na modernização das tecnologias (*idealização das tecnologias verdes*), notamos semelhanças com a chamada Modernização Ecológica (LENZI, 2005).

Esses movimentos, movimento ecológico e modernização ecológica, antecedem a concepção de Sociedade de Risco (BECK, 1999), que contempla a necessidade da convivência com as tecnologias, já que delas dependemos, no entanto, ressalta ser fundamental estarmos habilitados a discutir os riscos inerentes a elas. Tais riscos podem ser sociais, químicos, à saúde humana e/ou animal, de natureza global ou individual. A partir do conhecimento crítico destes, estamos em condições de definir quais tecnologias queremos incorporar em nossa sociedade. Esse movimento estabelece uma convivência crítica da sociedade com a tecnologia.

Ao mesmo tempo, analisando na perspectiva de Melanie Klein, essa idealização da sociedade ou das tecnologias verdes seria um passo necessário para permitir o amadurecimento psíquico, que pode ser percebido em uma pessoa, ou em grupo de pessoas.

Quando a idealização, na qual se assume uma posição esquizo-paranóide, perdura de maneira rígida, pode ser considerada uma situação patológica. Na concepção kleiniana, para ocorrer uma evolução faz-se necessário a aproximação da posição depressiva, que envolve algum tipo de relativização do ideal.

Analisando sob a perspectiva do comprometimento com as questões sócio-ambientais, a adoção efetiva da concepção de Sociedade de Risco, por mim e por meus alunos, pode ser considerada como um compartilhamento com este tipo de avanço, ou seja, a passagem de uma posição esquizo-paranóide para uma posição depressiva.

5.3. ANO DA ARREGIMENTAÇÃO AMBIENTAL: 2007

5.3.1. Introdução

A participação na disciplina “*Química Verde*” no IQ da USP durante o ano de 2006 implicou na elaboração dos cursos de Biodiesel e de Solventes Alternativos na I Escola de Verão em Química Verde no Instituto de Química da USP no ano de 2007.

O conhecimento adquirido nesse evento me deu embasamento para o aperfeiçoamento da minha metodologia de ensino comprometida com as causas ambientais e verdes. Também serviu para começar a observar com mais cuidado e competência a situação ambiental nos arredores de minha casa, região da periferia de São Paulo.

Percebi a presença de indústrias metalúrgicas e gráficas ilegalmente alojadas nos últimos anos; simultaneamente recebi relatos de moradores que se queixavam de que sua saúde estar comprometida há algum tempo. Acreditei que meu conhecimento científico fosse suficiente para obter sucesso na recuperação da qualidade do ar e da saúde da população local. Assim resolvi investir também nessa frente de luta.

5.3.2 A luta contra a degradação ambiental do meu bairro

Em abril de 2007 iniciei uma luta inglória através da abertura de processos, primeiro na prefeitura e depois na Cetesb. Como estes não surtiram os resultados desejados, fiz denúncia ao Ministério Público do Estado de São Paulo em setembro desse mesmo ano, apoiada nas Leis de Zoneamento e ambiental. A denúncia foi acatada e transformada em três processos, porém resultados positivos ainda não foram obtidos.

Paralelamente quando entrei em contato com a população local, buscando apoio através de abaixo-assinado, percebi a total falta de conhecimento dos impactos causados por essas indústrias. Algumas pessoas acreditavam no que eu estava dizendo, porém temiam lutar contra pessoas ‘tão poderosas’.

Deparei-me ainda, com moradores que também eram funcionários dessas indústrias, e estes temiam pelo seu emprego caso se envolvessem nessa luta (e seus patrões tinham deixado claro que tal fato ocorreria). Outros ainda estavam preocupados com a sua sobrevivência, já que a saída das indústrias do bairro significava falta de emprego. Percebi as seguintes dificuldades para os moradores aderirem à luta por melhores condições de vida para toda a comunidade:

1. A maioria das pessoas reconhece como poluentes aqueles produtos associados a cheiros ruins e fumaça preta. No caso da indústria gráfica, os solventes utilizados são normalmente aromáticos e são invisíveis aos nossos olhos. Já a metalúrgica fazia normalmente suas emissões ácidas no período noturno, quando a maioria das pessoas estava dormindo;

2. A maioria das pessoas acredita que desenvolvimento econômico significa minimização das diferenças sociais e acesso a um consumo incentivado pela sociedade capitalista. E ainda, acredita que a preocupação com as questões ambientais está relegada a pessoas muito bem estabelecidas socialmente e sem grandes preocupações com a sobrevivência;

3. É muito difícil para os moradores aceitarem que problemas tão sérios estejam ocorrendo em suas casas quando estes não têm outra opção a não ser continuar morando nesse local. Por uma questão de saúde mental é mais fácil negar o problema do que enfrentá-lo.

Além disso, durante nossa atuação percebemos que essas indústrias escolhem lugares onde a população é pobre, de baixa escolaridade e com dificuldade de entrada no mercado de trabalho em função de sua baixa qualificação. Sendo assim, essas pessoas são mais facilmente manipuláveis, concluindo que de fato a pobreza atrai uma quantidade infeliz de riscos.

Paralelamente, só há movimento efetivo das instituições legais se há um movimento de um grande número de pessoas, independentemente dos efeitos desastrosos dessa atuação em área residencial sobre a saúde dessa população. E ainda, a comprovação desses efeitos, através de trabalhos científicos, não é levada em consideração quando da efetivação de denúncias.

Presenciamos o domínio da concepção de que o preço do desenvolvimento é a deterioração da saúde pública e do Meio Ambiente Natural, sem a busca por uma alternativa simbiótica. Essa percepção transformou-me em uma profissional ainda mais determinada a divulgar os impactos invisíveis aos olhos leigos causados pelas tecnologias químicas à qualidade de vida da população, na esperança que essas informações fossem difundidas em caráter emergencial.

Acredito, e acreditava na época que todos tinham o direito de saber a que riscos estavam sendo submetidos em seu local de trabalho ou nos arredores de suas casas, para depois decidir se o preço pago pelo crescimento econômico compensava as perdas advindas dele. Ainda, a busca por alternativas menos impactantes só iria ocorrer se essas indústrias fossem pressionadas tanto pela população local quanto pelo poder público.

Introduzi este relato, por suspeitar que os eventos narrados, apesar de distintos de minha atuação docente, de fato, influenciaram muito a conduta de pesquisa e mesmo a interpretação dos eventos. Na época, estes fatos estimularam novamente a insatisfação com resultados parciais até então obtidos na prática docente.

Agora, mais do que nunca, acreditava que o envolvimento dos alunos com essas questões tinha que ser total. Conteí aos meus alunos a experiência vivenciada em meu bairro, na tentativa de fazê-los perceber a urgência do envolvimento deles com questões sócio-ambientais. No entanto, percebi neles, durante todo o primeiro semestre, quase a mesma reação encontrada na população local. Ou seja, os alunos pouco conheciam sobre os impactos da sua própria ação enquanto químicos no Meio Ambiente Humano, e ainda, acreditavam que o preço do desenvolvimento era o prejuízo do Meio Ambiente Humano. Também procurei divulgar ao máximo a necessidade de modificar o ensino de Química na direção de uma perspectiva sócio-ambiental.

Um indício interessante, referente à minha situação na época, foi a escolha do referencial provisório de análise para as categorias estabelecidas das respostas ao questionário aplicado em 2006: a teoria de Erich Fromm. Nela havia posições bastante radicais que pareciam entrar em ressonância com minha posição subjetiva em relação ao compromisso para uma sociedade melhor.

Erich Fromm levanta aspectos do caráter social para compreender os problemas da sociedade dos anos 60-70, tais como: alienação, defeito socialmente compartilhado, etc. Ele estabelece propostas de melhora rumo a uma sociedade mais justa e igualitária. Era exatamente assim que me sentia e, portanto a justificativa para tanta injustiça social parecia se encaixar perfeitamente nas críticas e análise social de Fromm.

Deduzia então, que meus alunos não compartilhavam das minhas idéias como eu desejava, pois estavam alienados, e como a alienação era um defeito socialmente compartilhado, eles não sentiam necessidade de mudar. Em contrapartida, eu era uma 'pária social' por não compartilhar o mesmo defeito.

Apresentei ao grupo de doutorado minha análise e não encontrei respaldo para minhas idéias. Meu orientador alertou-me para o caráter radical das idéias de Fromm, muito semelhantes às minhas posições. Não aceitei de imediato a rejeição da minha análise, mas depois percebi que a natureza das interações que buscava compreender, professor/aluno, estava um pouco distante das estudadas por Fromm, homem/sociedade. Fromm estabelecia um modelo ideal de sociedade, modelo esse ultrapassado para os problemas advindos de uma sociedade globalizada.

A leitura do livro “Ter ou Ser”, desse mesmo autor, mostrou-me a inaplicabilidade de suas idéias na análise dos meus dados. Nesse livro ele apresenta idéias humanistas bem radicais e utópicas, tais como ‘*Aspectos de Uma Nova Sociedade*’ (FROMM, 1987, pp. 170-171):

Ela teria que solucionar o problema de como continuar o modo de produção industrial sem total centralização, isto é, sem chegar a um tipo de fascismo à maneira antiga ou, mais provavelmente, a um “fascismo tecnológico com face sorridente”.

Teria que estimular o progresso científico, e ao mesmo tempo, evitar que esse progresso se transforme em perigo para a espécie humana em sua aplicação prática.

Teria que criar condições sob as quais as pessoas sintam bem-estar e alegria, e não a satisfação no sentido de obter o prazer máximo.

Nesse livro também ficou evidente o papel de suas propostas religiosas como parte da reformulação social e humana, confirmando que as idéias do autor em nada ajudariam na minha análise, servindo apenas como ‘amparo emocional’ na luta por melhores condições de vida para os moradores do meu bairro.

No ano seguinte deixei de lado este referencial por considerar que ele não me ajudaria muito na interpretação da minha relação com os alunos, pois eu estava tentando entender os pequenos sinais de mudança e as possibilidades de atuação efetiva que eles apresentavam, e que estavam bastante distantes das posições sustentadas por este autor.

5.3.3. Elaboração de cursos de Química Verde para graduandos e para professores da rede pública.

Em janeiro de 2007 participei da elaboração dos cursos de Biodiesel e de Solventes Alternativos para a I Escola de Verão em Química Verde no Instituto de Química da USP; o conhecimento adquirido nesse evento me deu embasamento para o aperfeiçoamento da minha metodologia de ensino comprometida com as causas ambientais e verdes.

Em julho de 2007 ministrei e elaborei o curso de “*Química Verde*” na Instituição de Ensino Superior onde trabalhava com duração de 16 horas, tendo como público alvo os bacharéis em Química que freqüentavam desde o primeiro até o sexto semestre. Os conteúdos abordados foram:

- a) Fundamentos da Química Verde
- b) Química Verde e Química Ambiental

- c) Solventes alternativos: solventes supercríticos e líquidos iônicos
- d) Tratamento de efluentes: Aeróbicos; Anaeróbicos e Processos Oxidativos Avançados (POA)
- e) Ciclo de vida dos processos – sua importância na compreensão dos impactos ambientais.
- f) Exemplos reais da aplicação da Química Verde em processos produtivos.
- g) Aplicação dos conhecimentos teóricos no estudo de casos:
 1. Biodiesel – usos, produção através de catálise ácida, básica e enzimática. Avaliação dos impactos para o Meio Ambiente Humano na produção e usos desse combustível alternativo. Comparação entre os impactos do biodiesel e os do diesel.
 2. Utilização do íon ferrato no tratamento de água – usos, produção eletrolítica, vantagens e desvantagens dessa metodologia quando comparada com a metodologia tradicional e avaliação dos impactos na produção e usos desse oxidante.

Alguns alunos do bacharelado, que em 2005 não haviam compreendido totalmente a idéia da aplicação da Química Verde na indústria, freqüentaram o curso participando e buscando maiores informações sobre a Química Verde. Esse curso contemplou também o conceito de ciclo de vida, desenvolvido durante minha participação nos cursos do IQ da USP. Este conceito trazia uma perspectiva dos impactos reais envolvidos na produção de bens, demonstrando que a Química Verde não tem a solução, já que todas as formas de produção são impactantes, algumas mais outras menos.

A participação dos alunos foi motivadora já que eles não faltavam, faziam sugestões para minimização de impactos durante as práticas experimentais e solicitavam ajuda para questões ambientais das indústrias nas quais trabalhavam, tais como na minimização de sulfatos nas águas residuais, na solicitação de artigos sobre a produção e utilização de ferrato no tratamento de efluentes industriais.

Também era procurada para responder a questões conceituais e de interpretação dos artigos científicos indicados por mim. Interpretei esses questionamentos e buscas como um comprometimento com a minha proposta, não só por uma participação em sala de aula, mas também fora dela, através de leituras e interesse em aprender a pesquisar suas necessidades.

Para alguns problemas encaminhados pelos alunos eu não tinha sequer um encaminhamento inicial, porém indicava caminhos para iniciarem uma pesquisa sobre o assunto. Dessa vez, diferentemente de 2005, eu percebia as dificuldades, as insatisfações e ressonâncias. Tivemos a participação de uma aluna da Unicamp que me procurou para dizer-me que o curso tinha lhe trazido informações novas e interessantes.

Ao final do curso questioneei-os sobre suas impressões sobre os conteúdos discutidos. Os alunos que se manifestaram alegaram algumas dificuldades conceituais na compreensão de alguns tópicos abordados, tais como: eletrólise, potenciais de redução, etc. Em suma, as dificuldades estavam relacionadas a conceitos básicos; embora eu tenha tentado minimizá-las, meu trabalho não fora suficiente.

Propuseram a continuação desse curso para o próximo ano com uma carga horária maior para facilitar a assimilação de conceitos. Argumentei que sabia das dificuldades deles incluindo o pouco tempo para o estudo em função do trabalho e até mesmo a formação em escolas públicas, onde o ensino de química era muito prejudicado pela ausência de profissionais inteiramente capacitados.

Dispus-me a ajudá-los no que fosse possível na minimização das dificuldades conceituais assim que sentissem necessidade, deixei meu e-mail a disposição para encaminhamento de dúvidas e alertei-os da necessidade de não desistir perante suas dificuldades. Sugeri ainda, que eles deviam questionar seus professores de química geral, inorgânica e orgânica mesmo perante dúvidas que considerassem muito simples.

Também percebi que alguns artigos indicados como referências, apresentaram-se de difícil interpretação por parte de certos alunos, porém eles me mostraram onde estavam suas dificuldades, buscaram respostas. Mesmo que essa busca tenha sido feita em fontes inadequadas, participaram das aulas colocando suas posições e não simplesmente ouvindo.

As aulas experimentais avançavam o horário e a maioria dos alunos se preocupou com o destino dado ao material residual. Decidimos que as soluções residuais, da produção de ferrato e do biodiesel, fossem utilizadas por alunos da iniciação científica da Instituição de Ensino para a possível produção de sabão. O biodiesel produzido foi encaminhado a um aluno da Iniciação científica que trabalhava com produção desse biocombustível.

Concluí que o meu discurso estava agora enriquecido pelos conhecimentos adquiridos no ano de 2006 e a metodologia de ensino estava gerando uma insatisfação. Podemos interpretar que eu tinha conseguido estabelecer uma relação na qual havia alternância entre o Discurso da Universidade com o da Histórica, com um proveito razoável dos alunos.

Em agosto de 2007 fui convidada a participar do V Simpósio Brasileiro de Educação Química, em Belém - Pará, para ministrar e organizar os conteúdos para o curso intitulado *“Fundamentos da Química Verde e sua Aplicabilidade no Desenvolvimento dos Conteúdos de Química em Sala de Aula”*. O curso era voltado para professores de ensino médio e com duração de 6 horas. A proposta de curso, enviada aos organizadores do evento e aplicada com os participantes, foi:

“O curso terá na parte teórica a compreensão dos fundamentos da química verde assim como a compreensão da sua importância na aplicação de uma química sustentável. Também serão apresentados casos reais de modificação de processos químicos tornando-os menos danosos ao meio ambiente natural e estudo de caso da aplicação do íon ferrato em estações de tratamento de efluentes.

Na parte prática apresentaremos propostas de experimentos com abordagem verde, tais como:

1. Cinética química – um experimento ambientalmente interessante quando comparado com outro tradicional. Reagentes: ácido ascórbico 1g (vitamina C), solução de iodo 3% (a venda em drogarias), água oxigenada 10 e 20 volumes (a venda em drogarias), água mineral com pH próximo a 7. Vidraria: béquer, tubos de ensaio, pipeta e proveta.

2. Produção de biodiesel utilizando catálise básica - comparação entre os métodos de produção e discussão sobre ser o biodiesel um combustível verde. Reagentes: óleo de soja, hidróxido de sódio sólido, álcool etílico anidro. Vidraria: funil de decantação, béquer, chapa de aquecimento que permita agitação, béquer, pipeta e proveta.

3. Chuva ácida – um experimento didático, tanto para o ensino médio como para o superior, levando em consideração o baixo impacto ambiental. Reagentes: argila, areia, calcáreo, vinagre, água mineral com pH próximo a 7, repolho roxo, tubos de ensaio, béquer, bacias plásticas.

4. Produção do íon ferrato – estudo da aplicação do íon ferrato na elaboração de experimento didático sobre tratamento alternativo de água de consumo humano. Reagentes: prego, hidróxido de sódio sólido e água destilada. Vidraria: tubo em U com diâmetro de 2,0 cm, bateria 9V de corrente contínua.”

Nesse mesmo evento apresentei oralmente os trabalhos intitulados: *“Experimentação Verde – Utilização do Íon Ferrato em Substituição ao Íon Dicromato na Elaboração de um Bafômetro Caseiro”* e *“Experimentação Verde – Tratamento de Água Utilizando o Íon Ferrato como Agente Coagulante e Desinfetante”*, Anexos 4 e 5, desenvolvidos com minhas orientandas da licenciatura e aplicados na Instituição de Ensino Superior a que estava vinculada.

Os trabalhos obtiveram uma boa receptividade por parte dos participantes, tanto durante o curso quanto na apresentação oral. Tal receptividade foi percebida pelo questionamento sobre parâmetros de aplicação de tais experimentos na sala de aula, e

esclarecimentos de adaptações necessárias a aplicação desses experimentos em condições materiais ruins.

Outros participantes se mostraram muito interessados sobre a química verde e questionaram sobre as referências trazidas por mim, assim como possibilidades de cursos sobre o assunto. Alguns participantes mantiveram contato comigo via e-mail solicitando o envio de alguns artigos e sugestões de trabalho.

Para mim essa receptividade aos trabalhos apresentados constituiu um reforço na minha tentativa de elaborar uma metodologia de ensino da Química interessante e aplicável, na perspectiva da Química Verde.

5.3.4. Aplicação de experimentos verdes envolvendo ferrato, desenvolvidos na IC

No segundo semestre de 2007 apliquei na disciplina de “*Prática de Ensino de Química II*” os experimentos sobre bafômetro caseiro e tratamento de água, cujos artigos foram publicados na Revista Científica da Instituição de Ensino Superior na qual trabalhava (Anexos 4 e 5)

Através da leitura desses dois trabalhos, assim como dos conteúdos dos cursos ministrados nesse ano, em Sorocaba e Belém do Pará, percebemos a solidificação da metodologia de comparar um experimento tradicional com um verde para avaliar os impactos inerentes a estes. Eram mensurados os impactos tanto das tecnologias verdes como das tradicionais, procurando também incluir a responsabilidade de todos no processo de remediação ambiental.

Demonstrando não acreditar mais em uma solução definitiva para os problemas ambientais, começava a abandonar a visão ingênua de que a Química Verde constituísse essa solução. Meu discurso estava se tornando mais articulado e complexo, passando da busca de uma solução definitiva, para a procura de várias soluções, que somadas minimizariam os impactos ambientais causados pela existência humana. Tais soluções incluiriam consumo e descarte responsáveis, controle de natalidade e a avaliação dos impactos das tecnologias inerentes a uma Sociedade de Risco (BECK, 2002).

Juntamente com meus alunos, concluí ainda que a existência humana é impactante ambientalmente. A minimização desse impacto, através da escolha crítica de formas de viver, é a única alternativa. Tais conclusões levaram-me a modificar o enfoque da formação de professores ampliando o esforço na elaboração de experimentos verdes e introduzindo a discussão de temas com ênfase na ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA).

5.3.5. *Questionário e os projetos de ensino*

Essa turma de 2007 era muito heterogênea quando comparada a de 2006 e 2005. Era comum a emenda de feriados com a ausência total dos alunos, eram poucos alunos comprometidos com a licenciatura. Eram eles: Karoline, Salvio, Zeca, Marcelo, e Artur. Os outros 6 (Joana, Helena, Lena, Humberto, Danilo, Regina) não demonstravam interesse pelo curso de licenciatura, ou porque se achavam já habilitados (Joana; Helena) ou por trabalharem em indústria e a licenciatura ser apenas uma possibilidade a mais de trabalho (Helena, Lena, Danilo, Regina).

Foi uma turma difícil em função de tantas faltas, ora justificada por problemas pessoais (Marcelo, Artur, Helena, Joana e Danilo) ou por exigências no trabalho (Regina, Humberto e Lena).

A Instituição de Ensino também passava por problemas, os alunos perderam muitos professores no curso de bacharelado. Alguns destes professores não resistiram às pressões e se demitiram, outros que não cederam, foram demitidos. Nesse período a Instituição parecia já passar por problemas financeiros e quanto maior a titulação do professor maior o impacto que este exercia no orçamento, sendo então, mais facilmente substituído. Os professores da licenciatura não foram afetados por essa reestruturação do quadro docente.

Por outro lado, eu passava por uma crise de fé nas instituições legais do país: as indústrias de meu bairro chegaram a ser lacradas, uma abandonou o local, mas a outra entrou com liminar e voltou a funcionar a todo vapor. Percebi que necessitava de ajuda legal, e procurei então a Ordem dos Advogados do Brasil, sede em São Paulo. Esta prontamente me atendeu e movimentou uma ação contra essas duas indústrias, que até hoje não foram julgadas.

As preocupações com a saúde da minha família, dos meus amigos de bairro e a descrença na justiça fizeram com que a minha dedicação no final de 2007 fosse abalada. O desânimo tomou conta de minha atuação, conseqüentemente sentia-me culpada pelo desinteresse dos meus alunos.

a) Questionário (Anexo 7)

No segundo semestre de 2007 apliquei com meus onze alunos do curso da licenciatura, durante a disciplina “*Prática de Ensino de Química II*”, um questionário que tinha por

intenção avaliar o comprometimento ambiental de cada um e qual a origem desse comprometimento (na infância através da educação familiar, na escola, na indústria, etc.). O questionário buscava ainda quais as dificuldades dos licenciandos na aplicação e elaboração de projetos de ensino comprometidos com as questões sócio-ambientais. Dos onze alunos apenas cinco responderam ao questionário.

Os cinco alunos apreciaram os experimentos de tratamento de água (tratamento tradicional versus tratamento com ferrato) e também o da produção por catálise básica do biodiesel. Quatro dos cinco alunos acreditavam que as discussões sobre questões ambientais fossem importantes, quer pela formação de uma consciência crítica, quer pela multiplicação da informação. Ou seja, ensinamos o aluno, este multiplica a informação para seus amigos e familiares.

O aluno Zeca assinalou que o importante era fazer o aluno entender que a química está também comprometida com o Meio Ambiente. Quanto à questão 5:

Imagine a seguinte situação: na sua cidadezinha, onde há carência de emprego, foi instalada uma indústria que poderá trazer problemas ambientais, porém, ao mesmo tempo, trará trabalho para várias pessoas. Você vai avaliar os problemas ambientais que essa indústria irá trazer para, em seguida, conscientizar as pessoas? Ou você não irá se preocupar com isso visto que o importante é o aumento de emprego nessa cidade tão carente de oportunidades e depois, se os problemas aparecerem, você inicia a conscientização?

Marcelo, Salvio e Regina, optam por avaliar os problemas ambientais trazidos pela empresa e em seguida conscientizar a população local. Danilo e Zeca reconhecem a importância do emprego, porém optam também pela avaliação dos danos seguida de conscientização.

A minha intenção era avaliar a postura desses alunos perante as questões ambientais, o seu discurso e comparar se essa postura se repetia na elaboração de seus projetos de ensino. Para isso teria que confrontar o aluno com suas respostas, porém não consegui fazer isso em função das faltas dos alunos, e também das condições emocionais que me encontrava; assim esses dados me pareceram perdidos.

No entanto, em conversa informal com alguns alunos obtive algumas informações que me orientaram na elaboração de modificações na metodologia de ensino, pelo menos para o próximo ano.

Dois alunos (Zeca e Regina) acreditavam que a consciência ambiental imposta pode gerar cidadãos responsáveis. Zeca era proprietário de uma microempresa, onde produzia de

sabões e detergentes. Disse aos colegas de sala que no início ficava muito irritado com a vigilância da CETESB, mas depois passou a cumprir as normas estabelecidas pelo órgão e se percebia incapaz de burlar o sistema, mesmo na ausência da fiscalização.

Regina foi incumbida da aplicação de um programa de responsabilidade ambiental, começando pelo uso de copos de plástico individualizados em substituição aos copos descartáveis e chegando à minimização de contaminantes dos efluentes produzidos pela indústria. No início Regina encontrou grande resistência, nem ela acreditava na proposta, mas como foi obrigada a persistir, os resultados acabaram surgindo e acabou sendo também uma incentivadora de programas de reciclagem e de consumo responsável no condomínio onde mora.

Dessas informações concluí que talvez a obrigatoriedade do envolvimento com as questões ambientais nos projetos devesse substituir a sugestão.

Ainda, a licencianda Helena disse que não acreditava em pequenas soluções, como reciclagem de plástico, vidro e metal, ou mesmo coleta seletiva. Ela considerava que os problemas ambientais tinham atingido proporções tão assustadoras que pequenas ações não levariam a nada. Por essa razão não se sentia disposta a participar de projetos ambientais na Escola Estadual na qual trabalhava. Tal comentário foi imediatamente criticado pelos colegas presentes e reforçou a idéia de que qualquer ação rumo à preservação ambiental se somaria a outras pequenas ações que culminariam na minimização dos impactos gerados pela existência humana.

Hoje, analisando essas informações dou-me conta de que tentei construir uma metodologia de ensino com ênfase nas questões sócio-ambientais que envolvesse a totalidade de meus alunos e com implicações imediatas nas ações desses licenciandos. Em suma, não percebi os limites da minha ação. Eu não só idealizei a Química Verde como também a ação docente. Ainda, as frustrações nas várias lutas que estava enfrentando não conseguiram paralisar minha atuação.

b) Os projetos de ensino

Esses projetos também foram feitos em duplas e a abordagem das questões sócio-ambientais novamente foram sugeridas.

Zeca e Danilo escolheram o tema 'energia', com conteúdos sobre gasolina e álcool. A abordagem adotada foi comparar as vantagens e desvantagens de cada um desses combustíveis, inclusive no que se referia ao agravamento do efeito estufa.

Marcelo e Sálvio abordaram o tema ‘transformações químicas’, com conteúdos sobre metalurgia. O projeto desses licenciandos contemplou um encantamento pela metalurgia do ferro, na explicitação das reações envolvidas nas etapas da produção. Entretanto, pude notar que nenhum comentário foi feito, nem no material escrito, nem durante a apresentação oral, sobre os impactos sócio-ambientais dessa metalurgia.

Quando levantei algumas questões, os colegas comentavam para que os dois licenciandos tomassem cuidado comigo, pois poderia abrir um processo contra a metalúrgica onde um deles trabalhava (Marcelo). O aluno Salvio era professor e um profundo defensor das causas ambientais, porém seu discurso ambientalista não foi contemplado no projeto. Esse projeto muito me incomodou.

Karoline e Regina optaram pelo tema ‘transformações químicas’ e conteúdos sobre tratamento de esgotos, ressaltando cálculo da Demanda Química e Bioquímica de Oxigênio (DQO e DBO) e da importância desses cálculos para definir o tratamento de esgotos e posterior descarte em rios.

As alunas Joana e Helena optaram pelo tema ‘transformações químicas’ e conteúdos sobre polímeros. Concentraram sua atenção na produção de um polímero de condensação e explicitação sobre os símbolos de reciclagem contidos nas embalagens.

Os alunos Artur, Humberto e Lena adotaram também o tema de ‘transformações químicas’ e conteúdos sobre fermentação especificamente envolvida na produção de alimentos, onde as questões sócio-ambientais não foram contempladas.

A avaliação feita ao final do curso é que com uma turma tão heterogênea e com tanto desinteresse, deveria ter imposto a abordagem sócio-ambiental, e talvez assim tivesse produzido resultados mais efetivos. Outra conclusão é de que os projetos deveriam ser individuais para que pudesse avaliar a postura específica de cada aluno perante as questões sócio-ambientais.

Ao final do curso considerei que os alunos deste ano tiveram um desempenho insatisfatório. Essa insatisfação com os resultados deveu-se ao meu envolvimento com as causas tão urgentes do meu bairro, fazendo-me deparar com crianças e idosos adoecendo, com a indiferença do poder público. Esse quadro problemático fez com que criasse demasiadas expectativas sobre a atuação dos meus alunos, como se eles tivessem vivenciado o que eu vivenciara.

Também me responsabilizei por esse desempenho e comentei com meus alunos que acreditava não ter me dedicado adequadamente a eles. Para minha surpresa estes disseram que a responsabilidade também era deles, pois não tinham participado como deveriam.

Considerei um ano improdutivo tanto para a pesquisa, quanto na prática docente. Fiquei insatisfeita com os alunos que não entregaram os questionários, com as respostas dos que se dedicaram a responder, e com os projetos de ensino. Esperava um avanço em relação ao ano anterior que não ocorreu.

Por fim, essa insatisfação tornou-se o motor da decisão de que no ano seguinte ocorreria um desempenho melhor, com algumas providências que evitariam o desgaste ocorrido em 2007.

5.4. ANO DA FLEXIBILIZAÇÃO E DA ESCUTA: 2008

5.4.1. Introdução

Para o ano de 2008 revi minhas anotações, assim como os comentários dos alunos desde 2005 e acreditei ter uma metodologia de ensino para a disciplina “*Prática de Ensino de Química II*” estruturada para permitir discussões e avanços rumo a uma consciência sócio-ambiental. Essa metodologia incluía experimentos suficientes e coerentes com os temas selecionados. Decidi incumbir os alunos de apresentarem os experimentos, sempre em dupla: um exporia os conceitos químicos e parâmetros experimentais de um experimento tradicional e seu colega uma possibilidade menos impactante.

Quando a comparação entre um experimento mais verde e outro menos verde não fosse possível fiz modificações que possibilitassem discussões de qual deles seria mais interessante. Um exemplo dessa adaptação foi feito no módulo de energia com conteúdos sobre a produção do biodiesel. No ano de 2008 não consegui finalizar o projeto de Iniciação Científica de produção enzimática de biodiesel, então resolvi comparar produção básica utilizando como reagente ora etanol, ora metanol.

Estabeleci para a disciplina “*Projetos de Ensino de Química*” uma data para a discussão dos pré-projetos, que seriam individuais, assim como data para a apresentação do projeto final; as aulas seriam gravadas com o consentimento dos alunos, independente da posição da Instituição. O tema e conteúdos dos projetos seriam definidos pelos alunos, porém todos deveriam abordar questões sócio-ambientais.

As gravações não interferiram no processo: desde o início os alunos não se mostravam incomodados, pois sabiam que os registros auxiliariam minha tese. Somente a aluna Marina, no primeiro dia de gravação, pediu para não ser focada, pois se sentia constrangida. Nos

outros dias de gravação não se incomodou mais, aceitando de ser filmada na ocasião de suas intervenções.

A esta altura, já era conhecido que a nossa Instituição tinha sido comprada, junto com outra, e a fusão das duas implicaria no desemprego da maioria dos docentes que tinham salários mais elevados.

5.4.2. Aplicação de uma metodologia de ensino para a disciplina “Prática de Ensino de Química II”, na formação inicial de professores.

a) Introdução

O enfoque pedagógico-didático CTSA (ciência, tecnologia, sociedade e ambiente) adotado no ensino de ciências inclui o desenvolvimento de programas e projetos que promovam a formação crítica de cidadãos, ou ainda (MEMBIELA, 1997, p. 51):

[...] que promova a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos para que possam participar no processo democrático de tomada de decisões e na resolução de problemas relacionados com ciência e tecnologia.

A promoção da alfabetização científica e tecnológica de meus alunos foi programada na perspectiva de Ricardo (2007, p.2):

[...] a ciência e a tecnologia sejam assumidas como referências dos saberes escolares e a sociedade e o ambiente sejam tratados como cenário de aprendizagem, do qual os problemas e questões sociais significativas surgiriam como temas a serem investigativos com o suporte de saberes científicos e tecnológicos. (Grifo nosso).

O trabalho desenvolvido, no período de 2005-2008 com os alunos da licenciatura, para elaboração de uma metodologia de ensino comprometida com as questões sócio-ambientais foi paralelamente aplicado e desenvolvido com professores do curso de formação continuada, no programa Teia do Saber. Isso permitiu que no final de 2007 concluísse a metodologia de ensino que acreditava propiciar um ambiente adequado ao desenvolvimento de valores característicos de uma sociedade humanista.

Esperava preparar professores, através da aplicação dessa metodologia, para discutir ciência e tecnologia com seus alunos de tal forma a instigá-los a questionar o nível de comprometimento sócio-ambiental das propostas de desenvolvimento econômico. Ainda,

formar cidadãos que assumissem e delegassem responsabilidades aos seus alunos na minimização dos impactos inerentes à existência humana.

b) Conteúdos

A seleção dos conteúdos CTS, de acordo com Patrick e Bybee (1987), leva em consideração cinco critérios fundamentais:

- 1. Esses conteúdos são aplicáveis à vida atual dos estudantes?*
- 2. Esses conteúdos são adequados ao nível de desenvolvimento cognitivo e de maturidade social desses estudantes?*
- 3. Trata-se de um tema importante ao mundo atual dos estudantes e provavelmente permanecerá como tal para uma proporção significativa deles em sua vida adulta?*
- 4. Os estudantes podem aplicar seu conhecimento em contextos distintos dos científicos escolares?*
- 5. Trata-se de um tema pelos quais os estudantes mostram interesse e entusiasmo?*

Levando em consideração esses critérios foram adotados os seguintes temas para as aulas (Anexo 8):

1. Educação em ciências com ênfase em ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.
2. Teoria Gaia.
3. Recursos hídricos – Água.
4. Energia - Combustíveis alternativos – álcool.
5. Energia – Combustíveis alternativos - biodiesel.
6. Tecnologias verdes - Química Verde.
7. Transformações Químicas e tecnologia – vidro.

Esses temas foram selecionados em função da receptividade tanto dos alunos do curso de licenciatura em química, quanto dos professores da rede pública no programa de formação continuada Teia do Saber. Essa seleção também estava relacionada com a existência de experimentos que pudessem contemplar discussões sobre tecnologias verdes em contraposição às tecnologias tradicionais, ou até mesmo experimentos didáticos mais verdes e menos verdes.

Sendo assim, estes temas buscavam permitir uma discussão sobre os impactos da ação humana tanto na produção de bens de consumo, como na ação do professor ao elaborar experimentos para seus alunos.

c) Estratégias de ensino para a disciplina “Prática de Ensino de Química II”

Trabalhei com um grupo de 20 licenciandos, com aulas expositivas acompanhadas de discussões para a resolução de problemas reais e simulados através de debates e controvérsias sobre temas de possível interesse desses alunos, pois estavam relacionados com sua experiência cotidiana. O tempo de aula era de aproximadamente 1,5h em cada sábado do semestre.

Na primeira parte do curso abordei os temas descritos no Anexo 8, através de aulas dialogadas. Os alunos freqüentemente interrompiam trazendo questões, experiências da vivência que tinham na indústria sobre esse assunto, ou mesmo questionando valores por mim adotados ou enfatizados.

Na minha visão a discussão dos temas apresentados durante a disciplina serviria para ampliar a visão dos licenciandos para uma educação em ciências mais humanista, menos fragmentada. Buscava fazê-los estabelecer relações entre o conhecimento científico e a aplicação desse conhecimento na construção de tecnologia e o enfrentamento de questões sócio-ambientais.

Dessa forma, a introdução dessa perspectiva ambiental/verde para os licenciandos estaria de acordo com as necessidades cotidianas dos alunos, gerando um comportamento mais ético em relação ao Meio Ambiente Humano.

Observei também que os licenciandos, bacharéis que cursavam a licenciatura paralelamente, durante a elaboração dos experimentos não procuravam economizar reagentes para minimizar os impactos da geração de efluentes tóxicos, nem tão pouco buscar reagentes menos impactantes. Durante a discussão surgiram vários exemplos que demonstravam essa postura e que se repetiram nesses quatro anos. Alguns estão listados a seguir:

1. Na elaboração da escala pH utilizando repolho roxo, eu não desejava usar ácido clorídrico concentrado e tentava então utilizar ácido acético comercial para produzir a cor vermelha característica de ácido. Os alunos questionavam porque não usar o ácido concentrado para tornar o experimento mais rápido. Ficavam muito felizes quando cedia às suas solicitações.

O mesmo acontecia quando eu sugeria utilizar sabão de coco para produzir a cor básica: eles reclamavam da não utilização de soda caustica. Após o término dos experimentos envolvendo essa escala, esses alunos não se preocupavam em misturar os conteúdos dos frascos para produzir uma cor característica de pH neutro: eu precisava intervir para impedir

que descartassem diretamente os produtos na pia do laboratório, sem se preocupar com o impacto ambiental de sua ação.

2. Na elaboração de experimentos para produção de chuva ácida, os alunos se mostraram encantados com um experimento que utilizava HNO_3 concentrado e cobre metálico para a produção de óxido de nitrogênio de cor castanha, uma mistura muito agressiva ambientalmente. Quando, durante uma aula experimental, ocorreu o vazamento desse gás, pedi para que eles se afastassem da capela, e a reação dos alunos foi rir e considerar esquisita esta preocupação.

Quando era dada a tarefa de colocar também uma vidraria com um pouco de NaOH para ser neutralizado pela chuva ácida, eles sempre colocavam uma quantidade enorme dessa base, mesmo após a orientação de minimização de efluentes. Esses alunos pareciam se sentir imunes à toxicidade experimental.

3. Na elaboração do curso de Química Verde, foram adotados tubos de vidro ou plástico bem fino na produção de ferrato e estes estavam disponíveis no almoxarifado da Instituição de Ensino. Quando solicitava aos alunos da licenciatura para apresentarem o experimento com ferrato, estes utilizavam tubos de diâmetros enormes, produzindo uma quantidade de produtos muito maior que a necessária. Quando eram solicitados a reservarem as sobras para a utilização em outros experimentos reclamavam: *‘não valia a pena, pois depois fariam outra solução 10 mol/l’*.

Para entender essa incoerência, devemos lembrar que esses licenciandos não contemplaram durante o curso de bacharelado a avaliação dos impactos ambientais gerados na aplicação de experimentos inerentes a esse curso. Assim, se preocupavam somente em conseguir os resultados esperados.

Talvez tenha contribuído também a visão ingênua sobre cientistas químicos com a qual chegaram para cursar o bacharelado. A visão de que eles seriam aqueles que manipulam o explosivo, o corrosivo, considerando-se imunes, ou negligenciando os danos causados por essas misturas tóxicas.

5.4.3. Estratégias de Ensino para a disciplina “Projetos de Ensino de Química”.

A disciplina “Projetos de Ensino de Química” iniciou-se com a apresentação da ementa e da forma de avaliação. Os alunos deveriam elaborar projetos de ensino de química por escrito e posteriormente apresentá-los oralmente. Esses projetos teriam que contemplar os seguintes itens: Introdução, objetivos, desenvolvimento e conclusões finais. Esclareci também

o que deveria ser colocado em cada um dos itens. No item ‘desenvolvimento’ solicitei que colocassem como desenvolveriam os conteúdos para uma turma de ensino médio, definindo avaliações, exercícios, problematização e experimentos.

Os alunos foram estimulados a pensar sobre os conteúdos que lhes despertassem interesse, porém qualquer que fossem esses conteúdos, as questões ambientais deveriam ser contempladas. As datas para a discussão dos pré-projetos e dos projetos finais foram estabelecidas. Os temas foram sendo definidos pelos alunos com o passar do tempo, alguns na primeira aula, outros apresentaram dificuldade e solicitaram ajuda à docente/pesquisadora. Tal ajuda foi dada com o empréstimo de livros e artigos para que estes selecionassem o que lhes atraía. A relação dos temas e conteúdos escolhidos por cada licenciando está no Anexo 9.

Durante todo o semestre, acreditei que este ano os projetos de ensino seriam melhores que nos anos anteriores e que identificaria evoluções significativas na formação desses futuros professores. Confiava no estabelecimento da metodologia de ensino mais elaborada durante a disciplina; confiava também que as minhas incansáveis colocações revelando minhas crenças e lutas no sentido de formar professores comprometidos com as questões sócio-ambientais teriam melhores êxitos que nos anos anteriores. Minha confiança era reforçada até mesmo pela exposição eventual de meus investimentos pessoais no cumprimento da Lei Ambiental em meu bairro, que esperava estimular comportamentos semelhantes.

5.4.4. Análise das discussões sobre os pré-projetos.

Agendamos um sábado para discutirmos as dificuldades que cada aluno estava encontrando na pesquisa e elaboração de seu projeto através da apresentação dos pré-projetos. Estavam presentes dez alunos: Janete, Euclides, José Antonio, Marcos, Marina, Sandoval, Dimas, Marcelo, Silmara, Ramires e Tamires. Essas discussões foram interessantes e profícuas, pois várias vezes um colega colaborava com o outro sugerindo um experimento, ou minhas sugestões apontavam para uma bibliografia complementar. Nas citações abaixo os alunos comentaram sobre experimentos para a abordagem de chuva ácida selecionado por Janete:

“Tem um experimento que é mais fácil. Utilize uma solução de repolho roxo, coloque em um vidro fechado, uns 4 dedos. Na tampa do frasco coloque uma colherzinha de chá de enxofre, queime o enxofre, sai uma fumaça, fecha. Aquele vapor vai reagir com a água, formando um ácido, e então se forma a chuva. Esse experimento também é mais rápido.” (Euclides)

“...está no GEPEQ, ele usa às vezes uma florzinha colorida, de violeta por exemplo, como indicador, o extrato de violeta já foi usado como indicador ácido-base. Você pega um vidrinho de maionese, faz dois furinhos nele; em um você pega a florzinha e prende nessa tampinha e fecha com silicone, tá entendendo? E o outro você faz um fio de cobre, enrola assim na ponta da caneta e faz um conezinho, e você coloca nesse conezinho o enxofre, e aí esses dois fios ficam pendurados pela tampa. A tampa está fechada e tal, e aí você coloca fogo no enxofre, você não fez assim em espiralzinha, então o enxofre vai pegar fogo, e então você fecha e a folhinha da florzinha de violeta muda de cor...” (professora).

“...você põe cobre, depois põe ácido nítrico, você vai formar o óxido nítrico que é o formador da chuva ácida, daí você vai por água para aquecer num kitassato, ou uma coisa assim, para ir o outro conectado para que você tenha o vapor da água. Daí você mede o pH da água antes vê que está em pH 7, por ali, 6, 6,5. Então você usa uma bombinha de aquário, nesse outro kitassato que está o vapor de água, você conecta o que você fez a reação, a bombinha de aquário. Você vai simular a atmosfera, ventos; daí você pega o balãozinho ele vai passar o óxido nítrico para o balão do vapor de água, você vê a reação acontecendo, porque muda de cor.” (Ramires)

Durante as discussões dos pré-projetos, os licenciandos primeiro colocaram as dificuldades que seus alunos de ensino médio teriam para apreender os conceitos químicos em uma contextualização sócio-ambiental. Na opinião dos licenciandos os alunos teriam maior facilidade com exercícios envolvendo somente cálculos e estratégias características de ciências exatas:

“...mas é isso que eu estou falando, no caso dessa proposta não dá para trabalhar no Estado. O aluno não quer aprender dessa forma. Quando você passa um cálculo, alguma coisa, que é um exercício que ele vai resolver e vai ficar livre, ele até presta atenção, mas quando é aquele bate papo é bem complicado.” (Euclides)

“Geralmente quando você faz exercício valendo nota, eles não prestam a atenção, eles vão fazer de qualquer jeito para ganhar nota, então quanto mais rápido eles terminarem, melhor. Exercícios rápidos que são os de cálculo são mais rápidos do que os de interpretação de texto, eles se empenham mais para fazer, entre aspas, do que você fornecer um texto para eles interpretarem, falando da união da Química com o social, porque eles não querem perder tempo, daí isso é perder tempo para eles...” (Marcos)

Essa dificuldade é justificada, na opinião dos licenciandos, pela ‘incapacidade’ de análise e interpretação de textos de Ciência e Tecnologia e elaboração de comunicações:

“Olhe o que eu já fiz em sala de aula: passar um texto na lousa e no meio do texto eu coloco palavras que não tem nada a ver com o texto, no meio texto eu coloco, colher, faca. Escrevo de propósito. Os

alunos copiam sem perceber essas palavras. Todos os alunos da sala de aula copiam sem perceber essas palavras.... Eles não prestam atenção no que eles copiam...”(Euclides).

“(O aluno) não sabe ler e não sabe escrever.” (Marina).

“Eles não conseguem interpretar textos.” (Marcos).

Os licenciandos por fim admitem serem portadores das mesmas dificuldades:

“Euclides, eu acho assim, primeiro nós temos uma dificuldade imensa de trabalhar assim, fala a verdade, por que temos?” (Professora)

“Não estamos acostumados.” (Euclides)

“Estamos viciados assim.” (Sandoval).

“Nós vemos dessa maneira, o nosso aprendizado foi dessa maneira.” (Marina)

“Eu tinha vontade de chorar quando eu pegava uma prova do ensino médio e o professor falava: justifique. Eu falava: Meu Deus o que eu vou fazer?” (Janete).

A dificuldade de elaboração de comunicação, por parte dos alunos desses licenciandos, estava relacionada com as estratégias de ensino dos conteúdos químicos que não contemplavam relações entre o conhecimento científico e a vivência do aluno:

“Eu acho que (o aluno) não tem medo de falar...é que não tem a ver com a vida dele, se não tem a ver com a vida dele, ele não vai falar, pois ele não sabe do que ele está falando.” (Janete).

E ainda, esses alunos teriam dificuldade de reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos para situações problemas, fenômenos ou sistemas naturais:

“Veja o que aconteceu em uma aula que eu assisti no estágio. A professora passou uma aula do Tele Curso 2000, que falava sobre o oxigênio e o nitrogênio. Foi feito um experimento, onde se coloca uma palha de aço em um tubo, o gás oxigênio e nitrogênio passam pelo tubo aquecido, o oxigênio é incorporado na palha de aço e o que passa é o nitrogênio. Pergunta feita: O que acontece quando o nitrogênio e o oxigênio passam pela palha de aço? As respostas obtidas foram: a palha de aço filtrou o oxigênio, é assim que o aluno vê.” (Euclides)

Relembrei as concepções alternativas de transformações químicas e a necessidade do professor e aluno estabelecerem comunicação para saber quais as concepções apreendidas perante um fenômeno químico.

A aluna Janete comenta sobre uma estratégia que permitiu que seus alunos colocassem suas concepções de transformações químicas. O aluno era convidado a escrever como concebia transformações químicas, não necessitava identificação, e ele colocaria suas anotações em uma caixinha. A professora em seguida anotou na lousa as concepções dos alunos e discutiu cada uma delas com os mesmos. Alguns licenciandos gostaram da idéia da colega e disseram que iriam aplicar em suas salas de aula.

Nesse ponto percebemos que as dificuldades que esses licenciandos atribuíam a seus alunos, estavam diretamente associadas com as dificuldades que eles mesmos encontravam por não terem aprendido química sob essa perspectiva.

As outras questões levantadas pelos licenciandos diziam respeito à elaboração do material escrito. As questões levantadas foram: como selecionar, perante uma bibliografia, os tópicos pertinentes; como relacionar os conteúdos químicos com as questões sócio-ambientais; e ainda, quais avaliações seriam adequadas a essa proposta.

Aos licenciandos parecia muito mais fácil elaborar avaliações com perguntas objetivas, envolvendo cálculos, do que aquelas envolvendo conceitos relacionados com CTSA. E ainda, diversas vezes eu expliquei para os licenciandos, o que deveria ser contemplado nos itens: justificativa (porque ensinar); objetivos (o que ensinar); desenvolvimento (como ensinar) e conclusões finais, relacionando especificamente esses itens com seus projetos.

Para analisar de forma mais detalhada os projetos dos alunos e suas apresentações orais, e ainda, vislumbrar o caminho efetivamente percorrido e os avanços por eles alcançados, precisaremos elaborar alguns instrumentos suplementares.

Para tanto, no próximo capítulo será abordada uma análise do caminho percorrido por mim na busca de uma metodologia de ensino comprometida com as questões sócio-ambientais. Em seguida, serão elaborados alguns instrumentos que possam caracterizar minha evolução com um efetivo aprofundamento, para então estabelecer indicadores de comprometimento sócio-ambientais que serão utilizados na avaliação dos projetos dos licenciandos. A avaliação e estabelecimento de indicadores somente ocorrerão no capítulo 7, onde buscaremos detalhar o comprometimento dos licenciandos com um ensino compatível com as questões sócio-ambientais.

CAPÍTULO 6 – ANÁLISE DOS DADOS DO MEU PERCURSO NA BUSCA DE UMA METODOLOGIA DE ENSINO COMPROMETIDA COM AS QUESTÕES SÓCIO-AMBIENTAIS

6.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresentarei uma síntese e interpretação do caminho por mim percorrido na elaboração de uma metodologia de ensino comprometida com as questões ambientais. A esperança é de que essa interpretação apesar de referir-se a um caso bem específico, possa desvendar os mecanismos psicológicos de quem tenta produzir inovações escolares que envolvem mudanças radicais de postura e comprometimentos emocionais intensos.

Espero que essa interpretação auxilie também no entendimento de parte do que aconteceu aos meus licenciandos, e que poderá acontecer aos alunos de professores envolvidos com mudanças semelhantes.

6.2. ETAPAS PERCORRIDAS NO ESTABELECIMENTO DE UMA METODOLOGIA DE ENSINO COM ÊNFASE CTSA.

Uma primeira análise da minha trajetória na busca por uma metodologia de ensino, com ênfase em problemas sócio-ambientais permite focalizar um processo em etapas distintas.

Inicialmente, houve um enfoque nas questões ambientais no currículo, com privilégio para a ética ambiental e verde. Depois houve o amadurecimento do instrumental científico, seguido do aprofundamento do compromisso social. Finalmente, a elaboração de um currículo com ênfase CTSA: a meta era uma metodologia que, acreditei, fosse envolvente e pudesse gerar discussões proveitosas durante as aulas por mim ministradas.

As etapas foram as seguintes:

Ênfase às questões sócio-ambientais no currículo de química - A ênfase dada ao currículo de química, vivenciado por mim, valorizava o corpo teórico da química, suas leis e suas teorias. Esta era norteadora para o estabelecimento de estratégias de ensino comprometidas com a aprendizagem desse corpo teórico, sem a preocupação de relacionar o mesmo na compreensão do universo do aluno.

Com a divulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), a comunidade escolar passou a solicitar que a ênfase curricular deveria estar comprometida não só com as competências desenvolvidas pelo estudo desse corpo teórico, mas também com a contextualização sócio-cultural. Isso propiciaria a formação de um cidadão consciente e crítico sobre as influências das tecnologias químicas nas questões sócio-ambientais.

As instituições nas quais eu trabalhava e os cursos em ensino de química, frequentados por mim, estimularam essa busca através da discussão dos PCNs e PCNs+ (2002 – 2003).

O caminho percorrido por mim na minha evolução profissional e humana foi fortemente influenciado pela formação familiar, de respeito humano e à natureza. Na infância me dediquei ao cuidado com os animais domésticos e lutei contra os castigos ministrados em escola rural.

Em meu percurso profissional, que se iniciou aos 15 anos, busquei empresas com compromisso social e ambiental, quando esses compromissos não se cumpriam outras escolhas eram feitas. Atualmente luto, juntamente com a OAB, pela recuperação da qualidade do ar e pelo cumprimento das Leis Ambiental e de Zoneamento nos arredores de minha casa.

Portanto, a proposta de trabalhar tanto na docência, quanto na pesquisa, com as questões sócio-ambientais está em forte ressonância com as escolhas realizadas no meu percurso de vida.

A idealização da Química Verde - O encontro de artigos descrevendo a busca por tecnologias comprometidas com o Meio Ambiente Humano, chamada de Química Verde e do livro “*El Principio de Responsabilidad: Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*” propiciaram o início de uma busca na utilização dessas idéias como fundamento de uma metodologia, onde a ética passasse a ser um tema transversal.

Li vários artigos e acessei ao site da *University of Scraton*, que mostravam estratégias de ensino envolvendo a aplicação dos princípios da Química Verde na explicitação dos conteúdos de Química no Ensino Superior. A partir dessas pesquisas, a Química Verde, também classificada como Química sustentável e ética, foi incorporada por mim como objeto ideal. Tinha idéia de que ela seria capaz de conter a solução para os problemas ambientais produzidos pelas tecnologias químicas.

A idealização da Química Verde combinada com a proposta de Jonas (2005) de uma ética para uma civilização tecnológica constituiu um discurso ideológico que me pressionava a abandonar um ensino que privilegiava o conteúdo teórico e os exemplos do cotidiano, e passar a adotar um ensino comprometido com a formação cidadã.

Nesse momento ocorreu a separação da química verde (ideal/boa) da química tradicional (indesejada/má). Nessa fase eu não conectava esses novos parâmetros à realidade escolar, no sentido de avaliar quanto esse discurso novo estava descolado da realidade de meus licenciandos. Também não conseguia perceber quanto os alunos conseguiram reconhecer a Química Verde como componente efetiva da Química, e não como algo simplesmente utópico, irreal. Essa idealização se mostrou pouco pragmática na elaboração de minha metodologia de ensino.

Durante o ano de 2005 meu discurso atingiu meus licenciandos somente no plano imaginário, sem conseguir se constituir como uma proposta concreta de atuação docente e recalçando minhas inseguranças em relação à elaboração de projetos concretos.

Ainda assim, o meu comprometimento com a causa ambiental era genuíno, e minha reação ao fracasso escolar dos meus alunos traduziu-se na busca de informações que tornassem essa metodologia mais adequada à realidade escolar deles. A mesma reação caracterizou os alunos da iniciação científica que já tinham um comprometimento com a causa ambiental.

O investimento na compreensão mais profunda dos problemas ambientais e da Química Verde - A ineficiência do meu discurso levou-me a buscar maiores informações teóricas, tanto sobre química ambiental quanto verde, e ainda, os conhecimentos reais (e não ideais), que envolvem as questões sócio-ambientais. Comecei também a avaliar a disponibilidade efetiva de meus licenciandos para uma mudança tão drástica em relação à Química e seu ensino.

Em 2006, ao freqüentar as disciplinas de Química Ambiental do curso de graduação e a disciplina de Química Verde do curso de pós-graduação, consegui realizar a conexão entre tecnologia química e os impactos ambientais causados pela mesma. Pude inclusive enxergar a real aplicação da Química Verde no sentido de gerar a formação dos licenciandos de acordo com a ênfase CTSA.

Nessa fase, juntamente com minhas orientandas de iniciação científica, pesquisei, elaborei e apliquei em sala de aula experimentos didáticos comprometidos com a 'causa verde'. A metodologia começava a conter não só um discurso coerente e eticamente orientado, mas também práticas comprometidas com esse discurso (2006 - 2007).

A percepção de que também as tecnologias verdes eram impactantes - Durante a pesquisa da aplicação do íon ferrato na produção de experimentos verdes, percebi os impactos

ambientais gerados até mesmo pelas tecnologias verdes. Nesse momento ocorreu uma reconciliação entre a Química Verde e Tradicional, pois ambas produziam impactos ambientais, maiores ou menores e se mostravam indispensáveis a manutenção da vida.

A compreensão da globalização das questões ambientais gerou também o entendimento de que elas não são pontuais, não podem ser resolvidas com um investimento localizado, mas sim necessitam de intervenções gerais, amplas e em múltiplos setores. (2007).

Assumir também a responsabilidade pelos problemas ambientais na minha prática diária. - Adotei uma metodologia onde os impactos sócio-ambientais eram discutidos, também, através da comparação entre tecnologia tradicional e tecnologia verde. Dessa forma, percebi que essa discussão estava propiciando o início do reconhecimento, por parte dos licenciandos, dos impactos envolvidos em ambas.

Eu esperava que tal metodologia levasse meus alunos a concluir que não há uma solução para os impactos sócio-ambientais produzidos pelas tecnologias químicas, mas sim várias soluções. Dentre elas, estaria incluso também o fato de assumirem suas responsabilidades no processo de remediação sócio-ambiental, ou seja, procurarem minimizar os impactos provocados em geral pela existência humana.

Do meu lado, assumi a responsabilidade sócio-ambiental quando utilizei meus conhecimentos científicos para iniciar um processo de recuperação ambiental e da saúde pública nos arredores da minha casa. (2007 e 2008).

Reconhecimento dos limites de minha ação docente – A análise, detalhada das gravações das aulas, fez-me compreender como minha atuação ainda era marcada pelo desejo de tornar a mente e a ação dos alunos cópia de minha própria atuação, de alguma forma não respeitando os limites e as possibilidades reais dos mesmos.

Sobretudo percebi que a relação com a Química e o meio ambiente não constitui o único problema, nem o mais importante, na vida dos licenciandos. E ainda, que o comprometimento deles com a causa ambiental só seria genuíno se fosse articulado com o conjunto das preocupações de cada um. Ficou claro para mim que isso depende muito das circunstâncias e dos eventos que caracterizam nossa vida.

Assim, a tarefa do professor é estar atento à emergência das circunstâncias que podem multiplicar o investimento dos alunos na busca do conhecimento científico. Isso também foi efetivo na minha atuação; a descoberta de uma situação ambiental degenerada em meu

próprio bairro foi o estopim para um envolvimento na luta por condições de vida melhores para a comunidade onde moro.

Busquei a extensão de minha profissão docente, multiplicando as ocasiões de esclarecimentos sobre os problemas ambientais para todos os moradores e explorando minha atuação social para potencializar meu ensino com os licenciandos.

6.3. AS ETAPAS NA EVOLUÇÃO DA SOCIOLOGIA AMBIENTAL E UM PARALELO COM A EVOLUÇÃO DA METODOLOGIA DE ENSINO COMPROMETIDA COM AS QUESTÕES SÓCIO-AMBIENTAIS.

Analisando a evolução da sociologia ambiental, encontramos o discurso inicial dos ecologistas, na década de 70, impregnado de críticas à sociedade de consumo, minando a excessiva confiança em inovações tecnológicas e até de confronto com o Estado. Podemos ver esses discursos apontando para uma *ruptura entre proteção ambiental e desenvolvimento econômico*.

No entanto, quando uma crise econômica se fez presente, esse mesmo movimento reconheceu a impossibilidade dessa separação no final dos anos 70 e início de 80 (LENZI, 2006, p. 55):

[...]os grupos ambientais foram forçados a encontrar um meio de reconciliar reestruturação econômica com proteção ambiental, a fim de reconquistar a credibilidade pública de seu discurso. A partir daí, tornou-se importante para o movimento ambiental ver a economia de mercado e a proteção ambiental como parceiros e não como inimigos.

A forma de compatibilizar economia de mercado e proteção ambiental foi concretizada através do movimento da Modernização Ecológica (ME). A ME contemplava idéias que incluía a criação de tecnologias verdes, para que estas possibilitassem a reconciliação entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental (LENZI, 2005, p. 65):

Tanto o discurso como a sociologia da Modernização Ecológica (ME) parecem compartilhar um mesmo pressuposto: o de que é possível compatibilizar crescimento econômico com proteção ambiental.

E ainda (LENZI, 2005, p. 75):

Um dos pontos fortes da ME está no fato de ela contribuir com estudos que buscam mostrar que é possível ir para além da relação conflitual existente entre economia e meio ambiente. A teoria da ME pressupõe a possibilidade de se criar um 'crescimento econômico ecológico'.

Por outro lado, o reconhecimento de que a harmonia econômica e ambiental, propiciada pela aplicação da ciência no desenvolvimento das tecnologias verdes, era algo utópico, fez com que surgisse o conceito de Desenvolvimento Sustentável (DS). Conceito esse que (LENZI, 2005, p. 90):

[...]surgiu para ressaltar a importância de questões como igualdade, justiça e direitos humanos, e também reconhecem que ele incentivou, em sua fase inicial, uma visão cultural e construtivista da relação entre ambiente e sociedade.

De acordo com Lenzi (2005, p. 106):

O conceito de DS do Relatório de Brundtland pressupõe um conceito de sustentabilidade mínima e a existência de aspectos do meio ambiente sem os quais não poderemos satisfazer as necessidades humanas básicas. Se não mantivermos um padrão mínimo de qualidade da atmosfera, dos solos, dos recursos hídricos, a possibilidade de satisfazer necessidades humanas básicas poderá ficar comprometida. Então, garantir esses recursos ambientais não se coloca como uma questão puramente econômica, mas de justiça social.

As diferenças entre o conceito de desenvolvimento sustentável e modernização ecológica pode ser resumida pelo quadro:

Desenvolvimento Sustentável (DS)	Modernização Ecológica (ME)
Conceito político/normativo	Conceito analítico
Escopo global: preocupação com problemas ambientais globais e interdependência ecológica global.	Escopo nacional: preocupação com problemas ambientais circunscritos (nível regional e nacional).
Preocupação com justiça social (nível nacional e global). Interligação entre questões de sustentabilidade e justiça.	Preocupação com a eficiência.
Terceiro Mundo: preocupação com países pobres.	Ocidente: preocupação com países ricos.
Exige uma mudança econômica estrutural (crescimento econômico é submetido ao DS).	Não enfrenta aspectos sistêmicos do capitalismo.
Enfatiza o papel do governo.	Perfil neoliberal. Admite uma economia desregulada.

Tabela 2. Comparação entre os conceitos de desenvolvimento sustentável e modernização ecológica.

Fonte: Laffety e Meadcrowft (in Lezzi 2005, p. 120).

O conceito de desenvolvimento sustentável (DS) abre espaço para se pensar na sociedade como fruto das ações humanas com impactos ao Meio Ambiente Humano, impactos esses inerentes a essas ações quando analisada sob a perspectiva de Sociedade de Risco (BECK, 2002).

Uma sociedade sustentável contempla ainda a preocupação com o atendimento das necessidades mínimas das gerações presentes e futuras. Porém, é na concepção de Sociedade de Risco (BECK, 2002) que ocorre a conclusão de que as tecnologias verdes também se mostram impactantes e incapazes por si só de gerar um desenvolvimento sustentável.

Em uma Sociedade de Risco a comunidade compartilha impactos sócio-ambientais envolvidos na aplicação de tecnologias tradicionais e verdes para a produção de bens de consumo. Sob essa perspectiva, é necessário que as populações tomem conhecimento dos impactos e riscos envolvidos para poder decidir se uma determinada tecnologia deve ou não ser adotada por ela.

Tal decisão necessita de cidadãos aptos a opinar e compreender os riscos, implicando no comprometimento e responsabilidade de todos na solução das questões ambientais. Estes devem estar aptos a fazer desde uma avaliação crítica do discurso científico, até tomar a decisão sobre o que de fato é importante para a sobrevivência humana, através da contabilização entre benefícios e malefícios da aplicação de uma dada tecnologia.

Resumidamente, teríamos a evolução do movimento sociológico ambiental como sendo:

Movimento ecológico: caracterizado pela visão ingênua de que a solução para os problemas ambientais está no descolamento do desenvolvimento econômico. Temos uma *separação entre bem e mal*, o bom seria a sociedade primitiva, sem contaminações antrópicas, purista; e o mal seria o desenvolvimento econômico com as implicações ao Meio Ambiente Humano.

Modernização Ecológica (ME): em função da crise econômica da década de 80 surge a necessidade de *reconciliação* do crescimento econômico e proteção ambiental. *O bem e o mal são partes inerentes* à sobrevivência humana. As pesquisas e estudos comprometidos com tecnologias verdes são consequência desse movimento, nisso incluímos a Química Verde. A Modernização Ecológica demanda uma confiança na ciência e na tecnologia para promover a solução de problemas ambientais.

Desenvolvimento Sustentável (DS): Os problemas ambientais não são pontuais, portanto as tecnologias verdes não são suficientes para garantir o futuro da humanidade. É necessário pensar em um desenvolvimento que permita não só o atendimento das necessidades das gerações atuais como das futuras e este deve estar comprometido com justiça social

Sociedade de Risco (SR): a perspectiva da sociedade de risco analisa os possíveis problemas e potencialidades ligando sustentabilidade, ciência e tecnologia, *reconhece então que os problemas ambientais são globalizantes assim como os riscos de qualquer tecnologia, inclusive as verdes*, e estes devem ser esclarecidos a todos os membros dessa sociedade, para que possam decidir e avaliar criticamente os impactos à sobrevivência e a qualidade de vida. A ciência seria a mediadora desses riscos, sendo estes inerentes às tecnologias, podendo ser maiores ou menores, mas sempre presentes.

O discurso praticado por mim em 2005 lembra o movimento ecológico, pois pratiquei um discurso ingênuo, utópico, através da interpretação de Hans Jonas, sobre a ética para uma civilização tecnológica. Assumir a química verde como uma solução para relacionar a ética para uma civilização tecnológica com desenvolvimento econômico e questões sociais reportamos ao movimento da modernização ecológica. Nela, o desenvolvimento das tecnologias verdes seria a solução para as questões sócio-ambientais e econômicas.

O amadurecimento através da participação ativa para solucionar os problemas ambientais do meu bairro, mostrou-me que qualquer que sejam as opções sempre haverá riscos e implicações sócio-ambientais quando tratamos de problemas que envolvem tecnologias e compatibilização com a sociedade. Assim, adquiri uma visão mais realista e global da problemática ambiental.

Nesse período, o discurso de Beck sobre Sociedade de Risco complementou efetivamente a minha visão sobre essa problemática. Mostrou-me que as soluções serão sempre parciais, e que os riscos existirão sempre. Somente o conhecimento pleno da aplicação das tecnologias na produção de bens de consumo permite à sociedade avaliar se os riscos envolvidos nessas tecnologias podem ou devem ser assumidos.

A atuação no meu bairro confirmou que de fato a pobreza, acompanhada de baixo nível de instrução, atrai uma quantidade infeliz de riscos.

Simultaneamente, quando analisamos trechos das falas dos alunos tanto do curso de formação continuada quanto os licenciandos no ano de 2006, percebemos falas que em parte são compatíveis com o Movimento Ecológico:

“Concordo com a afirmativa 4. Acho que o avanço tecnológico e o consumo desenfreado causará a falência do planeta.” (Mi Ap)

“O aumento da tecnologia para uma melhor condição de vida provoca um desgaste nos recursos naturais, que no futuro irá refletir na própria humanidade e podendo levá-la ao desaparecimento.” (Fr Ap)

“Eu concordo com essa afirmação, o homem está caminhando para sua destruição, pois não foi capaz de se desenvolver sem destruir o planeta. Acreditando que seria capaz de reverter os danos, não se preocupou em preservar e poupar os recursos naturais, além de sintetizar uma grande parte de compostos que não sabe ao certo os efeitos que estes terão sobre o meio ambiente. O modelo atual de desenvolvimento tecnológico que gerou maior conforto e aumento de expectativa de vida é uma faca de dois gumes, pois no momento favorece alguns seres humanos, a médio prazo gera problemas ambientais que comprometem a “saúde” do planeta e conseqüentemente a vida dos seres vivos, impossibilitando a sobrevivência nos moldes atuais.” ((Ju LQ)

Outras falas explicitam ser a ciência capaz de solucionar todos os problemas ambientais. Estas podem ser interpretadas como um discurso compatível com as idéias da Modernização Ecológica:

“Concordo, porém acredito que a ciência e a tecnologia são capazes de reverter o processo de degradação do planeta, ou seja, ao menos retardá-lo.” (A ap)

“Concordo com essa afirmativa, porém podemos usar a tecnologia para resolver problemas criados por ela mesma, beneficiando a vida humana e utilizando o ambiente para seu benefício de modo sustentável.” (Sl Ap)

Não encontrei, no entanto, no discurso desses alunos de 2006, uma visão sobre as questões sócio-ambientais compatível com a visão de Sociedade de Risco. Considero essa fase como a de maior compreensão e inclusão da participação da sociedade nas questões ambientais.

A solução não está no abandono das descobertas e avanços científicos alcançados pelo homem, nem tão pouco no desenvolvimento de tecnologias absolutamente isentas de impactos ambientais (já que isso é utópico). A resposta está na compreensão da extensão das implicações sócio-ambientais, na aplicação de tecnologias na produção e uma participação cidadã e ativa no questionamento dos riscos inerentes a existência humana.

Essa análise nos leva a concluir que existe uma relação entre o amadurecimento de movimentos ambientalistas e o amadurecimento do aparelho psíquico humano, seja de maneira individual ou coletiva. Para compreendermos melhor essa teoria, relacionamos a mesma com a perspectiva de Melanie Klein.

6.4. ANÁLISE DO MEU PERCURSO E DA EVOLUÇÃO DA SOCIOLOGIA AMBIENTAL NA PERSPECTIVA DE AMADURECIMENTO DO APARELHO PSÍQUICO DE MELANIE KLEIN.

Melanie Klein é responsável pelas definições das posições esquizo-paranóide e depressiva na compreensão do amadurecimento do aparelho psíquico humano. O termo ‘posição’ é adotado, pois ela acredita que o sujeito pode migrar de uma posição para a outra, não só no desenvolvimento da criança, mas em qualquer fase da vida adulta. Conseqüentemente, o ser humano quando enfrenta problemas novos oscila ao longo de sua vida entre essas duas posições.

Geralmente o homem inicia numa posição esquizo-paranóide, alcançando em seguida a posição depressiva. Entretanto, é importante salientar de que não se trata de uma polarização, pois o ser humano nunca apresenta só a posição esquizo-paranóide nem só depressiva, o que ocorre é a predominância de uma ou de outra em um processo não patológico.

Façamos um resumo sobre essas duas posições. A posição esquizo-paranóide na criança é reconhecida quando esta não identifica a mãe como um todo. O seio da mãe hora é visto como objeto bom, que sacia a fome, que dá afeto e carinho, ora é visto como objeto

mau, que gera frustrações e angústias. Nessa visão ocorre uma idealização do objeto bom. Na fase depressiva a criança reconhece a mãe como um todo, portanto o bem e o mal fazem parte do mesmo objeto.

Analogias podem ser feitas para a compreensão do desenvolvimento da minha consciência ecológica. Quando ocorreu a idealização da Química Verde como objeto de estudo que só contemplava o bem e este se contrapunha à Química Tradicional, podemos interpretar que estava passando pelo domínio da posição equizo-paranóide. Essa fase é percebida principalmente através dos trabalhos (anexo 1, 2 e 3) e nos conteúdos das minhas palestras ministradas tanto no ano de 2004, quanto de 2005, onde até os alunos que assistiram a essa palestra me questionaram sobre a viabilidade de aplicação real da proposta apresentada por mim.

Em uma fase posterior, quando incorporei a Química Verde à Química Tradicional através do reconhecimento do impacto ambiental gerado por ambas (especificamente quando trabalhava com os usos do íon ferrato) podemos interpretar que houve o início do deslocamento para uma posição prevalentemente depressiva.

Foi através da percepção da não existência de uma tecnologia ideal, nem tão pouco solução ideal para os problemas sócio-ambientais, que desloquei o foco para diversas decisões pequenas, que se somam na expectativa de uma solução. Dessa forma, ocorreu um amadurecimento da minha consciência ambiental.

Em outras palavras, a fase depressiva começou quando me identifiquei como responsável no processo de remediação ambiental, seja no discurso encontrado nos meus trabalhos posteriores, na preocupação com a reutilização da solução de NaOH oriunda da produção do ferrato, ou até mesmo na minha luta pessoal.

Conscientizei-me da não existência de tecnologias absolutamente limpas, e que, portanto a solução para os problemas ambientais necessita da participação ativa de cada indivíduo. Seja ele minimizando consumo e descarte, seja atuando para o cumprimento de leis ambientais que por si só não significa justiça.

O objeto ideal deixa de ter a função de solucionar, passando a incorporar a Química Tradicional para através de seus princípios norteadores, buscando constantemente a minimização de impactos. Deleguei também aos meus alunos uma participação através da solicitação da prática e divulgação do consumo e descarte responsável, controle de natalidade, programas de reciclagem e reutilização, etc.

Com relação à extensão dessa análise para os projetos desenvolvidos pelos alunos, o que podemos esperar é que talvez alguns passem por essa idealização, embora outros possam

se recusar a evoluir, e outros ainda assumirem posições mais ambíguas ou até diretamente depressivas. É o que procuraremos analisar no próximo capítulo, a partir dos projetos dos licenciandos de 2008 e de suas discussões em sala de aula.

No meu caso, a parceria que deveria continuar sendo firmada era entre minha formação inicial como química industrial, unindo o reconhecimento da importância das inovações tecnológicas com a necessidade de formar cidadãos comprometidos com a preservação do meio ambiente humano, cientes dos riscos implícitos em tais tecnologias.

Analisando agora a evolução da Sociologia Ambiental sob a perspectiva do amadurecimento do aparelho psíquico teorizado por Melanie Klein, podemos considerar que o movimento ecológico e a modernização ecológica seriam caracterizados pela predominância da posição equivo-paranoide. Em síntese, um movimento de idealização, seja de uma sociedade purista sem tecnologia (movimento ecológico), ou de uma sociedade capaz de resolver todos os problemas ambientais através do desenvolvimento de tecnologias ‘verdes’ (modernização ecológica), onde ocorre uma idealização da ciência, já que esta é capaz de suprir todas as dificuldades oriundas de uma sociedade dependente da tecnologia.

Somente com o surgimento do conceito de Desenvolvimento Sustentável e posteriormente com a concepção de Sociedade de Risco é que passa a existir uma consciência da profundidade do problema e da necessidade de conscientização da sociedade. O intuito é que esta também participe na aceitação ou não de dadas tecnologias, associando diretamente com os riscos envolvidos nelas.

Expondo dessa forma, a questão ambiental mostra-se um problema complexo envolvendo diversas variáveis, diferentemente do proposto pelo movimento ecológico e pela modernização ecológica.

A concepção de Sociedade de Risco é caracterizada pela posição depressiva, descrita e estudada por Melanie Klein. O que nos parece é que existe uma semelhança de caminhos, e essa semelhança está diretamente associada ao amadurecimento das pessoas, seja um caminho percorrido por um grupo, ou mesmo por uma pessoa como foi meu caso.

Após esse paralelo acreditamos que o caminho percorrido pelos licenciandos terá semelhanças com o caminho por mim percorrido no estabelecimento de uma metodologia de ensino. Dependendo dos interesses, ou mesmo do envolvimento desses licenciandos, eles percorreriam esse caminho total ou parcialmente, atingindo ou não a posição depressiva.

CAPÍTULO 07 – ANÁLISE DOS DADOS ORIUNDOS TANTO DA FALA COMO DA ESCRITA DOS PROJETOS DE ENSINO DE 2008

7.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo faremos a análise de alguns dos projetos de ensino desenvolvidos pelos licenciandos no ano de 2008. Tentaremos estabelecer um paralelo entre os caminhos percorridos por mim no desenvolvimento da metodologia de ensino e o caminho percorrido pelos licenciandos sob a perspectiva tanto da sociologia ambiental quanto das idéias de Melaine Klein, estabelecendo indicadores de comprometimento com as questões sócio-ambientais.

As colocações feitas nas discussões dos pré-projetos e até mesmo a minha experiência durante a elaboração da metodologia de ensino me levaram a estabelecer possíveis indicadores. Estes deveriam estar presentes nos projetos de ensino para que atingissem a proposta de formação de cidadãos críticos e atuantes sobre as questões sócio-ambientais envolvidas em uma Sociedade de Risco:

- a) *Reconhecer os conceitos químicos envolvidos na tecnologia química.*
- b) *Reconhecer os impactos ambientais e sociais causados pela tecnologia química.*
- c) *Relacionar os conceitos químicos com as questões sócio-ambientais, inerentes às tecnologias químicas, de forma articulada.*
- d) *Buscar o conhecimento de tecnologias verdes, mesmo idealizando-as.*
- e) *Reconhecer que as soluções para os problemas ambientais vão além das tecnologias verdes, assumindo que toda tecnologia é poluente.*
- f) *Reconhecer a responsabilidade que compete a cada indivíduo, principalmente com um consumo responsável.*
- g) *Reconhecer a responsabilidade profissional do químico comprometida com uma atuação ética e com as questões sócio-ambientais.*
- h) *Planejar o ensino de forma a privilegiar a relação com as questões ambientais.*
- i) *Planejar o ensino de forma a privilegiar a relação com as questões sociais.*
- j) *Planejar os experimentos didáticos reduzindo sistematicamente o impacto ambiental*

O primeiro indicador está relacionado com as dificuldades conceituais comuns aos licenciandos. O segundo e terceiro relacionam-se com uma busca, imposta por mim, por uma

ênfase nas questões sócio ambientais no currículo de química. No meu caso essa busca veio inicialmente de um anseio de trabalhar com as questões éticas e ambientais e posteriormente na percepção de falhas na minha formação acadêmica. E os indicadores restantes se assemelham ao meu percurso; parece-me que estão diretamente relacionados com o amadurecimento do aparelho psíquico na visão de Melanie Klein e que também são compatíveis com o movimento da constituição da Sociologia Ambiental.

Assim, alguns trabalhos desenvolvidos pelos licenciandos durante o segundo semestre do ano de 2008, como parte da avaliação da disciplina “*Projetos de Ensino de Química*”, serão analisados a seguir. Continuaremos tentando reconhecer os indícios de comprometimento sócio-ambiental considerados anteriormente.

7.2. ANÁLISE DOS PROJETOS DE ENSINO DE QUÍMICA

7.2.1. A idealização da *Química Verde* – *Modernização Ecológica* - Marcos.

a) *Introdução* – Marcos foi um aluno dedicado aos estudos, tanto das disciplinas obrigatórias como as não obrigatórias. Frequentou o curso de Química Verde ministrado em julho de 2007, assim como a palestra sobre o mesmo assunto, em 2006. Sua participação sempre foi entusiasmada.

Em 2007 foi contratado por uma Indústria Química e me relatou seu empenho na nova função. No ano de 2008, no entanto, contou estar ministrando aulas na Rede Pública Estadual. Quando questionado porque tinha saído da Indústria Química, disse-me que se deparou com problemas éticos, já que a empresa queria trabalhar com substâncias que seu ramo de atividades não permitia. Por ser ele o químico responsável e se negar a participar desse processo foi demitido. Decidiu então ministrar aulas e se sentia bem com sua nova opção.

Independentemente do seu entusiasmo pela Química Verde sua ação nos laboratórios era impactante, e diversas vezes o alertei para minimizar resíduos. Ele, no entanto argumentava que não havia problemas, ou ainda, que utilizando maior quantidade de reagentes a reação seria mais rápida, ou com melhor rendimento.

b) *O projeto de ensino e sua apresentação oral* - O licenciando apresentou seu projeto escrito e oral obedecendo as etapas, que resumidamente descreveremos:

b.1. *Tema: Sabões.*

b.2. *Objetivos:* Os objetivos contemplados no trabalho escrito foram:

→Promover a conscientização ambiental dos alunos focada na importância e necessidade da reciclagem de óleos de descarte doméstico.

→Propagação dessa conscientização, dos alunos para os familiares destes e dos familiares para os amigos, formando uma cadeia de conscientização ambiental.

→Promover o aprendizado de Desenvolvimento Sustentável, esse aprendizado seria possível através da compreensão da reciclagem de óleos domésticos na produção de sabão.

→Promover o aprendizado da Química Orgânica, focada em análise toxicológica, polaridade, estrutura molecular, mecanismos de reações químicas, cálculo estequiométrico, nomenclatura, classificação de funções orgânicas e reações.

Um dos objetivos do trabalho se concentrou na conscientização ambiental sobre a importância da reciclagem dos óleos alimentares que contaminam esgotos e água dificultando o tratamento de ambos. Seu projeto, entretanto, não contemplou a necessidade da consciência das questões sócio-ambientais envolvidas na tecnologia da produção do sabão a partir de óleos domésticos.

Em seguida, o trabalho tem como meta a propagação da consciência ambiental de forma linear e ininterrupta pelos alunos, familiares e amigos, como uma consequência imediata do ensino feito por ele. Outro objetivo contemplado refere-se à aprendizagem do conceito de desenvolvimento sustentável, e esta aprendizagem seria possibilitada pela compreensão do reaproveitamento do óleo doméstico como matéria prima na produção do sabão.

Considerando como conceito de desenvolvimento sustentável aquele que contempla um equilíbrio entre crescimento econômico, equidade social e proteção ambiental, considerou que também seria interessante discutir o impacto ambiental, social e econômico da produção do sabão sob a perspectiva dos outros reagentes utilizados, além do óleo doméstico, assim como os rejeitos consequentes da reação de saponificação.

E finalmente, o objetivo da aprendizagem da química orgânica considerou não só alguns conceitos químicos envolvidos na compreensão da tecnologia escolhida, mas também outros que o licenciando julgou necessário mesmo que não tivessem relação com o tema de seu projeto.

b.3. Justificativa: Em função dos impactos ambientais causados pelo descarte do óleo de fritura em esgotos, o licenciando discutiu a utilização do mesmo na produção de sabão. Na opinião do aluno, a produção de sabão a partir da utilização de óleo de fritura estaria

diretamente relacionada com desenvolvimento sustentável e tal produção é considerada, equivocadamente, como reciclagem:

*“Fazer **reciclagem** de óleos alimentícios que são os mais problemáticos, porque são emitidos em maior volume. Uma das melhores formas de **reciclagem** desses óleos é fazer reações de saponificação, produção de sabão.” (Marcos – apresentação oral).*

O conceito de reciclagem serve para materiais que voltam ao estado original, no nosso caso o óleo voltaria a ser óleo. O termo correto seria reaproveitamento ou reutilização, já que este termo é utilizado quando um determinado material, óleo, é transformado em outro, sabão. E ainda, a produção do sabão foi considerada pelo licenciando como comprometida com o desenvolvimento sustentável:

*“...desenvolvimento sustentável por que? Nós sabemos que em Votorantim (cidade), um grupo de químicos recém formados montaram uma microempresa, eles captam óleos alimentícios usados, eles **reciclam**, eles formam sabão e vendem. Está indo de vento em poupa. Você não só está evitando impactos ambientais, desperdício de matéria prima..... Você pode obter lucro com isso, você não está só no ambiental, você está no social também, eles estão criando empregos, movimentação per capita, ajudando o mercado.” (Marcos – apresentação oral).*

Pelo transcrito acima, a produção de sabão evita impactos ambientais, gera desenvolvimento econômico e equidade social através da geração de emprego. Devemos ressaltar, entretanto, que não foram considerados os impactos ambientais gerados pela própria produção do sabão. Nela, além do óleo utiliza-se soda cáustica, substância corrosiva que fará com que o resíduo do sabão tenha caráter básico, sendo este descartado no ambiente natural.

A necessidade de aquecimento para a produção de sabão também deveria ser considerada já que reações químicas realizadas na temperatura ambiente apresentam menor impacto do que aquelas que necessitam de aquecimento (princípio nº 6, tabela 1).

Certamente a utilização do óleo minimiza uma série de impactos, porém não podemos idealizar uma tecnologia, pois isso implica no consumo irresponsável do produto final, fruto da aplicação dessa tecnologia.

b.4. Desenvolvimento – Tanto o trabalho escrito quanto a apresentação oral foram divididos em parte teórica e experimental. Na parte teórica, o licenciando contemplou conceitos químicos tais como: funções orgânicas (todas), lipídios, ésteres e gorduras e sabões. Estes

conceitos eram desconectados da idéia inicial, tendo ele apresentado alguns dos quais não seriam utilizados e esquecendo outros necessários, como a estequiometria da reação de saponificação (fundamental para evitar excesso de reagentes e descartes desnecessários).

Na parte experimental o licenciando propõe experimentos para a produção de sabões, comparando a produção de sabão a partir de gordura animal e de óleo vegetal. Essa comparação é feita não em relação aos impactos ambientais, mas sim em relação à qualidade do sabão.

Neste ponto percebemos que o aluno considera que a produção de sabão está isenta de impactos ambientais e, portanto trata-se de uma solução ideal, assim como considera que a produção de sabão é uma tecnologia verde, como percebemos no seu discurso durante a apresentação oral:

“Eu falo aqui um pouco o que é para passar. O que é química ambiental, identificação de problemas e impactos e química verde, que busca soluções para amenização desses impactos. A química orgânica é a parte teórica que é para você entender o contexto químico do negócio.” (Marcos).

“E com isso você gera amenização dos impactos ambientais, quanto mais gente conscientizada, mais gente tentando evitar o consumismo em excesso, fritar..” (Marcos).

“...não comer gordura, nem fritura, né Mauricio?” (professora).

“Se tiver que fazer (fritura), não jogue na pia, faça sabãozinho.” (Marcos).

“Bom você vai fazer sabão agora, não vai?. (Professora).

“...É. Oh! O sabãozinho pronto, que bonitinho.” (Marcos).

“Quanto você usou de soda cáustica? ou foi aleatório? (professora)

“Esse aqui foi aleatório, não tive tempo de fazer, fui fazer em cima da hora...” (Marcos)

O licenciando reconheceu a tecnologia de produção de sabão como inócua, verde, ideal. Não se preocupou em avaliar a quantidade mínima de soda caustica necessária à produção do sabão a partir do óleo de fritura.

O conhecimento químico necessário ao cálculo dessa quantidade mínima não foi apresentado nem no projeto escrito nem no oral e ainda, todas as vezes que esse licenciando foi preparar sabão, em casa e demonstrando para os colegas da licenciatura, a soda cáustica foi adicionada em grande quantidade. O licenciando não assumiu suas responsabilidades enquanto profissional químico, seu discurso não foi acompanhado de uma ação responsável.

b.5. Conclusões finais – o licenciando acreditou que seu projeto seria capaz de propiciar consciência ambiental com relação à geração de resíduos domésticos. Acreditou ainda que os

alunos fossem propagar suas idéias a seus familiares a partir do desenvolvimento dessa proposta em sala de aula:

“você conscientizando ambientalmente o seu aluno, ele vai propagar isso para seus parentes. Você vai ter uma conscientização ambiental geral, para a comunidade. Você está ensinando para o seu aluno, na hora que ele aprende, pega o gosto ele vai passar adiante. Você não está só ensinando ele, indiretamente você está ensinando os outros também.” (Marcos, apresentação oral).

“Que nem você né Marcos, você pegou o gosto e está ensinando para todo mundo.” (professora).

“Você me ensinou, eu estou ensinando para os meus aluninhos, e vai aumentando, e vai aumentando....” (Marcos – apresentação oral).

c) Análise do trabalho - Assim como eu, ele não só idealizava a tecnologia ‘verde’ como a ação docente. O licenciando contemplava as crenças características do movimento sociológico intitulado como modernização ecológica visto que (LENZI, 2005, p. 80):

[...] a modernização ecológica parece imbuída de todas as deficiências de abordagens que buscam argumentar que o sistema de mercado capitalista não está associado à degradação ambiental contemporânea.

Em função da idealização das tecnologias ‘verdes’ o licenciando também acreditava que através da utilização das mesmas seria possível desenvolvimento econômico e respeito ambiental, sem riscos. Ele dispensou a discussão sobre consumo responsável não só dos óleos como dos sabões que irão também contaminar rios e lençóis freáticos.

Na perspectiva de Melanie Klein ele estaria assumindo uma posição esquizo-paranóide, da separação da química em boa e má, com o agravante de que a produção de sabão por ele apresentada era uma tecnologia sem nenhuma inovação verde. Portanto essa idealização apresentava, também, uma fundamentação teórica bem precária.

Os avanços apresentados através de seu projeto de ensino, no sentido de um currículo químico com ênfase em CTSA foram: incorporação do discurso de desenvolvimento sustentável, tecnologias verdes e minimização de impactos ambientais através da utilização do conhecimento científico. Acreditava na propagação do conhecimento do aluno para seus familiares e comunidade, sendo essa crença a sustentação do seu discurso e empenho.

As *dificuldades* a serem superadas incluem a utilização dos problemas sócio-ambientais como norteadores de suas estratégias de ensino e não os conhecimentos teóricos. Marcos também separou nitidamente os impactos do óleo descartado nos esgotos e sua

utilização na produção de sabão dos conceitos de química orgânica; alguns nem eram necessários para a compreensão do problema levantado por ele.

Ainda, o licenciando não assumiu suas responsabilidades, enquanto profissional de química, na minimização dos impactos ambientais, isso incluiria uma prática menos impactante do que ele costumava apresentar. Por exemplo, a não preocupação com a quantidade de soda cáustica na produção do sabão, ou até mesmo durante sua atuação em aulas de laboratório, onde sempre buscou maior rapidez e rendimento a custo de utilização de excessos, de reagentes ou de catalisador.

O licenciando demonstrou dificuldade de relacionar ciência, tecnologia e problemas sócio-ambientais de uma maneira sequencial e lógica; em seu projeto, abordou conteúdos da química orgânica e não os relacionou explicitamente com sabões. E ainda, separou conteúdo científico da discussão sócio-ambiental. Seu trabalho estava um pouco fragmentado, suas concepções de desenvolvimento sustentável e química verde eram românticas, faltando um pouco de fundamentação teórica.

Em sua apresentação oral, quando comentei, em tom de brincadeira, que estaria com medo do aluno, em função da exaltação na voz, da música de fundo que acompanhava sua apresentação e ainda o título de sua camiseta “God of War”, ele responde com a frase:

“morte aos não verdes, morte aos poluidores”. (Marcos, apresentação oral)

Esses elementos demonstravam a sua fé nas tecnologias verdes como solução para os problemas ambientais. Em nossa interpretação estaria na fase da idealização, pois demonstrava ser um partidário da Química Verde, com um discurso forte. Sua apresentação lembrou aos outros licenciandos a minha atuação partidária.

Considerando os indícios de comprometimento ambiental citado no item 7.1, percebemos que o licenciando reconheceu alguns conceitos químicos envolvidos na produção de sabão, porém muitos conceitos não pertinentes ao trabalho foram considerados.

Ele não reconheceu os impactos sócio-ambientais causados pela produção do sabão, já que idealizou essa tecnologia como verde. Não conseguiu relacionar de maneira articulada a discussão sobre a tecnologia em questão e os conceitos necessários a compreensão tanto da tecnologia como dos impactos desta. Por fim, ao não calcular estequiometricamente a quantidade de hidróxido de sódio necessária a produção do sabão, usando-a em excesso, não assumiu sua responsabilidade sócio-ambiental. (vide tabela 3).

7.2.2. Idealização das questões ambientais – movimento ecológico – Janete

a) Introdução – Janete participou das disciplinas que ministrei durante três semestres de tal forma a conseguir aprovação. Não era uma aluna que buscava atividades extracurriculares tais como cursos e palestras, mas limitava sua atuação para a obtenção da média necessária para sua aprovação.

A licencianda demonstrou ter algumas deficiências conceituais, porém essas foram sendo minimizadas no decorrer do curso, talvez também em função das necessidades advindas de sua função como professora.

Trabalhou em indústria química por aproximadamente um ano, mas não se identificou com essa função alegando falta de autonomia, por essa razão decidiu ministrar aulas na Rede Pública de Ensino já que na função de professora se sentia com mais liberdade de ação.

b) O projeto de ensino e sua apresentação oral - A licencianda apresentou seu projeto escrito e oral obedecendo às etapas, que resumidamente descreveremos:

b.1. Tema: Chuva Ácida.

b.2. Justificativa:

“A inclusão desse tema no currículo escolar é de suma importância, pois tem por finalidade a conscientização de que a chuva ácida é prejudicial ao meio ambiente e que já se tornou um problema mundial.” (Projeto escrito e repetido durante a apresentação oral).

Janete explica:

Por que coloquei tal justificativa? Na escola onde eu dou aula eu perguntei aos meus alunos sobre chuva ácida, para ter uma noção de como eu poderia fazer o meu projeto. Ninguém tinha idéia de que isso acontecia, e quando falei que ao vermos os monumentos se deteriorando ou mesmo a devastação das florestas, eles (os alunos) não acreditam que isso acontece. Então eu acho que é super importante, pois a gente hoje fala muito dos problemas ambientais, de conscientização, e, no entanto, o adolescente ainda não tem essa consciência, então eu achei legal falar sobre isso, para ver se abre um pouquinho a cabeça deles. (Janete, apresentação oral).

O termo conscientização é utilizado como sinônimo de informação, ou seja, através da informação sobre a chuva ácida e os impactos causados nas florestas e nos monumentos por essa chuva, seria suficiente para ‘abrir’ a cabeça dos alunos.

O que desejamos com o ensino com ênfase CTSA vai além da informação. Queremos que o aluno entenda o que é chuva ácida, o que a causa e formas de minimizá-la. Isso feito

tanto por atuações coletivas dos governantes, das comunidades, dos industriários, como individuais, através de um consumo responsável, minimização de emissões e participação social crítica e atuante.

A conscientização desejada, e pouco entendida, vai além do acúmulo de informações científicas e constatação de danos ambientais. A conscientização desejada está relacionada com a utilização dessas informações de tal forma a permitir uma atuação social com fundamentação teórica.

b.3. Objetivo – *“Através da nomenclatura de ácidos, bases e óxidos, vamos entender a chuva ácida, bem como o mal que tem feito ao meio ambiente.” (Projeto escrito que se repetiu durante apresentação oral).*

A licencianda explica:

“... quando falamos de chuva ácida, vamos falar de óxido de enxofre, de ácido sulfúrico, de ácido nítrico, ácido nitroso, e eles provavelmente não sabem a nomenclatura direito. Estou supondo que, se falasse tudo, eu teria que ensinar nomenclatura, balanceamento, nox, várias coisas, mas estou supondo que esta aula seria depois disso, e que estou apresentando a nomenclatura dos compostos, porque senão ia ficar uma coisa muito grande, que não daria nem para apresentar aqui.” (Janete, apresentação oral).

Percebemos no discurso da licencianda a crença de que o conhecimento dos nomes e fórmulas dos compostos que participam na formação da chuva ácida, seja fundamental para a compreensão dos impactos dessa chuva.

Na verdade a licencianda não vai utilizar o tema do projeto para discutir os conceitos químicos na compreensão da formação, impactos e minimização da chuva ácida, mas sim como uma introdução para a discussão do que de fato ela chama de química, ou seja, a nomenclatura e formulação:

*“pessoal depois do vídeo (experimento e impactos da chuva ácida) eu vou entrar na parte de **química mesmo**, para ensinar pelo menos a nomenclatura daqueles óxidos e dos ácidos que eu falei na chuva ácida.” (Janete, apresentação oral).*

Na compreensão da aluna, tudo que for dito sobre chuva ácida, ou seja, formação, impactos, etc. não é química. A química só seria discutida quando da apresentação de formulação e nomenclatura de ácidos, bases e óxidos.

A aluna, assim como o Marcos, também apresenta dificuldade de saber quais conteúdos correspondem ao tema do projeto, achando que é importante falar sobre nox, balanceamento por oxi-redução, etc.

Essa falta de conhecimento dos conceitos químicos envolvidos no seu projeto está relacionada com a sua dificuldade de compreensão das tecnologias químicas e dos fenômenos naturais responsáveis também pela produção de substâncias agravadoras da acidez da chuva.

b.4. Desenvolvimento – Tanto na apresentação oral quanto no trabalho escrito ela inicia com uma abordagem histórica sobre o estudo, que a aluna classificou como ‘descoberta’, da chuva ácida. Em seguida descreve as fontes de compostos produtores de chuva ácida, as naturais e as humanas:

*Existem duas fontes que contribuem para a formação de gases que provocam a chuva ácida, são as fontes naturais e humanas. Como fontes naturais, coloquei só emissões de vulcões, que são os gases dos vulcões quando entram em erupção, eles emitem dióxido de enxofre na atmosfera, então é um processo natural, é lógico que isso não acontece todos os dias, então se fosse só o processo natural talvez não tivesse esse **problema de chuva ácida**, mas tem as fontes humanas, que são as piores que existem né, que são as indústrias, usinas termelétricas e principalmente a queima de combustíveis fósseis, carvão, queima de petróleo e o gás natural, né, e isso daqui a gente faz o tempo todo, então essa emissão é muito grande. (Janete, apresentação oral, com grifo nosso).*

Nessa parte do trabalho a aluna perdeu a oportunidade de discutir como as fontes antrópicas produzem substâncias responsáveis pela formação da chuva ácida, já que não considerou as reações químicas envolvidas na aplicação das tecnologias nas indústrias, usinas termelétricas e combustão nos motores de automóveis.

As fontes naturais consideradas no trabalho se restringiram aos vulcões, sendo que, para ela, a emissão de óxidos de enxofre pelos vulcões não era suficiente para impactar o ambiente por ocorrer ocasionalmente e ser ‘natural’.

Esqueceu de considerar que quando os vulcões entram em erupção a destruição causada pelos gases emitidos é fatal para a maioria dos habitantes nas proximidades além de atingir também localizações distantes em função das orientações dos ventos. A licencianda acredita ingenuamente que os fenômenos naturais sejam incapazes de produzir impactos ambientais, relegando tais impactos somente à ação humana.

Em seguida a aluna aborda a acidez natural da chuva ao esclarecer como ocorre a produção do ácido nítrico, fruto da reação entre o nitrogênio e o oxigênio do ar durante

formação de tempestades. Entretanto, ao citar tal produção deixa claro não acreditar muito na informação que leu, já que na sua concepção fenômenos naturais não podem estar relacionados com a acidez da chuva, mesmo que essa acidez não seja impactante:

“a gente pode falar do nitrogênio... do nitrogênio não, dos óxidos de nitrogênio, eu não sei se isso é muito certo, mas no livro que consultei, diz que quando está ocorrendo raios para chover, o que acontece é: a nossa atmosfera contém nitrogênio e oxigênio, durante a formação dessas tempestades eles (o nitrogênio e o oxigênio) se “juntam” para formar o óxido de nitrogênio, esse óxido de nitrogênio vai reagir com o oxigênio que tem na atmosfera formando o dióxido de nitrogênio, esse dióxido de nitrogênio vai formar com a água o ácido nítrico e o ácido nitroso, é isso? (Janete, apresentação oral)

Após a apresentação dessas equações de formação de chuva ácida durante a formação de tempestades, questionei a licencianda:

Só uma pergunta Janete, então a natureza é poluente? (professora)

Não ela não é poluente porque ela emite pouco.....Que nem eu coloquei o exemplo do vulcão, dos óxidos de enxofre que saem dos vulcões. (Janete, apresentação oral)

A licencianda considera que a acidez natural da chuva é causada pelos vulcões e não pelas reações que ela estava descrevendo, resultado das reações entre o nitrogênio e o oxigênio do ar.

Não eu queria saber dessa reação aí (formação de ácido nítrico e nitroso) – (professora)

Ah tá, essa daqui eu peguei, essa daqui...(Janete, apresentação oral)

Será que ela tem alguma utilidade, será que alguém sabe me dizer? (Professora)

A aluna não soube responder e foi auxiliada pelos colegas que falaram sobre o ciclo do nitrogênio e eu comentei sobre a produção natural de nitrato, essencial ao desenvolvimento vegetal, já que a maioria das plantas, exceto as leguminosas, não são capazes de converter gás nitrogênio em nitrato.

Em outro momento a licencianda disse sobre a contaminação da água pelos metais pesados, porém, quando questionada, não soube relacionar a origem desses metais pesados com a chuva ácida. Ela acreditava que o tratamento de água tradicional era capaz de retirar metais pesados.

O colega José Antonio que trabalhava em empresa que executava tratamento de água esclareceu sobre a ineficiência desse tratamento na retirada de metais pesados.

Em seguida a licencianda aborda impactos causados pela chuva ácida aos lagos, rios, florestas e na agricultura, fala sobre pH, porém não aproveita a oportunidade para esclarecer como a escala de pH poderia ser abordada com seus alunos. Ou seja, um dos conceitos fundamentais para o tema escolhido não é discutido, não é explicitado.

Ela fala sobre devastação de florestas e destruição de plantações, porém não especifica em que faixa de pH essa devastação começa a ocorrer, nem tão pouco as formas de minimização dos impactos adotada, tais como a calagem do solo.

A licencianda se utiliza de um vídeo sobre os impactos da chuva ácida antes de iniciar a parte que ela mesma classificou como ‘a parte da química mesmo’, ou seja, a nomenclatura e formulação de ácidos, bases e óxidos. Nesse vídeo temos a seguinte sequência:

Cena 1: Título: Chuva ácida, ainda vai acabar conosco. Cena 2: HELP. Em seguida é apresentada uma animação aonde uma gota de chuva ácida vai caindo atingindo aves, filhotes de passarinhos, aviões, árvores, acompanhado de gritos de horror e os alunos começam a rir, achando engraçada tal animação. Cena 3: Título: A Chuva Ácida Destrói a Natureza e As Estruturas Construídas Pelo Homem. Cena 4: Indústrias liberando grande quantidade de fumaça pelas suas chaminés, em uma foto desoladora. Cena 5: Duas fotos do mesmo monumento, uma com o monumento quase intacto e outra com ele corroído pela chuva ácida. Cena 6: Novamente, foto com várias chaminés emitindo fumaça. Cena 7: Foto com um homem em um lugar devastado. Cena 8: Foto com floresta devastada. A seguir um filme com o experimento de chuva ácida, onde é colocada água com indicador dentro de um frasco, algumas pétalas de rosa sobre a água, em seguida enxofre é queimado e levado até o frasco que é fechado para a formação de óxidos de enxofre que em contato com a água, acidifica-a alterando a cor do indicador e da pétala.

O experimento apresentado pela licencianda é ilustrativo e nenhum conceito químico foi por ela discutido. O vídeo que antecede o experimento selecionado pela aluna nos leva a uma visão catastrófica, talvez compartilhando a idéia, de que quanto mais impactante e assustador for o discurso ambientalista, maior será a conscientização.

É importante lembrar que essa postura pode levar a uma alienação, já que os problemas parecem de difícil solução dando a sensação de que nada pode ser feito. Conseqüentemente os alunos podem não se envolver na compreensão das questões ambientais, por se sentirem impotentes perante tanta destruição.

Trata-se novamente de uma concepção ingênua sobre a abordagem das questões ambientais, concepção praticada por grupos ambientalistas extremistas onde se acredita que quanto mais impactante for o discurso ambientalista maior seria a conscientização. A

licencianda não contempla possibilidades de minimização dos impactos causados pela chuva ácida, dando a sensação de ser uma situação sem solução.

Em seguida a apresentação do vídeo a aluna inicia a discussão de definições de ácidos, bases e óxidos, assim como nomenclatura e formulação envolvendo essas três funções. Nessa parte a licencianda repete a estrutura apresentada pelo aluno Marcos, onde primeiro discute as questões ambientais e em separado discute conceitos que acreditava serem necessários para a compreensão do tema escolhido para o projeto.

Finalmente:

O que o aluno pode fazer para minimizar a chuva ácida? (Professora)

A licencianda se utiliza de outro vídeo para discutir a questão levantada por mim. Esse vídeo apresentou a seguinte seqüência:

Cena 1: Título: Chuva Ácida. Cena 2: Frase: “A Chuva ácida originou-se no século XVIII, com os avanços tecnológicos da Revolução Industrial.” Cena 3: Foto em preto em branco de uma região industrial com chaminés emitindo fumaça. Cena 4: Frase: “Por outro lado trouxe uma significativa alteração do Meio Ambiente.” Cena 5: Foto com carros antigos em uma cidade nebulosa, lembrando poluição. Cena 6: Frase: “Causada pela queima de carvão, combustíveis fósseis e poluentes industriais que lançam dióxido de enxofre e nitrogênio na atmosfera”. Cena 7: Um desenho intitulado: A Química da Chuva. Nesse desenho temos carros e chaminés de indústrias produzindo os óxidos e as reações destes com água estão esquematizadas na cena, assim como a chuva ácida caindo sobre florestas. Também é contemplada a seguinte frase: “A poluição de fábricas e veículos reage com o vapor de água das nuvens para formar os ácidos.” Cena 8: Frase: “ao se difundirem, reagem com a água e formam ácido sulfúrico, nítrico e clorídrico, etc., que voltam a superfície em forma de chuva, neve ou microscópicas partículas de poeira ácida”. Cena 9: Frase: “As Indústrias...” Cena 10: Foto de uma indústria emitindo poluentes através de uma chaminé. Cena 11: Outra foto de uma chaminé emitindo poluentes. Cena 12: Novamente foto de chaminé emitindo poluentes. Cena 13: Foto com as sombras de várias chaminés emitindo poluentes. Cena 14: Frase: “os automóveis”. Cena 15: Foto de automóveis percorrendo uma estrada. Cena 16: Outra foto, agora com vários carros em uma via congestionada. Cena 17: Foto destacando o escapamento de um carro emitindo gases poluentes. Cena 18: Frase: “As chuvas normais têm pH de aproximadamente 5,6. Já a chuva ácida é caracterizada por pH abaixo de 4,5.” Cena 19: Foto de um lago com placa apontando pH = 5,2. Cena 20: Frase: “O problema da chuva ácida tem se acentuado mais nos países industrializados, principalmente nos que estão em desenvolvimento, como por exemplo: Brasil, Rússia, China, México e Índia.” Cena 21: Frase: “O setor industrial desses países vem crescendo muito, porém de forma desregulada, agredindo o meio ambiente.” Cena 22: Frase: “Conseqüências da Chuva Ácida”. Cena 23: Frase: Desmatamento. Cena 24: Foto de uma floresta antes da chuva ácida, 1970 e após a chuva ácida 1983, onde se percebe a

devastação da floresta. Cena 24: Frase: “Devastação de florestas.” Cena 25: Foto com árvores sem folhas e com aparência de ressecamento. Cena 26: Frase: “Corrosão de monumentos.” Cena 27: Foto de um monumento antes e depois da corrosão causada pela chuva ácida. Cena 28: Corrosão de uma fachada de prédio. Cena 29: Frase: ...de carros. Cena 29: Foto de um carro antigo. Cena 30: Frase: “Problemas de saúde”. Cena 40: Foto de uma criança com ferimentos nas costas. Cena 31: Texto: “Como evitar a chuva ácida: conservar energia; transporte coletivo; utilização de metro; utilizar fontes de energia menos poluentes; purificação dos escapamentos de veículos; utilizar combustíveis com baixo teor de enxofre.” (grifos nossos)

Esse vídeo, que encerra a apresentação oral da licencianda, tem como característica uma apontamento mais acentuado para as indústrias como principais contribuintes para a produção de chuva ácida. Em nenhum momento a aluna contempla o fato de todos ali presentes à sua apresentação serem químicos com formação para atuação em indústrias e que, portanto seu discurso de minimização de impactos deveria passar por uma atuação responsável ambientalmente desses profissionais nessas indústrias portadoras das ‘chaminés poluidoras’ tão ressaltadas pelo vídeo escolhido por ela.

Ela se esqueceu que também é química e atuou em indústria, portanto sua responsabilidade envolveria a utilização dos conhecimentos adquiridos durante o bacharelado na compreensão dessas tecnologias e formas de minimização dos impactos no agravamento da acidez da chuva.

Na parte final do vídeo apresenta ‘formas de evitar a chuva ácida’, quando o ideal seria ‘formas de minimizar a chuva ácida’. Considera que a ‘purificação dos escapamentos dos veículos’ é parte da solução do problema ambiental. Tal concepção é ingênua, pois mesmo os carros que são dotados de catalisadores em seus escapamentos, não são capazes de eliminar os poluentes resultantes da combustão de combustíveis fósseis ou biocombustíveis.

Outro ponto ressaltado foi a concepção inadequada de que a utilização de combustíveis com baixo teor de enxofre seria parte da solução. A licencianda não contemplou que nas reações de combustão com a utilização do ar como comburente propicia a formação de óxidos de nitrogênio, que são agravadores da acidez natural da chuva, independentemente do teor de enxofre do combustível.

b.5. Conclusões finais:

“Através do projeto de chuva ácida, pudemos aprender a nomenclatura de ácidos, bases e óxidos, assim como a classificação de cada uma das funções inorgânicas.”

Essa frase, encontrada no projeto escrito e descrita na apresentação oral, sugere que a licencianda não tinha como intenção discutir as questões ambientais e a partir dessas questões estabelecer uma relação com os conceitos químicos pertinentes. Ela tinha intenção de utilizar o tema chuva ácida para discutir a nomenclatura e formulação de compostos inorgânicos. Ou seja, o seu projeto é só uma forma diferente e mais envolvente de abordar nomenclatura e formulação de compostos inorgânicos, e não uma preocupação em tornar o aluno um cidadão ativo e atuante em uma Sociedade de Risco, através do conhecimento profundo das questões químicas envolvidas na formação da chuva ácida.

Reforçamos aqui que de fato o termo utilizado no início do trabalho como ‘conscientização’ está muito próximo de ‘informação’, tanto do problema ambiental quanto das nomenclaturas e formulações de compostos inorgânicos.

c) Análise do trabalho - Percebemos que o discurso da aluna está falho na questão teórica, já que ela não percebe a química envolvida no tema escolhido por ela. Restou a ela uma apresentação com vídeos onde prevalecia uma visão romântica das questões ambientais, que nos retomam a posição do movimento ecológico característico da década de 70 discutido por Lenzi (2005).

Essa visão é percebida nas fotos escolhidas e nos vídeos por ela apresentados, com uma responsabilização muito grande das indústrias e uma vitimização humana, como a foto da criança com ferimentos nas costas. Essa responsabilização é percebida pelas fotos em preto e branco dando um aspecto desolador, com imagens de destruição.

Ficou esquecido o fato de considerar que nessas indústrias há profissionais que atuam. Ela, enquanto química, falando com químicos, deveria responsabilizar-se e chamar a atenção de seus colegas para uma atuação mais responsável em seus locais de trabalho. A responsabilização recaiu sobre a entidade ‘indústria’, como se sozinha provocasse problemas ambientais, esquecendo que essa entidade é movimentada por seres humanos e eles sim devem ter uma atuação responsável.

Suas propostas para ‘evitar a chuva ácida’ são ingênuas: apresentou como vilões as indústrias e os carros, mas não as pessoas. Essas foram apresentadas como vítimas. Percebi uma idealização das soluções para o problema ambiental escolhido por ela, como se a problemática ambiental contemplasse poucas variáveis e, portanto, o controle dessas variáveis fosse simples e fácil.

Apresentou dificuldade de conciliar teoria e problemas sócio-ambientais. Talvez isso tenha ocorrido pela pouca fundamentação teórica sobre as questões ambientais, já que seu

compromisso não era com a formação de uma consciência ecológica e de um aluno atuante socialmente, mas sim um compromisso com a química que ela conhecia e com a qual trabalhava em sala de aula. Esta era a química da memorização, das fórmulas, das regras, da informação e não da contextualização, do despertar o espírito crítico. Ainda estava longe de uma química comprometida a entender o mundo em que vivemos e como consequência dessa compreensão, promover uma atuação social crítica.

Pareceu-me que a preocupação da licencianda era com o envolvimento do seu aluno, com o interesse pelos conteúdos químicos contemplados na abordagem tradicional da química. Não me pareceu que ela considerava seu trabalho como uma alternativa para criar uma consciência sócio-ambiental no aluno, mas sim uma forma diferente para fazer o aluno entender os conceitos químicos que ela desejava ensinar. As questões ambientais abordadas pela licencianda tiveram um caráter ilustrativo e não formativo.

Mas há avanços, quando consideramos as abordagens adotadas pela aluna sobre conceitos químicos em outras ocasiões. Esta se limitava a uma apresentação tradicional dos conteúdos, independentemente dos artigos estudados sobre contextualização e inserção no cotidiano do aluno. Ela conseguiu elaborar uma apresentação envolvente, que permitiu comentários dos colegas, sugestões, questões e colocações referentes à consciência sócio-ambiental.

Outro aspecto interessante observado durante a apresentação oral da aluna, que se repetiu com os alunos da licenciatura durante os três anos de curso, é a insistência em trazer experimentos impactantes ambientalmente, mas visualmente interessantes. Foi o caso do experimento trazido por Lutero e Ramires sobre chuva ácida e discutido durante a apresentação da Janete.

Esses experimentos eram recorrentes, independentemente de todas as discussões que levantamos sobre a responsabilização do professor quando da inserção de experimentos produtores de substâncias impactantes ao Meio Ambiente Humano.

Considerando os indicadores de comprometimento ambiental citado no item 7.1, percebemos que a licencianda não reconhece os conceitos químicos envolvidos nas tecnologias químicas responsáveis pela produção de gases causadores da chuva ácida. Ela apenas considera relevante a nomenclatura e formulação de substâncias envolvidas na composição da chuva ácida, e algumas não envolvidas como bases e sais.

Indiretamente ela reconhece os impactos ambientais e sociais das tecnologias químicas causadoras da chuva ácida, porém não percebe as transformações químicas correspondentes a estas. Conseqüentemente, não busca também alternativas verdes. Sua visão é ingênua e

simplista tanto do problema ambiental, quanto da causa e da solução para o mesmo. (vide tabela 3)

7.2.3. A idealização da Química – Modernização ecológica - Milene

a) Introdução – A licencianda Milene era uma aluna dedicada, estudiosa e com uma postura atuante na sala de aula. Estava sempre questionando as ações docentes, se colocando de forma crítica. Não participou do curso de férias de química verde, porém quando da apresentação do tema em sala de aula mostrou interesse em artigos e sites relacionados ao tema.

Durante a discussão do projeto apresentado por Lutero, a licenciada colocou sua posição, e parcialmente de José Antonio, em relação à idealização da Química, como uma ciência pura e que deveria ser preservada da responsabilização pelas questões sócio-ambientais:

Professora: Milene você comentou em uma aula, você e o Zé Antonio, da questão de ficar falando dos problemas ambientais, e que isso desestimula na opinião do Zé, o aluno de estudar química, não é?

Zé Antonio: Isso

Professora: Em sua opinião, qual é a sua opinião, qual é a preocupação que fica, é a mesma coisa?

Milene: A Química leva para o sentido...

Zé Antonio: maléfico

Milene: Exatamente, no sentido maléfico.

Professora: Isso, e como é que você acha que deveria ser Milene?

Milene: Eu acho que deveria abordar de outra forma, poderia citar os problemas, mas não focar os problemas.

Professora: Como é que seria? Não seria focar no problema, como é que seria?

*Milene: Você perguntar para o aluno, perguntar por que ele acha interessante, o que ele entende de química e aí a partir disso, o que ele queria aprender, a partir do que ele falar, você explicar, e não ficar só: “Ah a poluição, a chuva ácida”.... isso ele já vê na mídia, que tem a chuva ácida, **tudo bem a gente vai citar e vai explicar, mas não vai focar, não vai focar, eu acho que seria partir para o lado ambiental, falar das soluções ambientais, das tecnologias, explicar as tecnologias***

Marina: mas é isso que você faz?

Professora: É

Marina: mas é isso que você propõe, que em cima do que acontece você fala dos conceitos químicos e cite que é o homem, essa ação...

Professora: É, o que eu acho que talvez esteja... é que eu falo tanto disso! Eu falo tanto de problemas ambientais e acho que vocês estão cansados de me ouvir, na verdade. Não é verdade? Eu sou uma... Eu sou uma... Como é que fala? Eu sou radical.

Nesse trecho percebemos a preocupação da Milene com a desmistificação da Química como uma ciência neutra. Ela preocupa-se também com a imagem impactante das tecnologias químicas, que na opinião dela e do José Antonio, fazem com que o aluno perca o interesse em aprender química já que esta foi apresentada como impactante e maléfica. Isso foi dito mesmo após o esclarecimento de que abordei durante o curso possibilidades menos impactantes.

Para a Milene não existe Sociedade de Risco, existem soluções para os problemas ambientais e essas soluções serão encontradas por químicos. Para ela, a responsabilidade está na utilização errada dos conceitos químicos pelos homens.

Os questionamentos feitos pela Milene também me fizeram perceber a violência da interpretação aplicada por mim.

Existem dois tipos de violência da interpretação (AULAGNIER, 1979): primeiro a violência primária. Esta é quando, por exemplo, uma mãe ao ouvir o choro do bebê conclui que ele está com fome e lhe oferece a mamadeira. Trata-se de violência, pois a mãe não deixa a criança livre para escolher se efetivamente quer comer ou não. Entretanto tal violência, ou seja, a interpretação subjetiva do choro da criança, não pode ser evitada e até é vital para a sobrevivência da criança.

A partir dessas imposições a criança começara a construir suas representações, adaptando seu choro às suas necessidades. Conseqüentemente, a violência primária é aquela que fornece uma estrutura para a criança poder avançar em sua aprendizagem. No caso do ensino a violência primária seria toda a intervenção que coloca as condições mínimas para apreender.

Agora, cabe descrever o que a autora classifica como violência secundária. Esta é quando a mãe insiste em interpretar as necessidades de seu filho, mesmo quando este é capaz de expressar sua opinião e decidir o que é melhor para ele.

No meu caso eu não me limitei a apresentar uma metodologia de ensino de química comprometida com as questões sócio-ambientais, condição necessária para que os licenciandos entrassem em contato com elas. Eu insisti que essa era a solução da vida deles, eu interpretei que era fundamental para sua sobrevivência uma consciência plena dos impactos causados pelas tecnologias químicas e da importância, enquanto professores, de divulgarem esses impactos. Ou ainda, para Aulagnier (1991, p. 38) temos:

[...] nos propomos separar a violência primária, que no campo psíquico é necessária e imposta externamente à custa da violação de um espaço e uma atividade que obedece às leis heterogêneas ao Eu e aos discursos, de uma violência secundária que encontra o seu caminho para sustentar o seu

antecessor, a qual representa um excesso, na maioria das vezes, nocivo e jamais necessário ao funcionamento do Eu, apesar da disseminação e difusão que esta demonstrou. (tradução nossa)

Meu discurso estava permeado também de violência secundária, assim o resultado foi diferente do desejado. Isso se deu a tal ponto da licencianda Milene não se dar conta de que durante a apresentação de um experimento, eu havia sugerido duas possibilidades para o tratamento de água, o tradicional e o mais verde, embora nenhum deles estivesse ausente de impactos.

b) O projeto de ensino escrito e sua apresentação oral

b.1. Tema: Detergentes domésticos

b.2. Introdução:

“Este tema foi escolhido devido à grande presença dos detergentes no cotidiano do aluno, assim procurou-se desenvolver o assunto a fim de que o conhecimento químico permita abordagens de fácil compreensão. Outros aspectos discutidos são relacionados ao meio ambiente e a evolução dos detergentes.” (trabalho escrito)

Em outro parágrafo da introdução coloca:

“Através deste estudo os estudantes estarão sendo capacitados a serem cidadãos analisar, refletir, compreender e utilizar este conhecimento no seu cotidiano.” (trabalho escrito).

Novamente, assim como Janete, a licencianda utiliza a palavra ‘consciente’, mas consciente de quê? E ainda, ao colocar que: ‘os alunos serão capacitados também a analisar, refletir, compreender e utilizar este conhecimento no seu cotidiano’, mas utilizar este conhecimento para quê?

Pelas discussões e colocações de Milene, a consciência da qual ela fala é uma consciência da ciência, pela ciência. Ou seja, o aluno será capaz de fazer uma interpretação científica de fatos cotidianos, sendo isso suficiente para movimentar o aluno na busca do conhecimento.

Podemos fazer um paralelo entre minhas crenças iniciais e as de Milene. Eu acreditei que a apresentação das causas sócio-ambientais fosse suficiente para que meus licenciandos buscassem o conhecimento químico e formas de aplicá-lo em sala de aula para preparar um cidadão capaz de atuar em uma sociedade injusta. Para Milene a ciência foi o que a estimulou na busca do conhecimento químico, sem a necessidade de bandeiras de justiça social e ambiental. Para ela a ciência exerce um fascínio grande o suficiente para estimulá-la,

acreditando que seus alunos também seriam envolvidos na busca por um conhecimento maior sobre ciência.

b.3. Objetivo:

“Conscientizar os alunos sobre o tema Detergentes, explicação científica de fatos do cotidiano, noções de produção, ação e degradação pelo meio ambiente.” (Trabalho escrito)

“O objetivo dessa aula é conscientizar os alunos sobre o tema, explicando a parte científica. Explicação científica dos fatos do cotidiano. Então o aluno vai ter noção da produção, de como esse produto age e também sobre essa degradação que ele sofre no meio ambiente. E também esse tema vai ser importante porque ele vai se conscientizar.” (apresentação oral)

Pelo transcrito acima percebemos que de fato para a licencianda o termo ‘conscientização’ é sinônimo de ‘compreensão’ dos fatos científicos envolvidos no tema por ela escolhido. Questionei a licencianda durante sua apresentação oral:

Conscientizar de que? (professora).

A aluna pensa um pouco e responde:

Conscientizar sobre a degradação do detergente no meio ambiente (Milene).

Novamente percebemos que a idéia da conscientização vem como sinônimo de informação, então, ‘conscientizar sobre a degradação do detergente no meio ambiente’ para quê? Aqui a licencianda respondeu aquilo que sabia ser um dos meus desejos, ou seja, a palavra ambiente, mas perceberemos durante o desenvolvimento do seu trabalho a idealização da ciência, acreditando ser ela capaz de resolver qualquer problema que apareça inclusive os problemas ambientais.

b.4. Desenvolvimento – A licencianda adota a seguinte estrutura para apresentar seu projeto: Inicia definindo o que são detergentes através da sua capacidade de dissolver gorduras, e justifica essa capacidade através das interações intermoleculares entre a ‘cabeça apolar’ do detergente com a molécula apolar da gordura. Em seguida faz uma diferenciação estrutural entre as moléculas de sabão, detergentes não degradáveis e detergentes biodegradáveis.

Aprofunda-se nas semelhanças entre sabões e detergentes, sendo essas, semelhanças de ordem funcional, de ordem estrutural da molécula e na forma de atuação. Depois apresenta as diferenças entre sabões e detergentes no que diz respeito a sua atuação em águas ácidas e duras, sinalizando então as vantagens funcionais dos detergentes frente aos sabões em águas desse tipo.

Discute também a vantagem do sabão perante o detergente, já que o primeiro é biodegradável e produzido a partir de matéria prima renovável, os óleos e gorduras, enquanto que nem todo detergente é biodegradável e este é produzido a partir de matéria prima não renovável, o petróleo. E como última etapa do desenvolvimento do trabalho aborda as questões ambientais geradas pelos detergentes biodegradáveis.

Assim, ela aborda a questão da eutrofização, causada pela degradação dos detergentes biodegradáveis com o conseqüente espumejamento (apontando a problemática da falta de tratamento de esgotos) e proliferação de algas que causam deficiência de oxigênio. Como conseqüência há a destruição das formas de vida no ambiente aquático.

Milene em seguida fala dos biosurfactantes como uma alternativa aos problemas enfrentados tanto pelos sabões, como pelos detergentes, aponta então como desvantagem o custo envolvido na produção desse biosurfactante.

*“Ai eu comentaria a evolução dos detergentes, porque no começo só existiam os sabões, ai em águas duras que são águas ricas em cálcio e magnésio, a ação dos sabões nela não é efetiva, você não consegue limpeza, você não consegue limpar o material se você estiver usando uma água dura, aqui eu vou mostrar também, tem as ligações. Ai o que aconteceu, por causa desse fato, se evoluiu e se desenvolveu os detergentes, só que a primeira leva de detergentes que foi inventada, foi descoberta, foi os não biodegradáveis, são aqueles que eu mostrei no slide anterior, ai a partir desses não biodegradáveis, no caso aquela problemática do meio ambiente que é a formação de espumas, ai surgiu os detergentes biodegradáveis, ai verificou-se que esses, os microorganismos conseguem quebrar em moléculas menores, só que tem um inconveniente, sempre tem, como você, Marlene sempre diz, não existe uma tecnologia 100% limpa, nesse caso os biodegradáveis existe aquele problema do lodo, esses detergentes aqui (os biodegradáveis) não se consegue 100% de degradação, então uma parte tem a formação de fosfatos, e os fosfatos ocasionam aquela problemática da eutrofização. No caso também, os biodegradáveis eles se acumulam no lodo, os subprodutos da degradação, e ocasionam também a contaminação do meio ambiente. **Então a partir dessa problemática, surgiu essa nova tecnologia, os biosurfactantes...** Os biosurfactantes são surfactantes produzidos a partir de microorganismos, o inconveniente dele é que o custo para se produzir é muito alto, então é por isso que...” (apresentação oral – Milene)*

E a vantagem? (professora)

“A vantagem é que ele não gera essa problemática do biodegradável”(Milene)

“Uma sugestão seria, abordando a questão ambiental, seria citar uma evolução, o caminho da química aqui, como é importante, a gente vai mostrar para o aluno a importância das tecnologias, e do desenvolvimento da química.” (Milene – apresentação oral- grifo nosso)

Nesse ponto, entendi o que Milene queria dizer sobre ‘falar sobre a problemática ambiental, mas não focar’. Ela cita os problemas ambientais gerados tanto pelos sabões como pelos detergentes biodegradáveis, porém a química, aos olhos dela, tem uma solução: os biosurfactantes. Esses são perfeitos exceto pelo fato de serem caros, mas então esse problema não é ambiental, é uma questão de ajuste de mercado.

b.5. Conclusões finais: E ela finaliza sua apresentação oral destacando:

“...e tem as vantagens e desvantagens do sabão, é legal salientar que cada um deles tem uma vantagem e desvantagem, não dá para falar que um é melhor do que o outro. Os detergentes foram uma evolução, uma parte da evolução da tecnologia do sabão, aí comentar do sabão, detergente e biosurfactante, seria legal comentar isso.”

Essa estrutura encontrada no trabalho escrito se repetiu na apresentação oral. Destacaremos agora as falas da licencianda onde percebemos sua crença na ciência para solucionar os problemas tanto de ordem prática, quanto de ordem ambiental.

“Ah, e aqui tem só um comentário legal, eu lembro que a Marlene comentou alguma coisa, aqui tem uma tabela comparando o sabão com os detergentes, aí ele fala das vantagens e desvantagens, aqui ele fala, no caso, eu tinha marcado aqui no meu artigo, a questão aqui dos óxidos de nitrogênio, o detergente ele tem muito, enquanto o sabão tem pouco, aí tem outra informação também, o DBO e o DQO do sabão são maiores que do detergente, dá para a gente usar isso na sala de aula.” (Milene, apresentação oral).

c) Análise do projeto – A licencianda reconhece os conceitos químicos envolvidos na tecnologia da produção de sabões e detergentes, apresenta os impactos ambientais causados pelas tecnologias estudadas. Consegue relacionar os conceitos químicos com as questões ambientais envolvidas na degradação de sabões e detergentes, e idealiza como solução para esses problemas uma tecnologia verde. Esta seria a produção de biosurfactantes, fruto dos metabolitos dos microorganismos.

Milene também não assume que a produção de biosurfactantes contempla impactos. A perspectiva da licencianda se concentra no produto, assim como eu também fiz antes de conhecer o conceito de ciclo de vida.

É através da compreensão do ciclo de vida dos detergentes, dos sabões e até mesmo dos biosurfactantes que a licencianda poderia perceber as questões sociais envolvidas na tecnologia de produção desses compostos.

Para Milene, a desvantagem para o produto da tecnologia verde fica no custo. Sabemos, entretanto que o processo de purificação desses metabólitos, algumas vezes, resulta em não compensação da produção do mesmo. É o que acontece com as zeólitas, excelentes para retirada de metais pesados de águas, porém o processo de preparação dessas zeólitas é extremamente impactante ambientalmente.

A licencianda não assume a responsabilidade pelos problemas ambientais causados pelos detergentes e sabões, nem tão pouco estimula uma discussão com seus alunos sobre a parte que lhes cabe nos processos de respeito ambiental.

É importante lembrar que além da questão química devemos considerar a questão do consumo e valores dados ao espumamento. Característica esta que não está relacionada com a eficiência de limpeza, mas que é valorizado pelo consumidor desinformado e que irá gerar impactos na vida aquática de rios como o Tietê.

A licencianda acredita que a ciência é capaz de achar as soluções através do aprimoramento de tecnologias verdes. Neste seu projeto encontramos uma idealização assim como no projeto do Marcos, porém a fundamentação teórica dela é muito maior e isso lhe permitiu apresentar um trabalho levantando as questões ambientais e relacionando-as com os impactos ambientais.

O fato é que não houve o conhecimento do ciclo de vida desses produtos, e isso a impediu de entender os impactos sociais e outros ambientais. (vide tabela 3).

7.2.4. Não idealização das tecnologias 'verdes' - Sociedade de Risco - Thalita

a) Introdução – Thalita trabalhava em uma indústria química e chegou a trazer para a sala de aula um problema com o qual se deparou em sua indústria. Os efluentes dessa empresa, que produzia tintas para impressoras, estavam com uma quantidade de matéria orgânica maior do que a prescrita por lei. Isso conferia a esses efluentes uma coloração rósea.

Sugeri a leitura de um artigo da Química Nova sobre a utilização de argilas como retentores desse material indesejado e concordamos em futuramente fazer alguns experimentos, porém a minha saída da Instituição paralisou a idéia.

Sua atuação como química industrial já lhe cobrava um posicionamento comprometido com as questões ambientais. Era uma aluna dedicada, porém muito calada, raramente se posicionava, seu projeto foi uma surpresa para mim.

Thalita também ministrou algumas aulas em escolas públicas na cidade onde mora.

b) O projeto de ensino escrito e sua apresentação oral

b.1. Tema: Qual combustível polui menos?

b.2. Justificativa:

“A questão ambiental e as formas alternativas de energia vêm sendo cada vez mais urgentes e importantes para a sociedade. Por isso esse projeto visa conscientizar os alunos da gravidade da situação atual referente ao aquecimento global, mostrando as novas formas de combustíveis alternativos, que contribuem de forma significativa para a redução dos impactos ambientais.”

O termo conscientização utilizado pela licencianda, contempla não só informar seus alunos dos impactos ambientais provocados pela demanda de energia, mas também apresentar propostas de combustíveis alternativos que minimizem esses impactos. Ela não contempla como conscientização a necessidade de uma participação dos alunos na minimização desses impactos, sendo essa a justificativa mais importante do trabalho com projetos CTSA.

Neste caso, consideramos que o termo conscientização ambiental inclui entender os impactos gerados pela aplicação de tecnologias químicas tradicionais na obtenção de energia (aquecimento global). Ainda, compreender as tecnologias químicas alternativas (produção de biocombustíveis) envolvidas na minimização desses impactos, assim como as suas limitações. E finalmente, discutir com os alunos formas de estes assumirem suas responsabilidades na preservação do Meio Ambiente Humano, através de um consumo responsável e uma participação social crítica e atuante.

b.3. Objetivo:

“Relacionar os conceitos químicos como, funções orgânicas, reações de combustão e processos de obtenção da gasolina e etanol, através da problemática que envolve os impactos ambientais causados pelos combustíveis mais utilizados.”

O objetivo da proposta está em estabelecer uma relação entre conteúdos químicos e impactos ambientais causados pelos combustíveis fósseis e biocombustíveis, tendo como foco a problemática ambiental. Assim como Milene, a licencianda propõe conectar conteúdos científicos, tecnologias químicas e os respectivos impactos ambientais sem a separação um do outro. Dessa forma a problemática ambiental não é ilustrativa como ocorreu no trabalho de Janete.

b.4. Desenvolvimento – A licencianda planejou a aplicação do projeto em sete aulas estruturadas da seguinte forma:

Primeira aula – Aquecimento Global – inicia-se pela discussão de texto¹, assim como a apresentação de resumo ilustrativo da revista *Veja*² sobre aquecimento global. Este foi conceituado, foi esclarecido como ele é agravado e as conseqüências do mesmo para o Meio Ambiente Humano.

Para finalizar esta parte ela propõe duas questões para reflexão e debate, são elas: Qual a relação entre combustível e aquecimento global? Qual combustível polui menos?

A licencianda inicia sua proposta estabelecendo questões que permitam o conhecimento das idéias dos alunos não só sobre a interpretação do texto e do resumo ilustrativo, mas também suas idéias espontâneas sobre combustíveis alternativos. Ela acredita que seus alunos emitirão opiniões sobre combustíveis menos poluentes já que vivem em uma cidade comprometida com a produção de álcool combustível em Usinas localizadas na região.

Segunda aula – Petróleo: define petróleo como combustível fóssil, formado por uma mistura de hidrocarbonetos com viscosidade e cor característica. Em seguida inicia a explicação sobre hidrocarbonetos incluindo formulação e nomenclatura de alcanos, alcenos e alcinos, assim como hidrocarbonetos aromáticos. Por fim, inclui exercícios sobre formulação em nomenclatura desses compostos orgânicos.

A licencianda não se limitou a discutir a nomenclatura e formulação dos principais compostos oriundos do petróleo, mas sim uma abordagem extensa típica dos livros tradicionais do ensino médio. O fato é que a discussão teórica estava conectada ao tema proposto para a aula (petróleo).

Terceira aula – Processos de obtenção de derivados de petróleo: Introduce o assunto falando sobre filmes onde o tema petróleo é abordado. Em seguida propõe a seguinte questão

¹ <http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2003/ee/Aquecimento11.html>

² http://veja.abril.com.br/080206/popup_clima.html

problematizadora: *Como é possível obter gasolina e outros produtos a partir do petróleo bruto?* Em seguida à discussão da questão problematizadora, apresenta uma abordagem sobre os produtos derivados do petróleo, assim como o principal processo de obtenção do petróleo, a destilação fracionada.

A proposta da aluna vem sempre acompanhada de questões, ou textos que permitam a discussão dos temas destes com os alunos. Dessa forma os alunos têm uma participação ativa no processo de aprendizagem, assim como um espaço para levantar questões de seu interesse relacionadas com a proposta da licencianda.

Por outro lado, dessa forma a licencianda tem a oportunidade de ouvir seus alunos e observar a necessidade de adaptações no seu planejamento, e talvez perceber que a capacidade de assimilação dos alunos não possa ser tão controlada como ela espera.

Acredito que o grande valor deste planejamento de aulas é a utilização de textos de fácil acesso ao aluno, tanto concreto quanto intelectual, já que adota redações de revistas que apresentam uma linguagem intermediária entre a da televisão e dos textos científicos, seguidos de discussões de questões problematizadoras.

Quarta aula – Questões ambientais envolvidas na combustão de hidrocarbonetos comuns ao petróleo: apresenta as reações de combustão completa e incompleta, que ocorre nos motores dos automóveis utilizando o gás metano como exemplo. Também discute os impactos à saúde humana da combustão incompleta e emissões oriundas da queima dos combustíveis fósseis causadoras de poluição atmosférica, agravadoras do efeito estufa e como as atividades humanas, na busca da energia intensificam esse efeito.

E finalmente, como introdução à próxima aula apresenta uma questão do ENEM, onde se abre a possibilidade de discussão sobre o desenvolvimento tecnológico e a utilização de novas fontes de energia, a fonte de energia alternativa a ser discutida pela licencianda é o álcool combustível (etanol).

A proposta da licencianda tem resumidamente até aqui a seguinte estrutura: levanta os problemas causados pela obtenção de energia (aquecimento global); discute em seguida a forma tradicional de obtenção da mesma (através da utilização de combustíveis fósseis) e os impactos desta; depois estimula os alunos a pensarem em alternativas mais verdes que seriam as tecnologias comprometidas com a produção de biocombustíveis.

Quinta aula – Etanol: como introdução ao assunto discute o que é o etanol, as fontes mais comuns de obtenção desse biocombustível, sua utilização em veículos automotores, suas

vantagens perante a gasolina e um pouco do histórico do programa Proálcool. Além disso, há a citação das fórmulas e nomenclatura de alcoóis.

Sexta aula – Processo de obtenção do etanol: a licencianda visita a Usina Santa Rosa localizada em sua cidade e obtém informações de como essa usina produz etanol, quais as etapas envolvidas (moagem, liquefação, sacarose, fermentação, destilação, desidratação, desnaturalização e co-produção).

Ela propõe a apresentação de amostras coletadas em cada uma das etapas do processo de obtenção de etanol da Usina Santa Rosa. Apresenta o quadro ilustrativo extraído da revista *Veja* sobre o ciclo do etanol onde é feita uma comparação entre o CO₂ liberado no ciclo de vida desse combustível e no ciclo de vida da gasolina, mostrando que o etanol emite 89% menos gás carbônico quando comparado com a gasolina.

*Daí tem o ciclo do etanol, que eu achei interessante, peguei na *Veja* uma reportagem, para mostrar a diferença de emissão do CO₂, na gasolina e no álcool. Na produção da cana ela emite 173 quilos, na plantação da cana ela absorve 7464 quilos, na colheita e no transporte da cana emite-se 2940 quilos, já na fabricação do álcool emite-se 3140 quilos. Nos carros o motor emite 1520 quilos, então no final no ciclo do etanol 309 quilos de gás carbônico são emitidos por 1000 litros de etanol. Para fornecer essa mesma quantidade de energia, o ciclo da produção e uso de gasolina libera 3368 quilos de gás carbônico. A diferença entre álcool e gasolina, a gasolina deixa 3059 quilos de gás carbônico a mais na atmosfera. (Fonte: Luiz Augusto Horta Nogueira, pesquisador doutor da Unifei). Isso daí tem que mostrar bem a diferença entre os dois.*

Ah aqui, é daquele folhetinho que eu mostrei para você, aqui mostra a porcentagem. No ciclo completo da produção o etanol emite 89% a menos que a gasolina.

As 5ª e 6ª aulas são estruturadas de tal forma a induzir que a utilização do biocombustível é uma alternativa muito interessante em substituição ao combustível de origem fóssil. Sua abordagem, até este momento, se caracteriza como uma idealização das tecnologias verdes.

A licencianda adotou estudar uma Usina da região, que permite visitas dos alunos, para favorecer uma abordagem das questões sócio-ambientais locais:

*“Eu consegui amostras das etapas da produção do etanol, eu tenho fotos, foi na *Expoquímica* que eu apresentei e tem todas as fotos das etapas. No final do projeto eu faria uma visita à Usina produtora de*

álcool e açúcar - Usina Santa Rosa, lá tem uma equipe que mostra tudo certinho, tem um pessoal daqui (da Instituição de Ensino Superior) que trabalha lá.”

Sétima aula - Problematização:

“Quimicamente qual o melhor combustível a ser usado pensando na diminuição da poluição atmosférica? O etanol ajuda no combate ao aquecimento global? De que forma? Vocês conseguem perceber algum impacto ambiental causado em nossa região em relação à produção de etanol?”

Após a exaltação da tecnologia da produção de etanol ela propõe uma questão que permitiria os alunos pensarem sobre a sua realidade local. A licencianda acredita que eles responderão que observam impactos, pois após queimadas se deparam com fuligem em suas casas:

“O que eles iriam perceber ao questioná-los se eles percebem alguma coisa, é que chega ao final da tarde e de manhã cedo eles notam a fuligem na área da casa, então eles iriam perceber pois isso acontece muito.”

“Na região de Capivari e Porto Feliz é um cheiro insuportável, então os alunos iriam perceber também os impactos.”

Após ouvir os alunos, propõe uma apresentação sobre vantagens (diminuição do agravamento do efeito estufa, geração de empregos e renda para a região, produção de energia a partir da biomassa da cana, uma empresa que pretende aproveitar a biomassa para produção de energia em sua indústria de corantes) e desvantagens (realidade do cortador de cana; queimadas e seus impactos para a população local, vinhaça com um rejeito industrial a ser tratado, redução da fertilidade da terra, odor fruto da fermentação da cana e impactos da monocultura).

Encerra essa aula com uma discussão de uma reportagem (Jornal o Estado do Triângulo, edição nº 1015, de 10 de setembro de 2006) sobre desvantagens da monocultura da cana-de-açúcar, alertando para o problema da desertificação causada por essa monocultura.

A licencianda faz uma proposta de encerramento do projeto, onde dividiria a classe em 8 grupos sendo que quatro iriam se preocupar em levantar as vantagens do cultivo da cana de açúcar para a produção de etanol e os outros 4 grupos levantariam as desvantagens:

“Esse trabalho será realizado com base nas informações dadas durante as aulas, e sendo que os alunos deverão coletar dados presentes na nossa cidade, sobre o cultivo da cana de açúcar e a produção do etanol.”

“Depois da apresentação dos trabalhos será feita uma discussão sobre os pontos abordados, sempre direcionando aos fatos que acontecem na nossa região.”

Percebemos uma preocupação da licencianda em exaltar as questões locais, dando uma utilidade ao conhecimento adquirido, fazendo com que o aluno entenda alguns problemas e também interesses envolvidos na produção do álcool, levando os riscos dessa tecnologia. Dessa forma, ela espera que o aluno comece a tomar a real consciência das questões sócio-ambientais envolvidas na tecnologia desenvolvida em sua região e futuramente adote uma posição sobre o assunto, possivelmente tendo uma atuação mais crítica.

b.5. Conclusões finais:

“Esse projeto teve por finalidade mostrar ao aluno, toda a questão ambiental que envolve diversos assuntos na área de química. Mostrando os temas da química relacionados com o cotidiano. O aluno assimila melhor o conteúdo, adquirindo mais conhecimentos e informações que irão ser úteis futuramente. A principal importância foi despertar no aluno uma visão mais ampla dessa parte ambiental, aflorando mais seu senso crítico e sua conscientização. Além disso, é muito importante citar outro fator que é o de pesquisar sobre os impactos ambientais que acontecem na sua própria cidade, para que ele fique ciente do que acontece ao seu redor.”

A licencianda não deixa claro qual seria a utilidade futura para os alunos; se ela considerar uma participação crítica e atuante perante os problemas gerados pelas usinas na região isto seria o que estava faltando na conscientização em termos ambientais, porém ela não aponta claramente isso. Percebemos na licencianda uma preocupação com uma abordagem de uma problemática ambiental local, a única licencianda que adotou essa prática, permitindo levantamento não só das questões ambientais para a região (fuligem, vinhaça, cheiros desagradáveis) como questões sociais (gerar emprego em condições desumanas para os cortadores de cana) quando da discussão das vantagens e desvantagens da produção de um biocombustível em substituição a um combustível fóssil. Acredito que ao discutir problemas sócio-ambientais locais a conscientização ambiental no sentido que valorizamos ocorra mais facilmente. Essa crença, referente à conscientização gerada pelo levantamento dos problemas e pela busca de sua redução, está apoiada na minha própria experiência quando da atuação em relação à indústrias poluidoras que se instalaram no meu bairro.

c) Análise do projeto – A apresentação oral da Thalita foi sempre apoiada no seu trabalho escrito, sua fala se concentrou na sua escrita, dessa forma ela me pareceu muito à vontade com a sua proposta.

O fato de a licencianda ter ido visitar uma Usina local, levantando o trabalho lá desenvolvido, assim como os problemas sociais envolvidos na produção de um combustível mais ‘verde’ foi uma atitude inédita no grupo de 2008.

A licencianda ainda aponta uma discussão ampla dos conteúdos químicos, não se limitando aos conteúdos necessários à discussão do tema do projeto, mas articulando bem os conceitos químicos com as questões sócio-ambientais envolvidas em uma tecnologia verde. Não ocorreu a idealização dessa tecnologia.

Na proposta da aluna faltou apenas uma proposta de discussão da parcela que competia a cada estudante na minimização dos impactos ambientais gerados pela queima de combustíveis fósseis e biocombustíveis. No entanto, a licencianda apresentou uma proposta coerente. Não está claro se ela conseguiria discutir todos os textos e questões levantadas em cada aula, porém sua proposta consta de textos de fácil assimilação pelos alunos.

Ela conseguiu contemplar tanto fontes mais acadêmicas, quanto informações da mídia escrita popular, como jornais e revistas, aproximando dessa forma seu ensino à vivência dos alunos.

Em resumo, focalizando os indicadores apresentados na tabela 3, consideramos que ela reconheceu os conceitos químicos envolvidos nas tecnologias químicas, assim como os impactos sócio-ambientais causados pela tecnologia química. Por outro lado, ela concentrou-se na questão do aquecimento global, e não levou em consideração que a combustão incompleta do etanol produz substâncias impactantes tais como aldeídos e ácidos carboxílicos.

Ao relacionar os conceitos químicos com as questões sócio-ambientais inerentes às tecnologias químicas, ela introduziu uma grande quantidade de conceitos e conseguiu articular a discussão sócio-ambiental com a conceituação científica. A licencianda discutiu primeiro os impactos de um combustível fóssil e buscou o conhecimento de tecnologias verdes (produção do etanol). Fez isso sem idealizar as vantagens dessa tecnologia, ao reconhecer que mesmo a produção do biocombustível apresenta impactos para a população local.

A licencianda, no entanto, não levantou questões que gerassem discussões sobre a responsabilidade que compete a cada indivíduo na minimização dos impactos da existência humana. (vide tabela 3).

INDICADORES DE COMPROMETIMENTO SÓCIO-AMBIENTAL	LICENCIANDOS			
	M	J	M'	T
<i>a) Reconhecer os conceitos químicos envolvidos na tecnologia química.</i>	P	N	S	S
<i>b) Reconhecer os impactos ambientais e sociais causados pela tecnologia química.</i>	N	P	P	S
<i>c) Relacionar os conceitos químicos com as questões sócio-ambientais, inerentes às tecnologias químicas, de forma articulada.</i>	N	N	S	S
<i>d) Buscar pelo conhecimento de tecnologias verdes, mesmo idealizando-as.</i>	S	N	S	P
<i>e) Reconhecer que as soluções para os problemas ambientais vão além das tecnologias verdes, assumindo que toda tecnologia é poluente.</i>	N	N	N	S
<i>f) Reconhecer a responsabilidade que compete a cada indivíduo, principalmente com um consumo responsável.</i>	N	S	N	N
<i>g) Reconhecer a responsabilidade profissional do químico comprometida com uma atuação ética e com as questões sócio-ambientais.</i>	P	N	N	P
<i>h) Planejar o ensino de forma a privilegiar a relação com as questões ambientais.</i>	P	P	S	S
<i>i) Planejar o ensino de forma a privilegiar a relação com as questões sociais</i>	P	N	N	S
<i>i) Planejar os experimentos didáticos reduzindo sistematicamente o impacto ambiental.</i>	N	N	N	N

Tabela 3 – Relação entre indicadores de comprometimento sócio ambiental nos projetos de ensino de 2008 (M = Marcos; J = Janete; M' = Milene; T = Thalita; P = Parcialmente; N = Não; S = Sim).

CAPÍTULO 8 – CONCLUSÕES FINAIS

Após o término do mestrado passei a pesquisar relações entre a química e a ética tanto por ser essa uma das propostas dos PCNs, como pelo fascínio que o tema ética exercia sobre mim. O encontro de artigos sobre Química Verde, também chamada de química ética, que contempla a modificação das rotas sintéticas de tal forma a reduzir ou eliminar o uso e produção de substâncias danosas ao Meio Ambiente Humano; do livro “*El Principio de Responsabilidad: Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*” (Jonas, 1995) e o acesso ao site da University of Scranton que mostrava estratégias de ensino envolvendo a aplicação dos princípios da Química Verde na explicitação dos conteúdos de Química no Ensino Superior, propiciaram o início da busca para a utilização dessas idéias na fundamentação de uma metodologia onde a ética passasse a ser um tema transversal.

Como consequência, a Química Verde foi incorporada por mim como objeto ideal, capaz de conter não só a solução para os problemas ambientais produzidos pelas tecnologias químicas, mas também fundamentalmente para uma abordagem para os conteúdos de química comprometida com a formação cidadã.

A idealização da Química Verde, a proposta de Jonas (1995) e o pragmatismo proposto por M. Cann (University of Scranton) constituiu um discurso ideológico que me encantou e me fez crer que esse discurso seria suficientemente eficiente para levar meus alunos, da licenciatura em química do ano de 2005, a abandonar seus modelos de ensino, onde há uma grande valorização da aprendizagem de conceitos e teorias e os professores são praticantes do Discurso do Mestre (Villani e Barolli, 2006), caracterizado por aulas expositivas apoiadas na transmissão do conhecimento sem participação ativa do aprendiz, acompanhadas de avaliações focadas na resolução de exercícios quantitativos e raramente estimulando discussões qualitativas de temas abertos e interdisciplinares e substituí-los por um novo modelo, com uma abordagem comprometida com as questões sócio-ambientais e com a formação de um aluno socialmente atuante e crítico.

Essa mudança de modelo seria possível, em minha opinião, através da aplicação de uma metodologia de ensino contendo o tripé: Química Verde, a ética para uma civilização tecnológica e as propostas de aplicação da química verde no ensino de química encontradas no site da University of Scranton de autoria de Michael Cann.

No entanto o percurso mostrou-me que as coisas não eram tão simples assim. Em 2005, caracterizado como Ano da Ilusão Docente, independentemente de uma participação ativa dos alunos durante as aulas, explicitada por questionamento ou mesmo participação na

otimização de experimentos, no sentido de torná-los menos impactantes, estes elaboraram propostas de ensino com uma abordagem tradicional.

Essa constatação mostrou-me que um envolvimento não significa um compromisso com uma proposta inovadora, ou seja, eu era capaz de envolver meus alunos com o meu discurso, mas não de modificar suas posições, visto que durante todos esses anos de trabalhos em instituições de ensino, tanto eu quanto meus superiores valorizamos o Discurso do Mestre (Villani e Barolli, 2006), onde existe uma relação de domínio do professor sobre o saber em jogo, nas vertentes científica, pedagógica e/ou disciplinar, ou seja, o professor é a autoridade e como tal não precisa ouvir o Outro.

No entanto, uma das conseqüências do privilégio do Discurso do Mestre é que a Relação Pedagógica Transferencial não evolui (Villani, 1999), ou seja, não passa de uma fase imaginária, caracterizada por uma dependência total do aluno, não deslocando para uma fase de colaboração entre aluno e o professor, a simbólica, exatamente o que foi percebido por mim ao final de 2005.

Ainda acreditando na metodologia de ensino como aquela capaz de modificar os modelos de ensino dos licenciandos, percebi uma ingenuidade na forma como eu interpretava os problemas sócio-ambientais, já que durante a graduação (1979-1982) não foram contempladas disciplinas comprometidas com essa problemática, como por exemplo, química ambiental. Decidi então enriquecer meu discurso freqüentando em 2006, caracterizado como Ano do Aperfeiçoamento Docente, as disciplinas de “*Química Ambiental*” do curso de graduação e a disciplina de “*Química Verde*” do curso de pós-graduação do IQ-USP.

Consegui então realizar a conexão entre tecnologia química e os impactos sócio-ambientais causados pela mesma, assim como a real aplicação da Química Verde no sentido de gerar a formação dos licenciandos de acordo com a ênfase CTSA. O acompanhamento das disciplinas tanto ambiental quanto de química verde começou a me dar uma visão mais realista da problemática ambiental, fundamentalmente mostrando as possibilidades para a produção de um bem de consumo desde uma perspectiva mais impactante até uma menos impactante, porém não havia solução perfeita.

Os professores dessas disciplinas gravavam discussões, nos levavam a buscar soluções e elaborar trabalhos escritos, sabia que esse caminho gerava questionamentos e melhoramento da prática didática, porém as condições institucionais nas quais trabalhava dificultavam a aplicação dessas estratégias. No entanto, eu começava a perceber uma forma de migrar do Discurso do Mestre para o Discurso da Universidade, onde o professor é mediador entre o aluno e algum tipo de conhecimento, no meu caso o adquirido nessas disciplinas, tornando-

me uma guardiã para que a verdade da Química Verde e ambiental se tornasse a lei do licenciando, tentando introduzir nestes uma insatisfação com seus modelos de ensino transportados durante sua formação escolar.

Essa insatisfação, ou confronto, pôde ser provocado com o desenvolvimento de experimentos didáticos comprometidos com a ‘causa verde’ nos projetos de iniciação científica. Em seguida, estes eram aplicados durante as disciplinas da licenciatura, passando a enriquecer a minha metodologia de ensino que contemplava não só um discurso coerente e eticamente orientado, mas também práticas comprometidas com esse discurso, capazes de iniciar certa insatisfação nos licenciandos com os modelos de ensino praticados por eles.

Os resultados desse enriquecimento foram percebidos quando avaliamos os projetos de ensino, que agora continham idéias inovadoras, porém ainda sem uma avaliação sócio-ambiental mais profunda. Os anos de 2005 e 2006 foram caracterizados por uma migração do Discurso do Mestre para o Discurso da Universidade e mantendo-me na posição esquizo-paranóide (idealização) na perspectiva do amadurecimento do aparelho psíquico.

O ano de 2007, caracterizado como Ano da Arregimentação Ambiental, foi marcado pela elaboração de cursos sobre química verde tanto para a Instituição de Ensino Superior durante o mês de julho, quanto para o Simpequi – Belém do Pará, adotando a metodologia de comparar abordagens, tradicional e verde, para um mesmo experimento. Percebemos que essa metodologia para a experimentação gerava questões, discussões abertas e rumávamos para uma abordagem diferente da tradicional para os conteúdos de química.

Foi também nesse ano que me envolvi em uma luta contra indústrias altamente poluentes instaladas ilegalmente no meu bairro. Essa luta fez-me acreditar na urgência de uma abordagem sócio-ambiental para os conteúdos de química, pois além dos impedimentos características de uma sociedade injusta deparei-me com uma população absolutamente desinformada dos impactos causados por essas indústrias. Pior decepção foi constatar que o mesmo ocorria com meus licenciandos, químicos formados ou em formação, que também ignoravam a maior parte dos impactos gerados pela sua ação profissional. Tornei-me então uma militante das causas ambientais. Esse envolvimento tão pungente e sério fez-me regredir na migração de discurso, mostrando que o profissional transporta para seu trabalho suas crenças.

O resultado desse envolvimento pessoal fez com que o Discurso da Universidade fosse contaminado por uma violência secundária da interpretação (AULAGNIER, 1979), caracterizada pela minha insistência em interpretar as necessidades dos licenciandos, mesmo quando estes eram capazes de expressar suas opiniões e decidir o que seria melhor para eles.

No meu caso eu não me limitei a apresentar uma metodologia de ensino de química comprometida com as questões sócio-ambientais, condição necessária para que os licenciandos entrassem em contato com elas; eu insisti que essa era a solução da vida deles.

Interpretei ainda ser fundamental para a sobrevivência dos meus alunos, uma consciência plena dos impactos causados pelas tecnologias químicas e da importância, enquanto professores, de divulgarem esses impactos. Essa violência secundária só foi de fato percebida por mim, acompanhada pelo olhar crítico do grupo de pesquisa da USP, ao transcrever as aulas do ano de 2008.

Outro fruto desse envolvimento com os problemas do meu bairro foi a compreensão do conceito de Sociedade de Risco e da complexidade da problemática ambiental, com conseqüente dificuldade de encontrar soluções simples e rápidas. Até mesmo na elaboração da minha metodologia, em função das abordagens tradicional e verde para uma mesmo experimento, dei-me conta que até os experimentos mais verdes vinham acompanhados de impactos ao Meio Ambiente Humano. Dessa forma passei a minimizar a minha idealização da Química Verde (posição esquizo-paranóide) e comecei a incorporar no meu discurso as implicações da concepção de uma Sociedade de Risco, onde a solução dos problemas ambientais não está somente na evolução das tecnologias verdes, mas também no controle de natalidade, na alfabetização científica que gera uma ação cidadão, na consciência no consumo de bens duráveis e não duráveis. Migrei entre 2007 e 2008 para a posição depressiva que de acordo com Melanie Klein significa o amadurecimento do aparelho psíquico.

Para o ano de 2008, caracterizado como o Ano da Flexibilização e Escuta, revi minhas anotações, assim como os comentários dos alunos desde 2005 e acreditei ter uma metodologia de ensino para a disciplina “*Prática de Ensino de Química II*”, estruturada para permitir discussões e avanços rumo a uma consciência sócio-ambiental.

Essa metodologia incluía experimentos suficientes e coerentes com os temas, selecionados a partir das necessidades conceituais dos licenciandos e dos interesses dos mesmos. Decidi incumbir os alunos de apresentarem os experimentos, sempre em dupla: um exporia os conceitos químicos e parâmetros experimentais de um experimento tradicional e seu colega uma possibilidade menos impactante.

Quando a comparação entre um experimento mais verde e outro menos verde não era possível, efetuava modificações que possibilitassem discussões de qual seria mais interessante. Um exemplo dessa adaptação foi feito no módulo de energia com conteúdos sobre a produção do biodiesel. No ano de 2008 não consegui finalizar o projeto de Iniciação

Científica de produção enzimática de biodiesel, então resolvi comparar produção básica utilizando ora etanol como reagente ora metanol.

A metodologia tornou-se interessante para suprir algumas dificuldades institucionais, como as concepções alternativas dos alunos, a falta de tempo para pesquisa, a dificuldade de compreensão da linguagem científica. Portanto a escolha dos temas estava, também, diretamente relacionada com alguns problemas conceituais que deveriam ser discutidos, assim como questões sócio-ambientais envolvidas nas tecnologias químicas.

Os temas foram selecionados durante os anos de 2006 e 2007 considerando quais chamavam a atenção dos alunos e permitiam discussões e questões sobre o tema abordado. Essa metodologia também foi importante para que eu migrasse do Discurso da Universidade para o Discurso da Histórica, caracterizado pela minha insatisfação em relação à situação atual do Ensino de Química e por sua tendência à provocação contínua para uma aproximação a um ideal, ou seja, o ensino de química comprometido com a formação cidadã. Nesse discurso o professor atua como provocador, cujo efeito é um avanço no saber, ou seja, os licenciandos tornam-se capazes de constituir propostas de ensino comprometidas com as questões sócio-ambientais.

No entanto essa metodologia não tinha mais o peso inicialmente adotado por mim, já que iniciei minhas pesquisas pela busca de uma proposta que solucionasse o conflito entre um modelo de ensino tradicional e um inovador. Essa crença foi desenvolvida no mestrado e mantida no doutorado, sendo essa uma das maiores barreiras a serem rompidas durante a minha pesquisa para migrar do Discurso do Mestre para o da Histórica com conseqüente evolução da Relação Pedagógica Transferencial (Villani, 1999). Assim como no mestrado acreditei que um bom material ou mesmo uma metodologia composta de uma estrutura teórica boa, fosse suficiente para movimentar meus alunos na busca por uma abordagem não tradicional dos conteúdos de química.

No entanto a movimentação por uma mudança de paradigma vai além do acesso a bons materiais, envolve uma capacidade de ouvir os alunos, quais são seus anseios, o que esperam da química, o que lhes interessa na química, o que acreditam sobre ensinar química. Sem esse conhecimento é impossível atingi-los, não é possível impor nossas idéias sobre qual a melhor maneira de ensinar química, pois o licenciando deve passar por um processo caracterizado por acreditar numa nova maneira de ensinar química, abandonar seus modelos de ensino e envolver-se numa inovação. O máximo que podemos fazer é conseguir provocá-lo e fornecer-lhe auxílios teóricos e experimentais que o sustentem nos momentos de dificuldade. Para tanto minha relação com os alunos teria que migrar, no mínimo, para o Discurso da

Histórica caracterizado por uma insatisfação do licenciando em relação à sua situação atual como docente.

Minha metodologia acabou sendo utilizada no ano de 2008 para provocar continuamente questionamentos tanto no campo científico, quando no pedagógico, colaborando para um deslocamento parcial dos meus licenciandos para modelos de ensino mais comprometidos com a formação cidadã.

A compreensão e análise da minha trajetória, na construção de uma metodologia de ensino comprometida com as questões sócio-ambientais, só foram possíveis através da participação ativa do grupo de pesquisa, já que os colegas de pesquisa levantaram questões que sozinha eu não conseguiria enxergar por estar diretamente envolvida no processo. Acho que assumir determinadas posições, principalmente relativizar o poder do ensino, para mim seria o mesmo que assumir erros ou até mesmo uma incompetência profissional incompatíveis com toda minha história de ‘sucesso local’ nas Instituições de Ensino nas quais trabalhava.

Essa análise, juntamente com o levantamento das principais dificuldades objetivas apresentadas pelos licenciandos no ano de 2008 durante a discussão dos pré-projetos, permitiu estabelecer indicadores de comprometimento sócio ambiental que poderiam ser total ou parcialmente trilhados pelos licenciandos, dependendo das suas expectativas sobre a docência e sobre suas crenças do que seria ensinar eficientemente química.

As discussões dos pré-projetos evidenciaram que os alunos apresentavam as seguintes *dificuldades objetivas*:

a) em elaborar suas propostas diferenciadas do ensino tradicional, já que demonstraram clara dificuldade em selecionar, perante a bibliografia, os tópicos pertinentes a um tema de seus anseios;

b) em relacionar os tópicos de química com as questões sócio-ambientais, já que seus modelos de ensino eram caracterizados por fragmentação dos conteúdos;

c) em elaborar avaliações com questões abertas, qualitativas e não somente questões objetivas e quantitativas e

d) em apresentar uma ação comprometida com as questões ambientais nos laboratórios; essa ação não ocorreu, talvez porque a formação desses licenciandos durante o bacharelado não exigia comprometimento ambiental. Tais dificuldades podem ser percebidas na análise de alguns projetos de ensino produzidos no ano de 2008.

No entanto além das dificuldades objetivas também esperávamos que eles encontrassem dificuldades subjetivas. Essa expectativa foi construída em função da análise dos caminhos percorridos por mim na constituição da metodologia de ensino. Essa análise

permitiu o estabelecimento de indícios de comprometimento sócio ambiental, através da análise do amadurecimento do aparelho psíquico tanto para o meu percurso, quanto para o percurso da evolução da Sociologia Ambiental.

Esses indícios foram adaptados e generalizados em indicadores sócio-ambientais, Tabela 3, que auxiliaram na análise dos projetos dos licenciandos da turma de 2008. *Os indicadores de a. a c. contemplam necessidades objetivas* para a elaboração dos projetos de ensino, enquanto que os *indicadores de d. a j. consideram as necessidades subjetivas* para tal elaboração. O não atendimento dessas necessidades implica na consideração das dificuldades objetivas e subjetivas correspondentes.

Nos projetos de ensino do ano de 2008 analisados foram encontradas as seguintes *dificuldades objetivas*:

a) em elaborar avaliações qualitativas fugindo dos exercícios quantitativos e migrando para situações abertas e qualitativas (Marcos, Janete, Milene);

b) deficiências conceituais ao relacionar problemas ambientais com conceitos químicos, para aqueles que possuíam uma visão ingênua sobre problemas ambientais, utilizando-os na prática docente como ilustrativos ou exemplificativos, não conseguindo enxergar a química nesses problemas (Caso Janete);

c) em limitar quais conceitos químicos são pertinentes ao tema desenvolvido (caso Janete e Marcos). Por exemplo, se o licenciando está falando de problemas que envolvem a química orgânica, irá falar tudo que acredita ser importante em química orgânica, mesmo que alguns conceitos não estejam relacionados com o tema discutido (Caso Marcos e Janete).

Com relação às necessidades subjetivas, contempladas nos indícios de d. ao i., consideramos que o amadurecimento do aparelho psíquico estudado por Melanie Klein parece estar diretamente relacionado com mudanças de paradigma, no nosso caso, sair de um ensino de química tradicional, memorizante e desconectado com a realidade, para um ensino envolvido com questões sócio-ambientais reais, envolvendo discussões qualitativas e estudo conceitual de tecnologias verdes e tradicional, com posterior avaliação dos riscos contemplados por ambas.

Nos projetos de ensino elaborados no ano de 2008, encontramos as seguintes *dificuldades subjetivas*:

a) em entender o termo conscientização. A conscientização não é obtida a partir do Discurso do Mestre onde as idéias dos outros não são levadas em consideração; faz-se necessário uma postura mais próxima ao discurso da Histórica considerando problemáticas que dizem respeito ao aluno, problemas socioambientais locais, consultando os produtores de

tecnologia química, reconhecendo os impactos na vivência diária e finalmente atuando como cidadão transformador da realidade. Conscientizar na perspectiva de Freire (2008, p. 30):

[...] a conscientização é um compromisso histórico. É também consciência histórica, implica que os homens assumam o papel de sujeitos que fazem e refazem o mundo. Exige que os homens criem sua existência com um material que a vida lhes oferece.

Encontramos utilizações equivocadas por parte dos licenciandos (Janete, Marcos e Milene), ao considerarem que conscientizar se limita a informar, ou ainda, deixar claro quais são os problemas ambientais. No entanto, entendemos que conscientizar inclui saber quais problemas sócio-ambientais estão por traz de uma dada tecnologia, entender quimicamente porque essa tecnologia gera esses impactos, buscar alternativas verdes à essas tecnologias e, finalmente, encontrar formas de estimular a participação de cada indivíduo na minimização desses impactos, através de uma atuação crítica.

b) em não contemplarem a responsabilidade pessoal de preservação ambiental, como no caso Milene e Thalita, através da discussão sobre consumo responsável. No licenciando Marcos, essa dificuldade é percebida de forma minimizada, já que ele propõe ações individuais de diminuição de impactos como o não descarte de óleo comestível nos esgotos, mas sua ação na preparação de sabão é totalmente descomprometida com o Meio Ambiente Humano;

c) em estabelecer discussões com seus alunos (Marcos, Janete e Milene), que permitiriam a escuta da opinião desses, ou ainda, acrescentar outras discussões que possam gerar diferentes posicionamentos facilitando a inclusão deles no processo de responsabilização sobre as questões ambientais, como no caso Marcos, Janete e Milene. Podemos interpretar essa dificuldade como a de romper com o discurso do Mestre e da Universidade e assumir o discurso problematizador, da Histórica;

d) em abordar problemas locais, preferindo escolher temas mais distantes da sua realidade local, como não querendo enxergar a necessidade de um posicionamento mais atuante. Coelho (2005) observou durante sua pesquisa um distanciamento das situações problemáticas cotidianas, visto que os professores não abordavam uma discussão de temas sociais envolvendo a questão da exploração do carvão em sua cidade.

e) em compreender as questões sociais (Marcos, Janete e Milene) envolvidas nas tecnologias de produção de bens de consumo, talvez por não estarem familiarizados com conceito de ciclo de vida e estabelecerem uma interpretação sobre questões sócio-ambientais

exclusivamente na forma como o bem de consumo impacta o Meio Ambiente Humano através de sua degradação ou, no máximo, desde o momento em que a matéria prima é inserida para sofrer transformações químicas que a irão transformar em bens de consumo. Essa dificuldade ficou mais evidente no caso Janete, provavelmente devido a seu conhecimento teórico limitado, no caso Marcos, em função da sua idealização rígida, e no caso de Milene, que se limitou as questões ambientais geradas pela decomposição dos produtos por ela estudados e não levantou as questões sociais e ambientais envolvidas no ciclo de produção dessas substâncias;

f) em pensar experimentos comprometidos com as causas ambientais, nenhum dos alunos, em nenhum momento de sua apresentação oral ou trabalho escrito, contemplou a necessidade de pensar experimentos para a discussão de seus temas envolvendo minimização de impactos.

As *principais dificuldades, enquanto pesquisadora da própria prática*, para a modificação do meu discurso e uma evolução da Relação Pedagógica Transferencial foram:

a) em ter uma posição neutra perante a análise;

b) em entender as razões que nos levam a determinadas posições, sem que percebamos que tais posições são radicais e incorporadas em nossa ação como algo natural, não necessitando serem questionadas na prática;

c) em desvencilhar-me de vícios de uma atuação muito pragmática, resumitiva e ter que adotar uma postura de análise, com uma linguagem muito diferente da assumida na atuação profissional;

d) em utilizar uma linguagem adequada ao meio científico, não só na elaboração de textos como na compreensão de outros;

e) em não buscar por fórmulas acabadas de atuação com predominância do Discurso do Mestre onde há a desconsiderando das demandas do aluno.

No entanto, enquanto *pesquisadora da própria prática*, consegui perceber *vantagens* interessantes, tais como:

a) fazer a pesquisa no ambiente real, com toda a sua complexidade e avaliar os limites de uma teoria dentro de um contexto real;

b) reconhecer que o discurso do professor vem contaminado de violência secundária, já que o discurso enaltecido é o discurso do Mestre, onde a opinião do outro pouco importa;

c) reconhecer que, o professor que somos é o reflexo do ser humano que construímos, logo nossos posicionamentos éticos, pessoais, impreterivelmente influenciam nosso discurso de sala de aula;

d) reconhecer nossos limites enquanto professores, e esses limites estão diretamente associados aos desejos de nossos alunos, que não são exatamente iguais aos nossos;

e) reconhecer que nenhuma metodologia é capaz de modificar nossos alunos de acordo com nossos desejos, porém a busca incessante por uma metodologia aplicável a uma realidade pouco profícua implica em significativo crescimento.

A busca por uma metodologia de ensino desenvolvida ao longo dos quatro anos de atuação como docente na Instituição citada, de alguma forma conseguiu atender tanto as necessidades institucionais quanto a condição de administrar meu discurso. No entanto, não acredito que essa evolução é responsabilidade exclusiva da Metodologia, mas também de uma busca incessante por uma forma efetiva de atingir meus licenciandos, estimulando-os a desenvolver uma ação docente comprometida com a formação cidadã de seus alunos e essa busca fundamentalmente permitiu melhorar a minha escuta de suas necessidades e anseios.

O caminho percorrido por mim na construção de minhas convicções expressa na metodologia de ensino foi parcialmente trilhado pelos licenciandos, e algumas vezes quase totalmente como no caso Thalita. Percebemos que esses licenciandos só estarão efetivamente capacitados para ensinar sob essa perspectiva após apresentarem alguns indicadores essenciais. Isso envolve não somente uma postura profissional incorporando novas estratégias de ensino dos conteúdos teóricos, ou seja, com ênfase em CTSA, como também uma nova postura de vida frente a um consumo irresponsável e alienado.

Para finalizar, podemos nos perguntar qual *a relevância e a originalidade* do nosso trabalho e sua contribuição para a área de pesquisa. As considerações a seguir poderão ajudar para esse entendimento.

1. O trabalho apresenta a análise e a interpretação de uma intervenção de longo prazo: durante quatro anos a metodologia de ensino foi sendo aplicada e modificada sistematicamente, procurando avançar em relação aos limites encontrados na intervenção anterior. Em geral, por causa do tempo de duração de uma pesquisa de doutorado, os estudos referentes a intervenções didáticas limitam-se a analisar a primeira intervenção e as modificações introduzidas na sucessiva. Em nosso caso, pudemos iniciar a intervenção e a pesquisa antes mesmo do início do doutorado, podendo então aprimorar o processo várias vezes. Dessa maneira obtivemos informações não somente sobre processo de implantação de uma inovação, mas também sobre as dificuldades de sustentação do mesmo.

2. A metodologia de ensino foi elaborada e aplicada numa faculdade particular, durante as aulas normais e sem modificar o ritmo normal de ensino e aprendizagem. Isso implica que os resultados de nossa pesquisa podem ter relevância para a grande maioria dos

cursos de licenciatura do Brasil, que são realizados em universidade particulares e com estrutura semelhante.

3. A análise da experiência didática foi abrangente, não se limitando a focalizar as mudanças dos alunos, mas envolvendo também a mudança da docente. Isso implica que as informações conseguidas dizem respeito também a uma das variáveis mais significativas que condicionam os processos de mudança educacional: as relações entre alunos e o docente. O foco nas inter-relações permitiu fazer hipóteses explicativas sobre as mudanças dos licenciandos e da professora e os efeitos recíprocos dessas mudanças.

4. A intervenção didática e a pesquisa foram realizadas em condições bastante desfavoráveis. Não somente os alunos apresentavam uma formação científica e pedagógica muito limitada, mas o próprio contexto institucional tornava bastante difícil conseguir as mudanças pretendidas. Como conseqüência os resultados obtidos, apesar de limitados em relação às mudanças pretendidas idealmente, são compatíveis com o contexto desfavorável. A peculiaridade desse trabalho é que apesar de visar mudanças muito amplas, foi conduzido sem romper com as condições institucionais que privilegiavam, por tradição, uma relação de forte dependência entre professor e alunos e um tempo limitado de aprendizagem. Conseqüentemente acreditamos que os resultados desse trabalho possam contribuir para responder à pergunta: como melhorar a maioria dos cursos de formação de professores de química do Brasil sem introduzir mudanças que, ao menos inicialmente, alterem as condições institucionais.

5. As teorias de aprendizagem enfatizam processos que visam a aprendizagem plena e a autonomia do aprendiz. Elas não visam elaborar explicações para atingir processos parciais com mudanças limitadas. O objetivo explícito das intervenções didáticas orientadas por elas é a plenitude do processo. As intervenções, orientadas pelas teorias que envolvem mudanças de perspectiva educacional, bastante radicais, geralmente são realizadas ou mediante uma blindagem em relação a contextos institucionais desfavoráveis ou em sintonia com condições favoráveis que permitam a sustentação das mudanças pretendidas. Por isso acreditamos que as informações conseguidas em nosso caso, tornam-se importantes para um aperfeiçoamento das teorias de aprendizagem quando os contextos são incompatíveis com mudanças paradigmáticas.

6. A pesquisa conduzida, tendo como objeto minha própria prática, permitiu focalizar alguns fatores subjetivos importantes para a interpretação dos eventos. Dois elementos sobressaíram: de um lado, uma educação marcada pela relação ao ideal; do outro lado, o gosto pela posição de Mestre. O acesso as teorias de aprendizagem mais modernas introduziu um

conflito interior que permaneceu até o final da experiência e condicionou seus resultados. Parece que o conflito sistemático por mim vivenciado, pois idealmente e sinceramente perseguia uma mudança radical na relação pedagógica com meus alunos, porém intimamente apreciava, junto com os alunos, as satisfações de uma relação de dependência, tornando-se o intermediário que possibilitou a persistência na busca de mudanças apesar dos resultados bastante distantes do ideal almejado.

Normalmente, quando os resultados das experiências são diferentes do esperado em tentativas sucessivas a busca não consegue se estabilizar. O docente abandona a tentativa procurando um contexto mais favorável, ou volta a ensinar da maneira tradicional com a qual se identifica. No meu caso os dois pólos do conflito eram persistentes: não poderia abandonar a busca por um ideal de ensino comprometido com as questões sócio-ambientais, mas também gostava de minha relação com os alunos apesar dos resultados conseguidos. Isso parecia compensar a frustração pelos sucessivos resultados limitados, sustentando a busca por uma nova tentativa.

7. Uma interpretação possível, da evolução da experiência, é que os alunos percebiam inconscientemente que o vínculo que experimentavam em relação a mim não seria quebrado ao longo do curso, e ao realizar as atividades propostas eles não experimentariam o desamparo. No curso de 2005 a proposta de planejar suas aulas de maneira autônoma foi interpretada como uma ruptura em relação a este vínculo. Pelo contrário, os planejamentos dos anos seguintes caracterizados por minha orientação sistemática, estariam sendo vistos como um aperfeiçoamento compatível com a dependência até então experimentada, assim não ofereceram resistência. Se esta interpretação for correta, durante a experiência não somente houve uma compatibilização entre a Química tradicional e a Química Verde, mas também entre o Ensino tradicional e o Renovado. Isso permite explicar porque a experiência conseguiu manter-se num contexto institucional muito difícil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AULAGNIER, Piera – *Violência da Interpretação: do pictograma ao enunciado*, Ed. Imago, Rio de Janeiro, 1979
- AULAGNIER, Piera - *La violence de l'interprétation: Du pictograma à l'énoncé*, Presses Universitaires de France, Paris, 1991.
- ANASTAS, P. T. e WILLIAMSON, T. C. – “*Green Chemistry: designing chemistry for the Environment*” – Ed. American Chemical Society – Washington, DC - 1996.
- AULER, CTS
- BAIRD, C. *Química Ambiental*, 2ª ed., Porto Alegre: Ed. Bookman, 2002.
- BAZZO, Walter A.; VALÉRIO, Marcelo. *O papel da divulgação científica em nossa Sociedade de Risco: em prol de uma nova ordem de relações entre ciência, tecnologia e sociedade*. Rev. Iberoamericana de Ciencia, Tecnologia, Sociedad e Innovación, nº 7, setembro/dezembro/2006.
- BECK, Ulrich. *World Risk Society*. Cambridge: Polity, 1999.
- BECK, Ulrich. *La Sociedad de Riesgo*. Barcelona: Ed. Paidós Ibérica, 2002.
- CANN, Michael C. -
<http://academic.scranton.edu/faculty/CANNM1/dreyfusmodulesport.html> -University of Scranton. Acessado em 05 de maio de 2005.
- CASTRO, H. F.; MENDES, A. A.; SANTOS, J. C. e AGUIAR, C. L. – *Modificação de óleos e gorduras por biotransformação* – Quim. Nova, 27 (1), 146-156, 2004.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A. P. *Metodologia do Ensino de Ciências*. Ed. Cortez, São Paulo, 1990.
- DUPONT, J. – “*Economia de átomos, engenharia molecular e catálise organometálica bifásica: conceitos moleculares para tecnologias limpas*” – Quim. Nova, 23 (6), 825-831, 2000.
- FERRARI, Roseli A.; OLIVEIRA, Vanessa S.; SCABIO, Ardalla – *Biodiesel de soja – Taxa de Conversão em Ésteres Etilícos, Caracterização Físico-Química* – Quim. Nova, v. 28, nº 1, 2005.
- FERREIRA, G. A. e col.; *Bafômetro: um modelo demonstrativo*. Quim. Nova na Esc., v. 5, 1997.
- FIORRUCCI, A. R. e col. – “*A importância da vitamina C na sociedade através dos tempos*” – Qnesc. Nº 17.

- FREIRE, Paulo. *Conscientização: Teoria e Prática da Libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire*. 3ª edição. Centauro Editora, São Paulo, 2008.
- FROMM, E. – *Ter ou Ser*, 4ª Ed., LTC editora, Rio de Janeiro, 1987.
- GEPEQ – *Interações e Transformações II* – Edusp – 2003 – p. 38.
- GETTYS, N. S. e col. - *Acid Raindrops Keep Falling' in My Lake* - Journal of Chem. Educ. vol. 80, nº 1, 2003.
- GUIMARÃES, Mauro. – *A Formação de Educadores Ambientais* – 3ª ed. - Ed. Papirus – Campinas, 2005.
- IBANEZ, Jorge G.; TELLEZ-GIRON, Monica; ALVAREZ, Diana; GARCIA-PINTOR, Elizabeth – *Laboratoy Experiments on The Electrochemical Remediation of Environment, Part 6: Microscale Production of Ferrate* - J. Chem. Educ., v. 81, nº 2, Fevereiro/2004.
- JONAS, Hans – *El Principio de Responsabilidad: Ensayo de una ética para la civilización tecnológica* – Ed. Herder, Barcelona, 1995.
- LENARDÃO, E. J.; FREITAG, R. A.; DABDOUB, M. J.; BATISTA, A. C. F.; SILVEIRA, C. C.; “*Green Chemistry – Os doze princípios da Química Verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa*”; Quim. Nova, v. 26, nº1, 2003. (Lenardão, et al. 2003).
- LENZI, Cristiano L. - *Sociologia Ambiental: Risco e Sustentabilidade na Modernidade*”, EDUSC, Bauru, São Paulo, 2006.
- DE LUCA, S.J.; DE DEUS, A. B. S.; DE LUCA, M. A.; “*Desinfecção de efluentes tratados com Fe(VI)*”. Rev. Eng. San. Amb., v. 7 , nº 3, 2002.
- MALA, A. S. OLIVEIRA, W., OSÓRIO, V. K. L.; “*Da Água Turva à Água Clara: O Papel do Coagulante*”; Quim. Nova na Esc.; nº 18, 2003.
- MARTINS DA SILVA, F.; LACERDA, P. S. B.; JONES JUNIOR, J.; “*Desenvolvimento Sustentável e Química Verde*”; Quim. Nova, v. 28, nº 1, 2005.
- MARTINS, Isabel P. *O Movimento CTS na Península Ibérica*. Aveiro: Universidade de Aveiro Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, 2000.
- MARTINS, Isabel P. *Problemas e Perspectivas sobre a Integração CTS no Sistema Educativo Português*. Rev. Elt. Enseñanza de las Ciencias, v. 1, nº 1, 2002.
- MELO, Marlene R.; MARTORANO, Simone A. -“*Indústria do vidro – Uma Ação Interdisciplinar Envolvendo Sustentabilidade*” – CD room de resumos do ENPEQ, Campinas, 2004.
- MELO, Marlene R.; SILVA, Márcia I. – *As relações entre ética para uma civilização tecnológica e química verde no ensino médio* – Rev. Cient. IMAPES, nº 5, 2007.

- MELO, Marlene R.; OLIVEIRA, Karen C.; LAGO, Joyce, P. Experimentação verde - Utilização do íon ferrato em substituição ao íon dicromato na elaboração de um bafômetro caseiro -Rev. Cient. do IMAPES, nº 6, 2008.
- MELO, Marlene R.; OLIVEIRA, Karen C.; LAGO, Joyce, P. Experimentação verde - Tratamento de água utilizando o íon ferrato como agente coagulante e desinfectante – Rev. Cient. do IMAPES, nº 6, 2008.
- MELO, Marlene R.; VILLANI, Alberto - Dificuldades dos Licenciandos em Adotar Uma Abordagem Verde na Elaboração de Seus Projetos de Ensino – Caderno de Resumos do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, pg. 342 –Bauru, SP, 2005.
- MEMBIELA IGLESIA, P. – *Uma Revisión del Movimiento Educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad* – Rev. Enseñanza de Las Ciencias, v. 15, nº 1, 1997.
- MÓL, Gerson S.; SANTOS, Wildson L. P. (coords). *Química e Sociedade*. Ed. Nova Geração, São Paulo, 2003.
- MORTIMER, Eduardo F. e SANTOS, Wildson, L. Pereira. *Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade) No Contexto da Educação Brasileira*. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência, v. 02, nº 2 – Dezembro/2002.
- NORMA NUDELMAN Editora, *Química Sustentable*, Ediciones UNL, Argentina, 2004.
- OLIVEIRA, Edson, A. – *Aulas Práticas de Química* – Ed. Moderna – 1986 – p. 97.
- PEQ – *Experiências de Química* – Ed. Moderna – São Paulo – 1979 – p.127.
- PÉREZ, Leonardo F. M; PEÑAL, Diana C.; VILLAMIL, Yenny M. – *Relaciones ciencia, tecnologia, Sociedad e Ambiente a Partir de Casos Simulados: Una Experiencia em La Enseñanza de La Química*, *Ciência & Ensino*. v. 1, nº especial, Novembro/2007.
- RICARDO, Elio C. – *Educação CTSA: Obstáculos e Possibilidades para sua Implementação no Contexto Escolar* – *Ciência e Ensino*, v. 1, número especial, 2007.
- ROSINI, Fabiana; NASCENTES, Clésia C. e NÓBREGA, Joaquim A. – *Experimentos didáticos envolvendo radiação microondas*, *Quim. Nova* – v. 27, nº 6, p. 1012 – 1015 – 2004.
- SANTOS, Wildson L. P; Schnetzler, Roseli. *Educação em Química – compromisso com a cidadania*. Ed. Unijui, RS, 3ª edição, 2003.
- SANSEVERINO, Antonio M. - *Microondas em síntese orgânica* - *Quim. Nova*, v. 25(4), 660-667, 2002.
- SANSEVERINO, Antonio M. *Síntese Orgânica Limpa*, *Química Nova* – v. 23(1), p. 102, 2000.
- SEGAL, Hanna. *Introdução à obra de Melanie Klein*. Ed. Imago, Rio de Janeiro, 1975.

- SOLBES, Jordi; VILCHES, Amparo – *Papel de las Relaciones entre ciência, tecnologia, sociedad y ambiente em La Formación ciudadana* – Investigación didáctica, v. 22, nº 3, 2004.
- SOTO, Luis F. C. – *Manual de Metodologia de La Ensenanza de La Química* – Unesco – 1987 – p. I-1 a I-37.
- TROST, Barry M. – *The atom economy – A search for synthetic efficient. Science* – v. 254, p. 1471 – 1991.
- <http://www.ufpel.tche.br/iqg/wwverde/html/Princípios.htm>. Acessado em 05 de maio de 2005.
- TAVARES, Marina L. – *Gaia e Ciência – Uma Análise da cientificidade da Teoria Gaia de Acordo com a Metodologia dos Programas de Pesquisa de Lakatos* – Dissertação de mestrado, UFBA, Salvador, Bahia, 2002.
- VILLANI, Alberto, *O Professor de Ciências é como um Analista?.* Ensaio – Pesq. Educ. Ciênc., 1 (1), pp. 5-28, 1999.
- VILLANI, A.; BAROLLI, E; FRANZONI, M.; GURIDI, V.; VALADARES, J.M.; FERREIRA, D.B., *Contribuições da Psicanálise para uma Metodologia de pesquisa em educação em Ciências. ATAS II EIBIEC – CD ROM*, Burgos, 2004.
- VILLANI, A. & BAROLLI, E. - *Os Discursos do Professor e o Ensino de Ciências. Pro-Posições*, 17 (1), jan/abr/2006.
- ZANON, Lenir B.; MALDANER, Otavio A. (org.). *Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil*. Ed. Unijui, Ijuí, RS, 2007.
- WRIGHT, Stephen W. – *The Vitamin C Clock Reaction* – J. Chem. Educ., v. 79, nº 1, 2002.

ANEXOS

ANEXO 1 - II EPPEQ - 2005

ÉTICA TECNOLÓGICA: QUÍMICA VERDE NO ENSINO MÉDIO

Marlene Rios Melo e sua orientanda M.

INTRODUÇÃO

Órgãos educacionais nacionais e internacionais recomendam que a forma de ensinar química seja sistêmica e contextualizada. E ainda, em função da escassez dos recursos físicos não renováveis, dos conflitos sociais causados pela obtenção destes, da contaminação do Meio Ambiente Humano, a produção de substâncias sintéticas deve estar comprometida com o estudo e aplicação de rotas sintéticas onde a preservação e o desenvolvimento sustentável são prioridade. O ensino de química deve ter como base os princípios da Química Verde e a ética voltada para uma civilização tecnológica.

QUÍMICA VERDE – A QUÍMICA ÉTICA

A QUÍMICA E A ÉTICA PARA UMA CIVILIZAÇÃO TECNOLÓGICA

A tecnologia química é responsável pela transformação dos recursos físicos, renováveis e não renováveis, da terra em produtos de consumo humano. Essa tecnologia deve adaptar-se a ética para uma civilização tecnológica (JONAS, 1985), portanto, os métodos de produção e de ensino devem ser planejados de tal forma a minimizar, ou ainda, evitar a contaminação de solos, ar e água, gerando desenvolvimento com equidade social. A Química Verde, através da aplicação dos seus doze princípios na educação, nos dá base para formar jovens envolvidos com a busca de estratégias de ensino para minimizar os impactos ambientais causados pela tecnologia química.

OS DOZE PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE

1 – Prevenção - Prevenir a formação de resíduos industriais é melhor que o tratamento. Tratar os resíduos como matéria prima desperdiçada é o primeiro passo para se evitar ao máximo a sua geração.

2 – Eficiência Atômica (Trost, 1991) – Evitar a geração de subprodutos, com conseqüente eficiência atômica, ou seja, os átomos utilizados no reagente devem se concentrar no produto desejado.

3 – Síntese Segura - Evitar, ou até mesmo não usar, nem produzir substâncias tóxicas.

4 – Desenvolvimento de Produtos Seguros - Produto seguro é aquele que não causa dano ao meio ambiente.

5 – *Uso de solventes e Auxiliares Seguros* - Evitar solventes como benzeno, clorofórmio, etc. A utilização do CO₂ e H₂O como solventes supercríticos vem substituindo lentamente os solventes clorados.

6 – *Busca pela Eficiência de Energia* - As sínteses devem sempre que possível ocorrer em pressão e temperatura ambiente.

7 – *Uso de Fontes de Matéria Prima Renováveis* - A busca pela utilização de matéria prima de fontes renováveis, caracterizadas por materiais de fácil obtenção e síntese de alto rendimento, significa um ganho incalculável para o meio ambiente.

8 – *Evitar a formação de derivados* - Esse princípio nos mostra a importância em analisar previamente todas as etapas de um processo químico, pois muitos dos produtos químicos sintéticos não se dissipam no meio ambiente, chamados quimicamente de “persistentes”, não se diluírem facilmente, são diretamente absorvidos por organismos vivos, alterando todo o ecossistema.

9 – *Catálise* - Os catalisadores devem ser preferidos aos reagentes estequiométricos. Um exemplo aplicativo em sala de aula é a utilização do experimento de produção de álcool utilizando leveduras comparado com a produção de álcool utilizando dicromato de potássio.

10 – *Produtos Degradáveis* - A proposta apresentada nesse item visa a produção e consumo de produtos que sejam biodegradáveis. Essa atitude nos permite prever as conseqüências do impacto que a fabricação, consumo e descarte desse produto sobre todo o meio ambiente.

11 – *Análise em tempo real para a prevenção de poluição* - Como exemplo temos o grande avanço da nanotecnologia que implica no desenvolvimento de sensores que previamente, são capazes de detectar e controlar a geração de resíduos, essa análise em tempo real reflete diretamente na obtenção seletiva de produtos menos tóxicos.

12 – *Química segura para a prevenção de acidentes* - As substâncias formadas e o processo a qual se originaram devem minimizar ao máximo a ocorrência de acidentes.

PROPOSTA VERDE

Para que o aluno possa entender a filosofia da Química Verde e fazer associações da química com o seu cotidiano, será necessário apresentar propostas seguras que envolvam a substituição de reagentes não seguros, como no experimento a seguir.

UM EXPERIMENTO VERDE PARA A CINÉTICA QUÍMICA

Reagentes:

- Água natural encontrada em supermercados com pH próximos 7
- Vitamina C efervescente (1000 mg)
- Tintura de iodo 2%

- Solução reveladora de iodo (1 colher de chá de amido de milho dissolvidos em 1 colher de sopa de água natural. Essa suspensão deve ser despejada em 250 ml de água fervendo mexendo sempre de modo que a fervura não pare. A solução é então resfriada para sua utilização)
- Água oxigenada 10 V e 20 V encontradas em farmácia.

Preparo de soluções

Solução padrão de ácido ascórbico – Em um béquer, dissolva em 60 ml de água natural o comprimido de vitamina C efervescente.

Solução A – Em um béquer, dissolva em 60 ml de água 5 ml da

Solução padrão de ácido ascórbico e 5 ml de tintura de iodo. Misture e anote o que observar.

Solução B – Em um béquer dissolva em 60 ml de água 15 ml de água oxigenada 10 V e 2,5 ml de solução reveladora de iodo. Misture e anote o que observar.

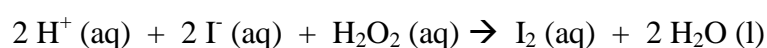
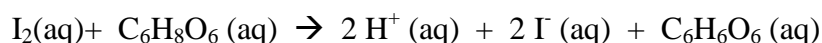
Solução C – Em um béquer dissolva em 60 ml de água 15 ml de água oxigenada 20 V e 2,5 ml de solução reveladora de iodo.

Solução D – Em um béquer dissolva em 60 ml de água 5 ml de xarope e 5 ml de solução padrão de ácido ascórbico. Misture e anote o que observar.

Procedimento experimental

1. Em um tubo de ensaio misture 5 ml da solução A com a 5 ml da solução B e inicie a marcação do tempo imediatamente. Anote o tempo necessário para a alteração da coloração.
2. Em um tubo de ensaio misture 5 ml da solução A com 5 ml da solução C e inicie a marcação de tempo imediatamente. Anote o tempo necessário para a alteração da coloração.
3. Submeta a solução A e B restante a um banho de gelo. Anote a temperatura. Em um tubo de ensaio misture 5 ml da solução A com a 5 ml da solução B e inicie a marcação do tempo imediatamente. Anote o tempo necessário para a alteração da coloração.
4. Em um tubo de ensaio misture 5 ml da solução D com a 5 ml da solução B e inicie a marcação do tempo imediatamente. Anote o tempo necessário para a alteração da coloração e a temperatura da mistura.

Reações envolvidas nos experimentos:



ABORDAGENS SUGERIDAS PARA DISCUSSÃO DO EXPERIMENTO

Efeitos das diferentes concentrações da água oxigenada e da temperatura na rapidez das reações. Utilização da água oxigenada como agente oxidante/ redutor verde, pois produz apenas gás oxigênio, ao atuar como redutor, e água ao atuar como oxidante. A importância do ácido ascórbico na dieta alimentar e porque é considerado um antioxidante. Comparar os produtos dos experimentos tradicionais e verde e estabelecer uma discussão dos princípios da Química Verde.

CONCLUSÃO

Na metodologia de ensino da química esses princípios devem ser considerados durante as aulas experimentais, ou ainda nas discussões de rotas sintéticas alternativas às tradicionais e mesmo estimulando o estudo de alternativas benéficas ao Meio Ambiente Humano. Devemos ensinar nossos alunos a pensar verde, considerar o conhecimento científico e utilizá-lo de tal forma a colaborar com a ética para uma civilização tecnológica.

ANEXO 2 - ÉTICA TECNOLÓGICA: QUÍMICA VERDE, UMA POSSIBILIDADE

*Marlene Rios Melo**

As necessidades globais levaram órgãos educacionais, nacionais e internacionais, a reconhecer e recomendar que o ensino seja feito de maneira sistêmica e menos analítica, privilegiando uma metodologia que permita reunir e organizar os conhecimentos dispersos, de tal forma a aumentar a eficiência do ensino. Os Parâmetros Curriculares Nacionais compartilham dessas recomendações e ainda defendem a vivência da Ética no processo de ensino e aprendizagem, na perspectiva da transversalidade. A química verde nos traz uma possibilidade de metodologia de ensino de química, sistêmica e ética, tanto para o ensino médio como superior.

Introdução

Órgãos educacionais nacionais e internacionais recomendam que a forma de ensinar química, hoje analítica, fragmentada e descontextualizada, deva ser substituída por uma sistêmica e contextualizada. E ainda, em função da escassez dos recursos físicos não renováveis e dos conflitos sociais causados pela obtenção destes, da contaminação do Meio Ambiente Natural e conseqüente reflexo no Meio Ambiente Humano, a produção de substâncias sintéticas deve estar comprometida com a ética tecnológica. Considerando essas proposições podemos questionar: como ensinar os conteúdos químicos de forma sistêmica, contextualizada, com a vivência da ética, sem que tenhamos em sala de aula discussões superficiais com conseqüente prejuízo da assimilação desses conteúdos? Ou ainda sem que nos tornemos alarmistas, dando a sensação de que a química é a parte da ciência que só traz malefícios à humanidade? Para tentar responder a essas perguntas, antes necessitamos entender o significado da ética tecnológica.

A ética tecnológica

Hans Jonas (1988), filósofo alemão, autor do livro “Das Prinzip Verantwortung” e em versão espanhola, “El Principio de Responsabilidad – Ensayo de una ética para la civilización tecnológica” (Jonas, 1995), propõe uma ética complementar à kantiana; uma ética que vai além das relações do homem com o homem, envolvendo também as relações do homem com a natureza e do homem com aqueles que ainda não nasceram, ou seja, as gerações futuras.

Hans Jonas (1995) chama de “ética para uma civilização tecnológica” aquela que estabelece responsabilidades e deveres do homem em relação a outros homens, do homem vivente em relação ao ainda não nascido e também do homem em relação ao Meio Ambiente Natural. Para o autor a Ciência e a Tecnologia devem atuar de tal forma a pensar nas gerações futuras, ou ainda, não negar o direito de existir daqueles que ainda não existem. Essa ética orienta os homens de hoje a cuidarem do futuro, protegendo seus descendentes das conseqüências de suas ações presentes.

A ética tecnológica vai ao encontro da visão de desenvolvimento sustentável, definido como: “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades.” (Relatório Brundtland, 1987).

A Química e a ética tecnológica

A tecnologia química é responsável pela transformação dos recursos físicos, renováveis e não renováveis, da terra em produtos de consumo humano. Essa tecnologia deve adaptar-se a ética tecnológica. Portanto, os métodos de produção devem ser planejados de tal forma a minimizar, ou ainda evitar a contaminação de solos, ar e água gerando desenvolvimento com equidade social. Tais métodos têm que se fundamentar no princípio da responsabilidade. Essa responsabilidade não se restringe ao sujeito, mas ao coletivo, tendo como preocupação básica os efeitos cumulativos e irreversíveis da intervenção tecnológica sobre o Meio Ambiente Natural e Social.

Conseqüentemente, a forma de ensinar química também deve se adaptar a essa ética tecnológica que está relacionada com o Meio Ambiente Humano, definido por Capurro Soto (1987) como o fruto das inter-relações entre o Meio Ambiente Natural com o Social, conforme figura 01.



Fig. 01 – Esquema das interações entre as variáveis do Meio Ambiente Social e o Meio Ambiente Natural compondo o Meio Ambiente Humano (Soto, 1987)

No esquema da figura é importante ressaltar que o Meio Ambiente não é concebido apenas como o conjunto das variáveis do Meio Ambiente Natural. Ele está mais amplo, envolvendo também as variáveis econômicas, políticas, culturais e éticas, ou seja, as variáveis do Meio Ambiente Social. Das relações entre todas essas variáveis resulta o Meio Ambiente Humano.

Química verde, uma possibilidade de apresentação do conteúdo teórico de forma ética.

Considerando as novas prioridades educacionais, ou seja, um ensino sistêmico que estuda as relações no Meio Ambiente Humano com a finalidade de atingir um desenvolvimento sustentável embutido de uma ética tecnológica, o ensino da química não pode mais se restringir à compreensão das reações, a quantificação energética e a definição das propriedades físicas e químicas das substâncias envolvidas na produção de bens de consumo. É necessário, também, compreender o impacto para o homem contemporâneo e seus descendentes dessa produção, tanto na quantidade quanto na qualidade dos recursos físicos da terra.

Voltemos então às questões iniciais: Como ensinar os conteúdos químicos de forma sistêmica, contextualizada, com a vivência da ética, sem que tenhamos em sala de aula discussões superficiais com conseqüente prejuízo da assimilação desses conteúdos? Ou ainda sem que nos tornemos alarmistas, dando a sensação de que a química é parte da ciência que só traz malefícios à humanidade?

A Química Verde é uma possibilidade de resposta a essas questões, pois está essencialmente preocupada em modificar as rotas sintéticas que reduzem ou eliminam o uso e produção de substâncias danosas ao Meio Ambiente Humano. Em 1991 a Química Verde se converteu em objeto formal da EPA (Environmental Protection Agency) em colaboração com American Chemical Society e o Green Chemistry Institute e hoje também tem a Royal Society of

Chemistry na Europa que criou a Green Chemistry Network, com o objetivo de promover a conscientização e facilitar a educação, treinamento e prática da Química Verde na indústria.

Os princípios básicos da química verde são doze:

- 1. Prevenção – a prevenção é melhor do que tratamento de resíduos indesejáveis.*
- 2. Eficiência Atômica (Trost, 1991) – as sínteses devem ocorrer de tal forma a produzir apenas o produto desejado, ou ainda, incorporando no produto final todos os átomos dos reagentes, evitando, portanto sub-produtos.*
- 3. Síntese segura – evitar, ou até mesmo não usar, nem produzir substâncias tóxicas.*
- 4. Desenvolvimento de Produtos Seguros – produto seguro é aquele que não causa dano ao meio ambiente natural.*
- 5. Uso de Solventes e Auxiliares Seguros – evitar solventes como benzeno, clorofórmio, etc. ou substituí-los por outros mais seguros, de preferência água (King e col., 1992), mesmo em sínteses orgânicas.*
- 6. Busca pela Eficiência de Energia – reformular ao máximo as rotas, de tal forma que a maioria possa ocorrer na temperatura e pressão ambiente. O aquecimento por microondas de reações químicas também tem sido intensamente estudado (Rosini e col., 2004)*
- 7. Uso de Fontes de Matéria-Prima Renováveis*
- 8. Evitar a formação de derivados*
- 9. Catálise – os catalisadores devem ser preferidos aos reagentes estequiométricos.*
- 10. Produtos Degradáveis*
- 11. Análise em tempo real para prevenção de poluição.*
- 12. Química intrinsecamente segura para a prevenção de acidentes.*

Exemplos aplicados da Química Verde:

A síntese do analgésico Ibuprofeno elaborada pelo consórcio empresarial Hoechst-Celanese, que envolve apenas três etapas, sendo duas catalíticas e sem solvente, apresentando alta economia atômica. A rota clássica de produção desse analgésico era composta por seis etapas, pobre utilização atômica e geração de subprodutos orgânicos e sais. (Sanseverino, 2002).

Utilização do gás carbônico (CO₂) crítico como solvente alternativo aos compostos orgânicos voláteis e aos compostos orgânicos halogenados. (Cann - University of Scranton). Discussão

Nos processos catalisados, catalisadores tradicionais como: ácido sulfúrico e fluorídrico tem como alternativas os ácidos sólidos, tais como zeólitas, resinas de troca iônica e argilas. Um exemplo aplicativo em sala de aula é a utilização do experimento de produção de álcool utilizando leveduras comparado com a produção de álcool utilizando dicromato de potássio.

Considerações finais

Na metodologia de ensino da química esses princípios devem ser considerados durante as aulas experimentais, ou ainda nas discussões de rotas sintéticas alternativas às tradicionais e mesmo estimulando o estudo de alternativas limpas mais benéficas ao Meio Ambiente Humano. Michael C. Cann da University of Scranton apresenta toda uma proposta de trabalhar a Química Geral, Química Orgânica e Inorgânica, Bioquímica, Química Industrial e Físico-Química, estudando exemplos reais de aplicabilidade da Química Verde no dia a dia. Devemos ensinar nossos alunos a pensar verde, considerar o conhecimento científico e utilizá-lo de tal forma a colaborar com a ética tecnológica.

** Marlene Rios Melo - Mestre em Química Inorgânica, com linha de pesquisa em Ensino de Química, pela UNICAMP. Professora da licenciatura em Química no IMAPES e professora de química no Ensino Médio e Curso Pré-vestibular.*

ANEXO 3 - AS RELAÇÕES ENTRE ÉTICA PARA UMA CIVILIZAÇÃO TECNOLÓGICA E QUÍMICA VERDE NO ENSINO MÉDIO

Marlene Rios Melo e sua licencianda M.

Para ensinarmos aos nossos alunos o respeito e a preocupação com o Meio Ambiente Humano (SOTO, 1987), precisamos apresentar-lhes propostas que estejam comprometidas com o nosso discurso ambientalista e sustentável. Para tanto fizemos uma adaptação de uma proposta verde (WRIGHT, 2002) para compreensão dos fatores que afetam a velocidade das reações químicas, tais como concentração e temperatura.

Um experimento comumente encontrado em livros didáticos e de experimentos (GEPEQ – 2003; PEQ – 1979; OLIVEIRA – 1986) é representado pela equação química:



Onde o meio ácido é obtido utilizando ácido clorídrico ou sulfúrico. A utilização desses reagentes, tanto o ácido como o tiosulfato, implica em cuidados para com os alunos assim como no descarte desse material, produz-se também o dióxido de enxofre que é citado durante aulas sobre seus efeitos na produção da chuva ácida.

A proposta de Wright (2002) utiliza reagentes mais seguros para a manipulação, de fácil acesso, utilizados como medicamentos fungicidas, secativos e bactericida e vitamina C, permitindo a discussão dos limites da utilização de medicamentos e mesmo de vitaminas, através da leitura e interpretação de bulas. Também é importante que o aluno entenda que não há nenhuma substância totalmente inócua e que a quantidade utilizada é que limita o que é nocivo ou não.

Uma das adaptações feitas no experimento original foi na quantidade utilizada de reagente, minimizou-se ao máximo e isso também deve ser discutido com os alunos, o que permite abordar a questão do consumo de qualquer produto ou medicamento, pois a diminuição do consumo envolve a ética voltada para uma sociedade tecnológica. Substitui-se água destilada no experimento original por água mineral para propiciar ao aluno entender os componentes dessa solução essencial para a manutenção da vida. Adicionamos ainda, ao experimento original, a água oxigenada 20 V para avaliarmos o efeito da concentração desse reagente na cinética da reação.

Esse experimento foi apresentado aos alunos de uma escola particular de ensino médio. Esses alunos levaram o procedimento experimental para ser executado em suas casas e isso deixou a maioria deles preocupados, pois acreditavam que a prática química está associada à utilização de substâncias perigosas e nocivas. Alguns deles fotografaram passos

do experimento, elaboraram um relatório e, de um modo geral, demonstraram entusiasmo na execução da prática experimental utilizando substâncias encontradas em drogarias e supermercados.

Reagentes

Água natural encontrada em supermercados com pH próximos 7.

Vitamina C efervescente (1000 mg)

Tintura de iodo 2%

Solução reveladora de iodo – preparada pela dissolução de uma colher de chá de amido de milho em uma colher de sopa de água natural. Essa suspensão deve ser despejada em 250 ml de água fervendo mexendo sempre de modo que a fervura não pare. A solução é então resfriada para sua utilização.

Água oxigenada 10 V e 20 V encontradas em farmácia

Preparo de soluções

Solução padrão de ácido ascórbico – Em um béquer, dissolva em 60 ml de água natural o comprimido de vitamina C efervescente.

Solução A – Em um béquer, dissolva em 60 ml de água 5 ml da solução padrão de ácido ascórbico e 5 ml de tintura de iodo. Misture e anote o que observar.

Solução B – Em um béquer, dissolva em 60 ml de água 15 ml de água oxigenada 10 V e 2,5 ml de solução reveladora de iodo. Misture e anote o que observar.

Solução C – Em um béquer, dissolva em 60 ml de água 15 ml de água oxigenada 20 V e 2,5 ml de solução reveladora de iodo.

Obs.: O béquer pode ser substituído por um copo de vidro transparente e as medidas podem ser feitas com copo medidor de xaropes ou antibióticos pediátricos, que normalmente é graduado até 15 ml.

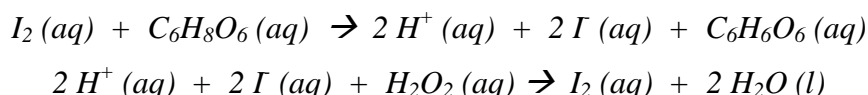
Procedimento experimental

1. Em um tubo de ensaio misture 5 ml da solução A com a 5 ml da solução B e inicie a marcação do tempo imediatamente. Anote o tempo necessário para o aparecimento de coloração azul e a temperatura da mistura.
2. Em um tubo de ensaio misture 5 ml da solução A com 5 ml da solução C e inicie a marcação de tempo imediatamente. Anote o tempo necessário para o aparecimento de coloração azul.
3. Submeta a solução A e B restante a um banho de gelo. Anote a temperatura. Em um tubo de ensaio misture 5 ml da solução A com a 5 ml da solução B e inicie a marcação do tempo

imediatamente. Anote o tempo necessário para o aparecimento de coloração azul e a temperatura da mistura.

4. Submeta a solução A e C restante a um banho de gelo. Anote a temperatura. Em um tubo de ensaio misture 5 ml da solução A com 5 ml da solução C e inicie a marcação de tempo imediatamente. Anote o tempo necessário para o aparecimento de coloração azul e a temperatura da mistura.

Reações envolvidas nos experimentos:



Abordagens sugeridas para discussão teórica do experimento

Questões sobre o conteúdo teórico envolvido no experimento (Wright, 2002):

1. *Taxa de reação é definida como a rapidez com que os reagentes são consumidos ou a rapidez com que os produtos são formados. Qual a relação entre o tempo envolvido para a reação ocorrer e a taxa dessa reação?*
2. *Justifique as diferenças de tempo entre os procedimentos 1 e 3 e também entre os procedimentos 2 e 4.*
4. *O que acontece quando tintura de iodo foi primeiramente adicionada à solução de vitamina C? O que isso sugere que tenha acontecido?*

Questões envolvendo Química Verde

1. *Quais princípios foram atendidos nesse experimento? Justifique.*

Os princípios da química verde que estão envolvidos nesse experimento: 1- Prevenção – a prevenção é melhor do que o tratamento de resíduos indesejáveis, nesse caso os resíduos deixados pelo experimento, a substituição do ácido sulfúrico por ácido ascórbico, evita o descarte de produtos indesejáveis; 3 - Síntese segura – os alunos puderam executar o experimento em suas casas sem a preocupação característica em laboratórios de ensino de química; 5 - Uso de Solventes e Auxiliares Seguros – utilizou-se água e etanol (presente no iodo 2%) como solventes; 6 - Busca pela Eficiência de Energia – a reação ocorre na temperatura ambiente e outra é feita a 0°C. 10 – Produtos degradáveis – no experimento temos como produtos a lactona, água e iodo, a lactona se decompõe em substâncias não tóxicas ao Meio Ambiente Humano, porém o iodo tem alguns impactos, e 12 - Química intrinsecamente segura para a prevenção de acidentes – através da utilização reagentes como o ácido ascórbico, que se decompõe no meio ambiente com facilidade, e a água

oxigenada um oxidante/redutor verde, visto que se converte em água ou gás oxigênio, dependendo se está atuando como oxidante ou redutor respectivamente, permite que, no caso do derramamento dos reagentes e mesmo o descarte do produto, não implique em risco para nossos alunos.

2. Por que a água oxigenada é considerada um agente oxidante/redutor ‘verde’?

A água oxigenada produz gás oxigênio e água quando atua, respectivamente, como agente redutor e oxidante. Citar que é utilizada na indústria do papel na elaboração de rotas mais verdes no processo de branqueamento de papel.

3. Por que a vitamina C (ácido ascórbico) é considerada um antioxidante?

Sugerimos a leitura do texto “A importância da vitamina C na sociedade através dos tempos” (Fiorrucci, 2003) sobre a importância do ácido ascórbico na dieta alimentar e porque é considerado um antioxidante.

Considerações finais

Na metodologia de ensino da química, os princípios da química verde devem ser considerados durante as aulas experimentais e na apresentação dos conteúdos teóricos. Michael Cann da University of Scranton apresenta uma proposta verde para trabalhar os conteúdos de química no curso de graduação. A Universidade Federal de Pelotas disponibiliza um site voltado para a química verde. Dessa forma estaremos formando cidadãos sem prejuízo do conteúdo teórico a ser transmitido.

Devemos colaborar para que nossos alunos pensem ‘verde’, consumam de forma ‘verde’ e considerem que o conhecimento científico deve ser utilizado de tal forma a colaborar com a ética volta para uma civilização tecnológica e com o desenvolvimento sustentável e o discurso teórico deve estar acompanhado da prática.

ANEXO 4 – EXPERIMENTAÇÃO VERDE – UTILIZAÇÃO DO ÍON FERRATO EM SUBSTITUIÇÃO AO ÍON DICROMATO NA ELABORAÇÃO DE UM BAFÔMETRO CASEIRO (2007)

Marlene Rios Melo e suas licenciandas (Karoline e Joana)

RESUMO

A elaboração de um bafômetro didático, para avaliação do teor alcoólico de diferentes bebidas, utilizando íon ferrato (IBANEZ, 2004) em substituição ao íon dicromato (FERREIRA, 1997), foi feita por ser o ferrato menos impactante em termos ambientais quando comparado ao íon dicromato que contém Cr (VI). Acreditamos na necessidade de adaptação ou criação de propostas de experimentos didáticos comprometidos com as questões ambientais, mais especificamente comprometidos com a filosofia da química verde ou química ambientalmente benigna.

Dividimos o trabalho em duas partes: a primeira envolve a produção do ferrato e o tratamento dos resíduos gerados por essa produção; a segunda aborda a elaboração do bafômetro para avaliar o teor alcoólico através do tempo envolvido para o descoramento do íon em questão.

PALAVRAS CHAVES: *experimentação verde; bafômetro; íon ferrato.*

INTRODUÇÃO

O íon ferrato é praticamente inócuo para o Meio Ambiente Natural³, não sendo considerado tóxico para a saúde humana, quando comparado com o íon dicromato que apresenta características mutagênicas em função da presença do Cr (VI). O ferrato apresenta um alto poder oxidante, passando de Fe (VI) a Fe (III) com potencial de redução igual a +2,20V em meio ácido e +0,72V em meio aquoso. Esse íon apresenta como vantagem adicional o fato de oxidar espécies orgânicas, como por exemplo o etanol, a espécies não tóxicas como o dióxido de carbono. A produção de gás carbônico é percebida pela descoloração da solução vinho de ferrato e a formação de bolhas durante os primeiros segundos da reação. A substituição do dicromato pelo ferrato apresenta como vantagem adicional o fato da produção do último ser feita eletroliticamente a partir de material de fácil

acesso, como pregos em solução de NaOH utilizando um carregador de celular como conversor de corrente alternada em contínua.

Em função dessas vantagens utilizamos o íon ferrato na construção de um bafômetro didático, sendo que o tempo de descoloração da solução de ferrato nos dá uma idéia do teor alcoólico das bebidas avaliadas. A concentração da solução de NaOH utilizada foi considerada a que traz melhores resultados na produção de ferrato. Para que esse experimento demonstre o comprometimento da química com as questões ambientais, o professor deve entregar ao aluno os procedimentos experimentais dos dois bafômetros e a aula prática deve envolver apenas o bafômetro com o íon ferrato. Ao final da experimentação o aluno, com a orientação do professor, deve comparar as vantagens e desvantagens de tal substituição sob o ponto de vista ambiental, assim como o tratamento adequado que deve ser dado aos resíduos experimentais, no caso a solução de NaOH que será utilizada na produção de sabão.

MATERIAL E MÉTODOS

Parte Experimental I – Produção de íon ferrato

1. Reagentes e aparelhagem:

2 pregos de ferro de aproximadamente 3 cm, não utilizem pregos zincados;

4 g de NaOH dissolvido em 10 ml de água;

Tubo em U feito com um pedaço de vidro de aproximadamente 25 cm;

Fonte de alimentação de corrente contínua de 6V ou 9V (pode ser utilizado um carregador de celular);

Algodão.

2. Procedimento Experimental

Prepare a solução dissolvendo as 4 g de NaOH e completando o volume com água até 10 mL, não é necessário medidas muito precisas. Faça uma bolinha de algodão e embebede-a na solução de NaOH e então coloque-a no tubo em U. Essa bolinha de algodão tem por finalidade diminuir ao máximo as trocas de gases e líquidos entre as metades do tubo em U. Encha as metades do tubo em U com o restante da solução de hidróxido de sódio, evite a formação de bolhas. Coloque um prego de ferro em cada braço do tubo, um preso ao fio que representa o pólo positivo e o outro prego preso ao fio que representa o pólo negativo da fonte de alimentação, conforme esquema representado pela Figura 01.

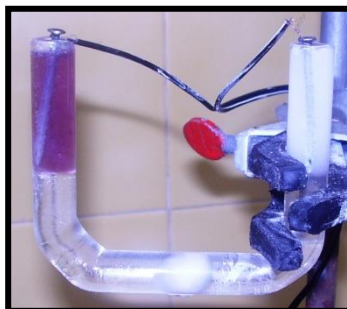


Fig. 01 - Sistema de produção de ferrato

A presença de uma coloração púrpura no ânodo caracteriza a presença de íon ferrato, visto que o ferro contido no prego foi oxidado a ferrato. No ânodo também é produzido gás oxigênio. No cátodo ocorrerá a formação de gás hidrogênio. A reação global para essa eletrólise pode ser representada pela Equação 1.



Como ocorre a formação de gás hidrogênio e oxigênio temos uma mistura explosiva, porém se o experimento for executado em ambiente bem ventilado e na ausência de chamas, não haverá problemas. Quanto maior o tempo de eletrólise maior será a quantidade de ferrato produzida. No final do experimento à solução básica deverá ser adicionada a óleo de cozinha para que ocorra a saponificação do mesmo, permitindo um descarte mais adequado.

Parte Experimental II – Produção do bafômetro

1. Reagentes e Aparelhagem

3 tubos de ensaio;

3 tubos de vidro;

Giz branco (se for antialérgico raspe a superfície que contém material orgânico);

Álcool 97° GL;

Aguardente (teor alcoólico ao redor de 40% v/v);

Vinho (teor alcoólico ao redor de 15% v/v).

2. Procedimento experimental

Coloque pedaços de giz dentro dos tubos e os umedeça com água mineral para que o giz absorva essa água e fique fixado nos tubos de vidro. Em seguida adicione ferrato e permita a absorção do mesmo pelo giz.

Coloque álcool, aguardente e vinho em tubos de ensaio distintos.

Coloque os tubos de vidro com giz e ferrato dentro dos tubos de ensaio com as bebidas conforme fig. 02.

A descoloração do ferrato com álcool é rápida, da aguardente é intermediária e a do vinho é a mais lenta. Quanto menor o teor alcoólico maior o tempo de reação (cinética química).

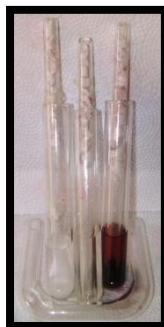


Fig. 02 – Da esquerda para a direita, álcool, aguardente e vinho, a descoloração é mais rápida também da esquerda para a direita.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse experimento foi aplicado durante o Curso de Formação Continuada dos Professores do Estado de São Paulo - Teia do Saber, realizado no segundo semestre de 2006 no Instituto. Adotou-se a seguinte seqüência: a) introdução da filosofia da química verde e os princípios com os quais está comprometida; b) apresentação e discussão do bafômetro que utiliza dicromato para qualificar a presença de etanol em bebidas alcoólicas; c) discussão das reações e do caráter mutagênico do Cr (VI) assim como sugestão de filme que envolve esse tema (Erin Brockovich); d) produção do bafômetro utilizando íon ferrato; e) tratamento dos resíduos gerados na elaboração desse bafômetro assim como possibilidades de minimização de resíduos; f) por fim a discussão das vantagens e desvantagens de tal substituição. Alguns alunos, do curso de formação continuada, sugeriram a não elaboração do experimento envolvendo dicromato, visto que esse íon traria impactos ambientais, essa sugestão foi considerada na elaboração deste trabalho.

Independentemente do grupo não ser formado somente de professores de química, mas também de biologia, física e matemática, percebemos um comprometimento com a proposta apresentada. Em função da receptividade, a docente adotou durante outras aulas práticas subseqüentes, discussões sobre impactos ambientais assim como possibilidades de

minimização e/ou eliminação de substâncias e produtos responsáveis por tais impactos. A química verde ainda é desconhecida por uma parte dos profissionais e tal filosofia vai ao encontro das propostas de inserção da educação ambiental não como uma disciplina a parte, mas sim com parte de todas as disciplinas ministradas no ensino (SOTO, 1975).

CONCLUSÕES

Durante a aplicação de propostas experimentais apoiadas nos princípios da Química verde, envolvendo professores do Estado e também licenciandos de química, observamos a consciência da complexidade dos problemas ambientais e a constatação da não existência de uma solução para tais problemas, mas sim soluções que se somam. A formação de profissionais do ensino preparados para discutir tais questões com seus alunos, tornando-os conscientes e críticos, é uma das ações que colaboram com a visualização de um mundo onde a ética para uma civilização tecnológica seja colocada em ação.

ANEXO 5 – EXPERIMENTAÇÃO VERDE – TRATAMENTO DE ÁGUA UTILIZANDO O ÍON FERRATO COMO AGENTE COAGULANTE E DESINFECTANTE

Marlene Rios Melo e suas orientandas (Karoline e Joana)- 2007

RESUMO

Neste trabalho apresentamos um experimento didático para tratamento de água utilizando íon ferrato. O experimento envolve desde a produção do íon ferrato até a reprodução das etapas de tratamento tendo esse íon como agente coagulante e também oxidante de espécies orgânicas. Posteriormente é feita uma proposta de discussão das vantagens e desvantagens da utilização do íon ferrato em tratamento de água, sobre a perspectiva da Química verde, quando comparado com o tratamento convencional, onde o hidróxido de alumínio age como agente coagulante e sais de hipoclorito como desinfetante.

PALAVRAS CHAVES: *Química verde, tratamento de água, íon ferrato.*

A utilização do íon ferrato como agente coagulante e desinfetante no tratamento de água foi indicada por Ibanez e col. (2004), enquanto De Luca e col. (2002) utilizou ferrato no tratamento de efluentes. Tais aplicações se devem à eficiência desse íon na destruição de espécies orgânicas e inorgânicas nocivas, assim como no controle da poluição biológica e de sua potencialidade para agente coagulante, devido à formação de hidróxido de ferro III. No tratamento de água convencional utiliza-se o hidróxido de alumínio como agente coagulante, enquanto que os compostos de cloro são normalmente utilizados como agente desinfetante. No entanto, os hipocloritos apresentam como inconveniente a formação de subprodutos indesejáveis, tais como os trialometanos (THMs) (BAIRD, 2002) com potencialidade carcinogênica e mutagênica. Os compostos de alumínio são indesejáveis em terras cultiváveis e são pouco tolerados por organismos vivos.

O tratamento convencional de águas é normalmente apresentado aos alunos envolvendo três etapas: 1. filtração; 2. coagulação - utilizando compostos de alumínio em meio básico e 3. desinfecção - soluções de hipoclorito de sódio agem como desinfetante. Tal prática traz alguns inconvenientes como a baixa tolerância ao alumínio pelos organismos

humano e vegetal, quando comparado ao ferro, e a formação de compostos orgânicos clorados na etapa de desinfecção.

A necessidade de uma forma de tratamento de água que minimize, ou ainda elimine, a formação dos compostos orgânicos clorados pode ser suprida pela utilização do íon ferrato em substituição ao hipoclorito na etapa de desinfecção. O íon ferrato além de não formar os compostos indesejados, diminui a quantidade de reagentes, visto que o ferrato age ao mesmo tempo como coagulante e desinfetante, e ainda, a tolerância do ferro é maior que a do alumínio. Em função dessas vantagens e da necessidade de cada vez mais discutirmos com nossos alunos os impactos ambientais oriundos de tecnologias e formas de minimização desses impactos, elaboramos um experimento didático onde o ferrato é aplicado em tratamento de águas. Essa proposta envolve duas etapas: 1. filtração e 2. coagulação e desinfecção através do uso de soluções de ferrato de sódio.

A prática de tal experimento permite a discussão dos inconvenientes do tratamento tradicional e as dificuldades da utilização do ferrato em larga escala, tais como custos e os cuidados necessários para a neutralização da solução caustica utilizada na preparação do ânion.

OBJETIVO

Essa proposta experimental propicia a apresentação aos alunos dos fundamentos da Química Verde (Martins da Silva, et al. (2005) e Lenardão, et al (2003)), suas ferramentas teóricas e práticas envolvidas com a reelaboração de rotas sintéticas para torná-las mais limpas e sustentáveis, e ainda, demonstração da viabilidade de aplicação desses fundamentos em um problema que faz parte do cotidiano do aluno.

MATERIAL E MÉTODOS:

Parte Experimental I – Produção de íon ferrato

1. Reagentes e aparelhagem:

2 pregos de ferro de aproximadamente 3 cm;

Solução de NaOH 10mol/L;

Tubo em U feito com um pedaço de vidro, ou mesmo de mangueira de borracha, com aproximadamente 25 cm;

Fonte de alimentação de corrente contínua de 6V ou 9V (carregador de celular), esse carregador deve ter o seu fio dividido em dois, pois um representa o pólo positivo e o outro o negativo;

Algodão.

2. Procedimento Experimental

Prepare a solução de NaOH. Faça uma bolinha de algodão e embebede-a na solução de NaOH e então coloque-a no tubo em U. Essa bolinha de algodão tem por finalidade diminuir ao máximo as trocas de gases e líquidos entre as duas metades do tubo em U. Preencha as metades do tubo em U com o restante da solução de hidróxido de sódio. Coloque um prego de ferro em cada braço do tubo, um preso ao fio que representa o pólo positivo e o outro preso ao fio que representa o pólo negativo da fonte de alimentação. A presença de uma coloração púrpura no ânodo (+), Fig. 01, caracteriza a presença de íon ferrato, visto que o ferro foi oxidado a ferrato, conforme equação global da eletrólise.

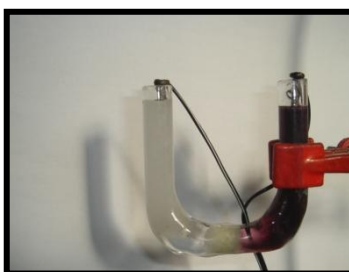
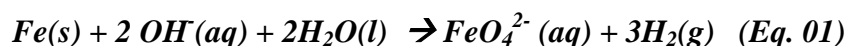


Fig. 01 – Sistema de produção de ferrato

Parte Experimental II – Tratamento de água utilizando ferrato de sódio

1. Reagentes e Aparelhagem

Cascalho;

Areia grossa;

Carvão vegetal triturado formando partículas médias;

Garrafa PET de 0,5L cortada ao meio e com tampa apresentando pequenos furos;

Água com argila e um pouco de álcool;

Solução de ferrato de sódio.

2. Procedimento experimental

Fixe a garrafa PET com a tampa em um suporte universal com a boca para baixo, preencha-a primeiro com uma camada de carvão, depois com areia grossa e finalmente com cascalho. Efetue a filtração da mistura água, argila e álcool, conforme Fig 02. Em seguida adicione um pouco da solução de ferrato (5 ml). Observe a descoloração da mistura gerada pela redução do ferrato a hidróxido de ferro, causado pela oxidação de espécies orgânicas (álcool). Além da descoloração observa-se a formação de bolhas, resultado da oxidação das espécies orgânicas, no caso o etanol, a gás carbônico. Após algum tempo percebe-se a

formação de um precipitado alaranjado ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) com conseqüente clarificação da água, conforme figura 03.



Fig. 02 – Sistema de filtragem de água com material em suspensão



Fig. 03 – Seqüência que apresenta a clarificação da água poluída.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse experimento foi apresentado aos alunos do curso de licenciatura do Instituto, durante a disciplina prática de Ensino de química I. A abordagem adotada foi: 1. apresentação dos princípios da química verde (Lenardão, et al. (2003), Martins da Silva, et al. (2005)), esclarecendo seus principais objetivos em relação ao comprometimento com a minimização, ou eliminação, de problemas ambientais gerados por tecnologias ou rotas sintéticas; 2. apresentação das etapas envolvidas no tratamento convencional de água com compostos de alumínio (Mala (2003)) e cloro; 3. discussão dos conceitos químicos envolvidos no tratamento convencional de água, tais como evidências de transformações químicas, qualidades de um bom coagulante, formação de compostos orgânicos clorados, etc.; 4. impactos ambientais causados pelo tratamento convencional; 5. execução do experimento didático proposto na parte experimental; 6. comparação dos impactos ambientais do tratamento de água convencional com o que utiliza ferrato; 7. discussão de formas de abordagem desse experimento no ensino médio de tal forma a despertar a consciência e o

respeito ambiental e 8. apresentação de bibliografia sobre aplicação de ferrato em tratamento de águas e efluentes.

Ressaltou-se a necessidade da discussão com os alunos sobre a participação dos mesmos no processo de recuperação ambiental. Enquanto os pesquisadores trabalham na otimização de métodos cada vez mais comprometidos com a Química Verde, cabe ao aluno uma participação essencial, que inclui o não desperdício da água e a minimização do uso de produtos que serão misturados aos efluentes domésticos.

Conclusões

Durante a aplicação dessa proposta experimental envolvendo os licenciandos de química, observou-se o entusiasmo por formas do uso dos conceitos químicos na elaboração de práticas com menor impacto ambiental, porém discutiu-se também a necessidade da busca constante da minimização de contaminação tanto em sala de aula como no cotidiano de todos. É importante ressaltar que o profissional de ensino deve estar comprometido com a aplicação de práticas como essa e também com a adaptação de tais práticas à sua comunidade escolar, despertando, assim, um interesse e comprometimento maior.

ANEXO 6 - QUESTÕES – 2º semestre 2006**PARTE I**

- 1) *Descreva a imagem mental que lhe ocorre ao ouvir o termo ‘Meio Ambiente’?*
- 2) *Qual a importância que as questões ambientais têm na sua vida pessoal?*
- 3) *Qual a importância que as questões ambientais têm na sua vida profissional?*
- 4) *Na sua opinião existe uma relação entre as questões ambientais e a pobreza? Por quê?*
- 5) *Na sua opinião existe uma relação entre as questões ambientais e a guerra? Por quê?*

PARTE II

Você concorda ou discorda das colocações a seguir? Por quê?

- 1) *“A humanidade está certa ao acreditar que ocupa um lugar de destaque no universo, que pode controlar seu destino e que algum dia será capaz de construir um mundo melhor, a partir do conhecimento de novas tecnologias.”*
- 2) *“A raça humana será descartada quando não tiver mais utilidade para o planeta.”*
- 3) *“A ciência colabora diretamente no estabelecimento de novas tecnologias, seja na produção de novos medicamentos, ou ainda na modificação de sementes tornando-as resistentes à pragas de alimentos, sem falar no conforto gerado pelas tecnologias domésticas. Acredita-se então que a ciência será capaz de colaborar para a produção de novas tecnologias que combatam os poluentes gerados nas rotas sintéticas e até mesmo os processos destrutivos ambientais.”*
- 4) *“A ciência tem um papel fundamental na construção de novas tecnologias. Tais tecnologias se por um lado colaboram com o conforto humano e o aumento da expectativa de vida das pessoas, por outro são produtoras de poluentes e consumidoras vorazes dos recursos físicos da terra. Como essas tecnologias estão vinculadas diretamente a natureza consumista do homem inevitavelmente estamos caminhando para a falência do planeta.”*

ANEXO 7 - QUESTÕES – 2º semestre - 2007

01. Você se sente angustiado com os problemas ambientais divulgados na mídia escrita e falada? Explique.
02. Você acredita que os problemas ambientais são sérios ou tudo não passa de alarmismo de ambientalistas extremistas? Justifique sua resposta.
03. Você, de alguma forma, toma atitudes em casa ou no trabalho que colaboram com a preservação ambiental? Descreva-as. Ou em sua opinião o problema é tão grave que suas atitudes de nada ajudariam na solução do problema? Por quê?
04. Fale um pouco sobre sua infância e sua relação com o Meio Ambiente Natural. Fale como seus pais se relacionavam com o Meio Ambiente Natural.
05. Imagine a seguinte situação: na sua cidadezinha, onde falta muito emprego, foi instalada uma indústria que poderá trazer problemas ambientais porém, ao mesmo tempo, trará trabalho para várias pessoas. Você vai avaliar os problemas ambientais que essa indústria irá trazer para, em seguida, conscientizar as pessoas? Ou você não irá se preocupar com isso visto que o importante é o aumento de emprego nessa cidade tão carente de oportunidades e depois, se os problemas aparecerem, você inicia a conscientização?
06. Como você acredita que os problemas ambientais poderiam ser resolvidos de maneira mais eficiente? Cite a quem compete as maiores responsabilidades em uma sociedade (governo, judiciário, cidadão, grupos organizados, industriais, etc.) e em uma escola (aluno, diretor, professor, secretaria de educação, etc.)
07. Quais as maiores dificuldades de implementação de projetos ambientais de química nas escolas? Você pode relatar alguma experiência boa e/ou ruim de tentativa de implementação? Explique porque deu, ou não, certo?
08. Qual a importância da discussão e apresentação das questões ambientais durante o curso de química no ensino médio? Ou você acredita existirem outras prioridades a serem discutidas durante a disciplina de química?
09. Sobre os projetos apresentados até agora (água com experimentos de tratamento de água com ferrato e tradicional, álcool com os experimentos do bafômetro tradicional e verde, cinética química utilizando reagentes inócuos, biodiesel, química verde) qual, ou quais, você acredita que poderiam colaborar com a mobilização ambiental? Por quê? E qual mais te agradou? Por quê?

**ANEXO 8 - ESTRUTURA DA DISCIPLINA “PRÁTICA DE ENSINO DE QUÍMICA II”
- 2008**

APRESENTAÇÃO DAS EMENTAS DAS DISCIPLINAS – 1 sábado

Apresentação da ementa para a disciplina Prática de Ensino de Química II. A forma de avaliação seria: preparação de aulas experimentais com conteúdos complementares aos apresentados pela docente/pesquisadora durante essa disciplina após suas aulas expositivas.

MÓDULO 1 – EDUCAÇÃO QUÍMICA COM ÊNFASE EM CTSA – 1 sábado

Aula expositiva ministrada pela docente/pesquisadora: Histórico. Objetivos da educação química com ênfase em CTSA. Estrutura conceitual: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Interações CTSA. Estratégias de ensino: introdução de um problema sócio-ambiental; análise da tecnologia relacionada ao tema sócio-ambiental; estudo do conteúdo científico definido em função do tema sócio-ambiental e da tecnologia introduzida e discussão do problema sócio ambiental original. Exemplos gerais de educação química com ênfase CTSA. Leitura do artigo de Mortimer e Santos (2002).

Problematização: *Como estruturar os conteúdos de químicos com ênfase CTSA? Como contornar as dificuldades comuns da escola pública e colaborar na formação de cidadãos?*

MÓDULO 2 – TEORIA GAIA (TAVARES, 2002) – 1 sábado

Aula expositiva ministrada pela docente/pesquisadora – apresentação da criação da Teoria Gaia (Lovelock) assim como teorias e hipóteses desenvolvidas na solidificação dessa Teoria: Hipótese de Claw, Daisyworld, - Há na Terra um sistema cibernético de controle envolvendo a biosfera e o ambiente no qual fatores como a temperatura e a composição química, são controlados a partir de alças de retroalimentação em uma regulação a nível planetário. Homeostase planetária – Gaia (Mãe Terra) procuraria manter o planeta Terra em condições relativamente constantes, ou ainda Gaia buscaria ativamente um ambiente físico e químico ótimo para a biosfera. Críticas à teoria. Discussão da aplicabilidade desse modelo para interpretação dos impactos ambientais nos dias atuais. Permitir ao aluno a percepção de que todo problema ambiental tem dimensões globais e não locais.

Problematização: *Uma das críticas feita à Teoria Gaia era sua visão animista da terra. O que você entende por visão animista? De que forma a Teoria Gaia colaborou, ou não, na compreensão dos impactos ambientais?*

MÓDULO 3 – ÁGUA - 2 sábados.

Aula expositiva ministrada pela docente/pesquisadora: Possibilidades conceituais contempladas: ligações químicas na água; interações moleculares e as conseqüências da formação das ligações de hidrogênio no comportamento macroscópico da água; comparação do hidreto de hidrogênio com os outros hidretos da família 6A; os efeitos coligativos da adição de poluentes à água; poluição térmica; importância das correntes marinhas no estabelecimento das estações climáticas nos continentes; etapas envolvidas tratamento tradicional da água.

Problematização: *Quais os impactos ambientais e sociais do tratamento da água e do consumo irresponsável da água? Porque toda a população brasileira não tem acesso à água de qualidade? Quais os parâmetros para avaliação da qualidade da água para consumo humano? Como podemos gerar nos nossos alunos um consumo responsável?.*

Aula Experimental 01: Preparação e apresentação, por parte dos alunos (2), de experimento de tratamento de água tradicional (Mala e col., 2003) envolvendo as etapas de filtração, coagulação e desinfecção e experimento de tratamento de água utilizando o íon ferrato como agente coagulante e desinfetante (Melo, 2007). Comparação dos impactos ambientais de ambos os tratamentos, assim como, vantagens e desvantagens de cada um.

Aula Experimental 02: Preparação e apresentação, por parte dos alunos (4), dos experimentos: produção de chuva ácida (GEPEQ) e do impacto das chuvas ácidas através da interação com diferentes solos (GETTYS, 2003).

MÓDULO 4 – ÁLCOOL – 2 sábados

Aula expositiva ministrada pela docente pesquisadora: Nomenclatura orgânica para alcoóis; formas de produção do etanol; reações de combustão completa e incompleta do etanol combustível, possíveis poluentes fruto da oxidação de álcoois; comparação da variação de entalpia envolvida na combustão do etanol e do octano, para avaliação do potencial energética do etanol combustível. Aspectos sócio-econômicos e ambientais, tais como: destruição de florestas primárias, diminuição da agricultura de subsistência, impactos para o solo no cultivo da cana de açúcar, exploração da mão de obra nos canaviais, efeito das queimadas para a saúde pública.

Problematização: O etanol é um combustível renovável a partir da avaliação do ciclo de vida desse combustível? O etanol é um combustível verde? Quais os impactos ambientais e sociais advindos da utilização do etanol como combustível? Quais vantagens e desvantagens que esse combustível apresenta frente à gasolina? Dependência química do etanol utilizado nas bebidas, Dosagem limite de etanol no sangue.

Aula Experimental 01: Preparação, por parte dos alunos (2), de experimento de elaboração de bafômetros caseiros utilizando dicromato de potássio (Ferreira, 1997) e ferrato (Melo, 2007). Comparação dos impactos ambientais da aplicação desses experimentos em sala de aula.

Aula Experimental 02: Preparação, por parte dos alunos (2), de experimento para determinação da quantidade de álcool na gasolina combustível, utilizando uma proveta de 100 ml. Discussão dos procedimentos quando deparados com uma gasolina adulterada.

Aula Experimental 03: Preparação, por parte dos alunos (4), de adaptação do experimento (Jacobsen, 2004) para avaliar a quantidade de calor liberada na queima de etanol e de gasolina. Comparações entre calor liberado e rendimento.

MÓDULO 5 – BIODIESEL – 2 sábados

Aula expositiva ministrada pela docente/pesquisadora: Reservas de petróleo no mundo. Frota nacional movida a diesel. Histórico do desenvolvimento da produção de biodiesel. Aspectos sócio-econômicos e ambientais, tais como: destruição de florestas primárias, diminuição da agricultura de subsistência, utilização do programa de produção de biodiesel em campanhas eleitorais, discussão sobre o biodiesel ser um combustível renovável ou não. Efeito da produção do biodiesel no Meio Ambiente Natural e Humano. Aspectos químicos: Reações envolvidas na produção de biodiesel através de catálise ácida, básica, enzimática e utilizando fluídos supercríticos. Impactos ambientais de cada uma dessas formas de produção, destino dos subprodutos. Cinética Química e catalisadores. Catálise homogênea e catálise heterogênea, avaliação dos impactos de cada uma dessas formas. Comparação dos modos de produção.

Problematização: Por que a busca por um combustível alternativo ao diesel? O biodiesel é um combustível verde? O biodiesel é um combustível alternativo ao diesel com quais vantagens e desvantagens ambientais e sociais? Das formas apresentadas qual a forma de produção menos impactante? Por quê?

Aula Experimental 1: Preparação e apresentação, pelos alunos (2), de experimento de produção de biodiesel por catálise básica utilizando etanol e óleo de soja (Ferrari e col, 2005)

e adaptação utilizando metanol. Vantagens e desvantagens de cada forma de produção etanol versus metanol.

Aula Experimental 2: Preparação e apresentação, pelos alunos (2), da adaptação do experimento de Jacobsen (2004) para avaliar a quantidade de calor liberada pela queima de biodiesel (produzido no experimento 1) e diesel. Discussão das dificuldades.

MÓDULO 6 – QUÍMICA VERDE – 2 sábados

Aula expositiva ministrada pela docente/pesquisadora: Definição. Histórico do desenvolvimento da Química Verde. Química verde e Química ambiental diferenças e semelhanças. Os doze princípios da QV acompanhados de exemplos de aplicação desses princípios em processos químicos.

Problematização: Como inserir a química verde em nosso cotidiano escolar? Qual a importância da discussão sobre a Química Verde em sala de aula?

Aula experimental: Preparação e apresentação, por parte dos alunos (2), do Experimento Verde de Cinética Química (Melo 2005). Discussão de abordagens dos princípios da química verde nesse experimento.

MÓDULO 7 – VIDRO (Melo e Martorano, 2004) - 2 sábados

Aula expositiva ministrada pela docente/pesquisadora: Introdução: vidro como projeto interdisciplinar; desenvolvimento sustentável e suas relações com a produção de materiais; histórico do desenvolvimento da produção de vidro; Evolução científica; Teorias estruturais para espécies formadoras de vidro; modelos estruturais para controlar os métodos de produção; teoria para matérias-primas formadoras e modificadoras de rede; Teoria cinética de formação de vidro; Teoria para formação de cores em vidros; Indústria do vidro no Brasil; Estudo de caso: Indústria de vidro Nadir Figueiredo; Composição percentual das matérias primas na composição da mistura vítrea; composição percentual das matérias primas na composição da mistura vítrea com adição de caco de vidro; abundância das matérias primas e recursos energéticos utilizados na composição do vidro; Equações químicas das reações envolvidas na produção do vidro – impactos ambientais.

Problematização: Vantagens e desvantagens, sob a perspectiva ambiental e sustentável da utilização de embalagens de vidro quando comparadas com outros materiais como plásticos e aço?

ANEXO 9 - TEMAS E CONTEÚDOS DOS PROJETOS DE ENSINO – 2008

Nome do aluno	Tema (PCN +)	Conteúdos
André	Química e litosfera	Lixo
Altamires	Transformações Químicas	Borracha
Cilene	Transformações Químicas	Vidro
Diego	Transformações Químicas	Bioplásticos
Euclides	Energia	Resíduos sólidos industriais como fonte de energia.
Fernanda	Energia e Transformações Químicas	Galvanoplastia
Janete	Química e Atmosfera	Chuva ácida
José Antonio	Transformações Químicas	Tratamento de água
Lutero	Química e Atmosfera	Ar e atmosfera
Marcelo	Química e Atmosfera	Solventes gráficos
Marina	Química e Hidrosfera	Água e vida
Marcos	Transformações Químicas	Sabões
Mileni	Transformações Químicas	Detergentes e sabões
Ana	Energia e Transformações Químicas	Combustão
Ramires	Transformações Químicas	Papel
Salvio	Energia e Transformações Químicas	Biodiesel
Silmara	Energia e Transformações Químicas	Pilhas e baterias
Tamires	Química e litosfera	Corantes
Tatiane	Energia e Transformações Químicas	Biodiesel
Thalita	Energia e Transformações Químicas	Álcool