



## DESAFIOS NA FORMAÇÃO AMBIENTAL DOS PROFISSIONAIS DA ÁREA DE QUÍMICA: CONTRIBUIÇÕES E ANÁLISES

Cássia Rodrigues de Jesus - USP - Ribeirão Preto  
[cassiarj@aluno.ffclrp.usp.br](mailto:cassiarj@aluno.ffclrp.usp.br)

Yassuko Iamamoto – USP - Ribeirão Preto  
[iamamoto@ffclrp.usp.br](mailto:iamamoto@ffclrp.usp.br)

Daniela Gonçalves de Abreu - USP - Ribeirão Preto  
[danielaga@ffclrp.usp.br](mailto:danielaga@ffclrp.usp.br)

### Resumo

As Diretrizes Curriculares Nacionais referentes aos Cursos de Química (Bacharelado e Licenciatura) prevêem uma formação humanística que dê condições ao egresso de exercer a profissão em defesa da vida, do ambiente e do bem estar dos cidadãos. Um dos desafios da Educação Ambiental é enfrentar a multiplicidade de visões e para isto é necessário aprender a fazer conexões e articular conhecimentos e contextos. Assim, pretendemos apresentar e discutir estratégias metodológicas adotadas numa disciplina específica da área de química, oferecida para Bacharéis e Licenciandos em Química, com a intenção de fazer com que os alunos se percebessem como co-responsáveis pelo processo ensino-aprendizagem e pudessem ter uma compreensão sobre resíduos químicos, não restrita aos aspectos científico-tecnológicos. A metodologia utilizada apoiou-se na pesquisa qualitativa. Anotações feitas durante as aulas, relatórios e outros textos produzidos pelos estudantes foram fontes de dados. No final da disciplina, entrevistas abertas também foram realizadas, registradas e analisadas.

**Palavras-chaves:** ensino superior, química, resíduos.

### Abstract

The Curricular Guidelines to Courses of Chemistry indicates a humanistic formation that possibility for the students to act in defense of life, environment and the welfare of the citizens. One of the challenges of the Environmental Education is contemplating several visions and for this, it is necessary to learn how to stablish connections and to articulate knowledge and contexts. Thus, in this work it will be presented and discussed teaching strategies adopted in a specific subject of the area of chemistry, which objective is to discuss chemical waste, but in a perspective that would not be restricted to the scientific and technological aspects. 23 students attended the subject during the second semester of 2008. Besides, the strategies seeked to make the participation of students in the teaching learning process possible. The methodology based on qualitative research and the notes during the lessons, reports and other texts produced by the students had been data sources. Later, interviews have also been carried, registered and analyzed.

**Keywords:** university, chemistry and waste.

## I. Introdução

No Brasil, principalmente nas últimas duas décadas, temos assistido a um crescimento da conscientização dos cidadãos e empresas sobre os danos causados pelas atividades humanas. Os conceitos de Educação Ambiental (EA) e meio ambiente são relacionados e geralmente, as finalidades da EA são definidas levando em consideração as abordagens sobre meio ambiente (Brasil, 1998).

Atualmente, a EA tem sido apresentada como uma dimensão a ser incorporada ao processo educacional, por trazer à tona a discussão sobre as questões ambientais e as conseqüentes transformações de conhecimento, de valores e atitudes diante de uma realidade diferente (LIMA, 1999).

Desde a promulgação da Constituição Brasileira de 1988, em seu artigo 25 – inciso 6, define-se como incumbência do Poder Público a promoção da EA em todos os níveis de ensino, bem como a conscientização pública para a preservação do meio ambiente. Este inciso foi regulamentado pela Lei Federal 9.795 (27/04/99), que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental, que por sua vez foi regulamentada pelo Decreto 4.281 (julho/2002). Há no país, portanto, amparo legal para a implementação de programas formativos em EA, em qualquer nível de ensino. O estudo sobre formação ambiental no nível superior tem recebido destaque nos últimos anos (TILBURY, 1992; SORRENTINO, 1995 e ZUIN, 2009).

Em se tratando dos Cursos de Química (Bacharelado e Licenciatura), as Diretrizes Curriculares Nacionais elaboradas em atendimento à Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (9394/96) e ao Edital 04/97 da Secretaria da Educação Superior do MEC, estabelecem que, além da formação didática, científica e tecnológica sólida do profissional, deve também ser garantida uma formação humanística que dê condições ao egresso de exercer a profissão em defesa da vida, do ambiente e do bem estar dos cidadãos. O profissional em Química também deverá ser capaz de avaliar criticamente a aplicação do conhecimento em Química, tendo em vista o diagnóstico e o equacionamento de questões sociais e ambientais (ANDRADE, 2004).

No final da década de 90, no Brasil, se iniciou uma discussão na comunidade química sobre o papel da universidade não apenas como formadora de profissionais, mas também como geradora de resíduos (MICARONI, 2002). Em 2000 e 2001, a Sociedade Brasileira de Química promoveu durante a 23ª e a 24ª Reunião Anual oficinas sobre “Gerenciamento e Tratamento de resíduos químicos”. De certa forma, a discussão sobre a responsabilidade da universidade na geração, tratamento e descarte de resíduos químicos influenciou tentativas de incorporação da dimensão ambiental em Cursos de Graduação em Química (MICARONI, 2001 e ABREU, 2003) A partir daí, um grande número de instituições inseriram a preocupação com o meio ambiente em seus cursos, implementando programas de gerenciamento, minimização e adequada destinação de seus resíduos (AMARAL *et al.*, 2001; CUNHA, 2001 e ABREU, 2006, IMBROISI *et al.*, 2006). Por exemplo, o Campus da USP de Ribeirão Preto, em 2001, instituiu um Programa de Gerenciamento de Resíduos. Além disso, algumas disciplinas, como por exemplo, a Química Analítica Qualitativa, do Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP/USP), revisou seu programa, com o intuito de eliminar excessos, etapas repetitivas e incluir discussões sobre toxicidade e tratamento de alguns resíduos (ABREU, 2006). Na mesma época, instituíram-se também disciplinas como “Tratamento de Resíduos Químicos”, “Noções de Segurança” e “Química Ambiental”, entre outras, que procuram despertar nos alunos a responsabilidade individual com relação ao meio ambiente.

Em trabalho anterior (BARBOSA *et al.*, 2009) programas e/ou ementas de disciplinas oferecidas em alguns Cursos de Licenciatura em Química da região Sudeste foram analisados, e constatou-se que um baixo número de disciplinas aborda as relações entre fenômenos químicos que ocorrem no meio ambiente e questões sociais, econômicas e culturais. Entre os programas analisados estiveram aqueles do Curso de Licenciatura em Química da FFCLRP/USP, que no Projeto Político Pedagógico indica o objetivo de formar professores como sujeitos de transformação da realidade brasileira, comprometidos com a busca de respostas aos desafios e problemas existentes em nossas escolas. Acreditamos que promover discussões em diversas disciplinas de química durante o curso de graduação, relacionando aspectos sociais, culturais e econômicos, como relatado por Moradillo e Oki (2004) para a disciplina de Química Geral, represente um desafio a ser abraçado na formação do professor de química. Porém, os meios para que isto aconteça são objeto de amplas e profundas discussões no âmbito da Universidade, e necessitam de sistematizar diretrizes claras para que objetivos e conteúdos sejam explicitados nos programas e efetivados.

As disciplinas específicas nos Cursos de Química, geralmente são oferecidas a partir de uma visão positivista, na qual o professor é encarado como o transmissor de conhecimentos e o aluno como o receptor passivo de tais informações. Há uma preocupação em ensinar conceitos pré-estabelecidos na comunidade científica que servirão de suporte para aquisição de novos conceitos nas disciplinas seguintes.

Partindo-se do pressuposto que a educação ambiental deve favorecer a aproximação das pessoas da realidade e possibilitar que elas consigam perceber as inter-relações entre os seres humanos e seu meio biofísico, sócio-cultural e econômico, bem como os seus valores, em toda a sua complexidade, numa disciplina específica da área de química sobre resíduos químicos optou-se por adotar estratégias metodológicas diferenciadas que colaborassem para tal compreensão. Reconhecemos que somente o conhecimento químico não é suficiente para modificar a intervenção do homem no meio ambiente e portanto, a intenção foi possibilitar que os alunos se percebessem como co-responsáveis pelo processo ensino-aprendizagem e ao mesmo tempo, compreendessem que as questões ambientais precisam ser analisadas levando-se em conta não somente aspectos científico-tecnológicos. Entendemos o meio ambiente como um campo de interações entre cultura, sociedade e base física e biológica dos processos vitais, no qual todos os termos desta relação se modificam dinamicamente e mutuamente (CARVALHO, 2004). Neste contexto, o objetivo deste trabalho é relatar o desenvolvimento e analisar experiência desenvolvida no âmbito da referida disciplina.

## **II. Identificando a disciplina de Tratamentos de Resíduos Químicos (TRQ)**

A disciplina de Tratamentos de Resíduos Químicos de Laboratórios de Ensino e Pesquisa foi oferecida no segundo semestre de 2008, para 19 estudantes tanto do Curso de Bacharelado em Química (16) como da Licenciatura em Química (3) da FFCLRP/USP. O objetivo da referida disciplina é complementar à formação do químico contemporâneo não perdendo de vista o impacto ambiental de suas atividades profissionais, bem como a sua responsabilidade como cidadão. Pretende-se habilitar o aluno a executar os procedimentos usuais de destinação final dos resíduos, bem como tomar decisões sobre as metodologias que devem ser utilizadas nos tratamentos dos diferentes resíduos. A disciplina é optativa, possui carga horária de 30 h, e é oferecida geralmente, no 4º semestre.

As aulas de TRQ foram estruturadas, visando-se romper com a passividade dos estudantes diante dos conteúdos discutidos e também problematizar a geração de resíduos. Dentre as metodologias adotadas nas disciplinas pode-se destacar:

**Leitura e discussão de artigos científicos em sala de aula:** os alunos liam textos e nas discussões compartilhavam suas indagações com os colegas e professoras. Nestas ocasiões procuravam relacionar as informações com o contexto do Departamento de Química.

**Realização de estudos de caso.** A região de Ribeirão Preto é uma das maiores regiões produtoras de álcool. Além da produção de açúcar e álcool o setor tem se caracterizado também pela produção de energia elétrica mediante a queima do bagaço da cana-de-açúcar.

A cidade de Ribeirão Preto e região apresenta uma grande diversificação em seu parque industrial, e certa concentração de unidades industriais em alguns setores como o de confecção de peças de vestuário, fabricação de concreto e cimento, artefatos de plástico, entre outros. Levando em conta que na região há diferentes indústrias decidiu-se discutir nas aulas não só os resíduos oriundos de atividades na universidade, mas também aqueles oriundos destas indústrias, das quais nós (professoras e os alunos) somos consumidores. Indústrias têxteis, de calçados, papel e celulose, bem como usinas de açúcar e álcool foram selecionadas para os estudos de caso. Também se elegeu como tema de estudo, os resíduos gerados na cidade de Ribeirão Preto.

Os alunos foram divididos em grupos e cada grupo ficou responsável por buscar informações sobre os temas selecionados.

Numa primeira etapa, cada grupo procurou se informar sobre o processo de produção presente no contexto, quais os resíduos gerados e as destinações finais mais comuns, entre outros. Para tal, os estudantes realizaram buscas na internet, entrevistaram pessoas vinculadas às indústrias, fizeram visitas às indústrias quando necessário, estabeleceram relações com alguns conteúdos químicos estudados em outras disciplinas da área de Química Tecnológica e buscaram informações veiculadas na mídia. Ao longo do semestre, os grupos foram discutindo com as professoras os dados levantados e numa etapa final, as informações levantadas foram sistematizadas, apresentadas e discutidas com os colegas por meio de seminários. As informações também fizeram parte de relatórios. A partir das discussões, pode-se compreender o papel da Indústria e do valor agregado aos seus produtos numa visão mais abrangente e crítica. Por exemplo, quando desperdiçamos papel, não estamos só gerando mais lixo, mas também usando mais água. Reflexões deste tipo foram estendidas aos outros casos, como será detalhado em resultados.

**Realização de práticas experimentais.** Dois resíduos (A e B) que se constituíam em mistura de solventes orgânicos foram apresentados como resíduos desconhecidos para alunos. Usando o procedimento descrito em Levine e Chang (1986), os estudantes identificaram algumas propriedades destes resíduos e fizeram suposições quanto à sua composição. A segregação de resíduos químicos foi então explorada.

**Problematizações de informações sobre resíduos químicos.** Foram disponibilizadas para os alunos algumas tabelas contendo informação sobre descarte de

alguns resíduos, bem como as fichas de informações de segurança destes produtos químicos. As informações foram analisadas e confrontadas.

### **III. Fundamentação teórica**

Dentro da cultura humana a universidade, com todas as suas contradições, tem sido um lugar privilegiado para a construção do conhecimento com a finalidade de oferecer ao ser humano, historicamente situado, condições de reconhecer sua condição humana e poder construir, individual e socialmente uma realidade diferente (ARAGÃO et al., 2002).

Segundo Leff (2001), o processo educativo deve ser capaz de formar um pensamento crítico, criativo e sintonizado com a necessidade de buscar respostas para o futuro, capaz de analisar complexas relações entre os processos naturais e sociais e atuar no ambiente numa perspectiva ampla, respeitando as diversidades sócio culturais.

Segundo Tristão (2002) existem quatro desafios da EA que, entrelaçados, estão associados ao papel do educador na contemporaneidade. Um dos desafios é enfrentar a multiplicidade de visões e para isto precisa aprender a fazer conexões e articular conhecimentos e contextos. Os outros desafios são a ruptura com práticas disciplinares e a superação da pedagogia das certezas, a superação da lógica da exclusão.

É comum a compreensão de que a interdisciplinaridade seja um dos princípios mais importantes da área de Educação Ambiental. Segundo Dias (1998) deve ser aplicado à EA um enfoque interdisciplinar, aproveitando-se o conteúdo específico de cada disciplina, de modo que se adquira uma perspectiva global e equilibrada.

Ainda, segundo Palharini (2003) a discussão sobre o meio ambiente, apoiada somente no conhecimento científico, limita a compreensão de múltiplos fatores presentes na problemática ambiental. No entanto, mesmo fazendo parte do ideário da EA, a interdisciplinaridade como proposta pedagógica, ainda nos parece distante quando consideramos nossa realidade.

A partir dos trabalhos de Lima (2002) e Loureiro (2004) percebe-se que há dois distintos discursos sobre EA, podendo-se considerar um como conservador e o outro como emancipatório. Na abordagem conservadora predominam ações pontuais, descontextualizadas dos temas geradores, frequentemente não associadas a uma proposta pedagógica, sem questionar os valores que orientam o padrão civilizatório. Na abordagem emancipatória, que tem no campo da educação o pensamento crítico, no que se refere ao meio ambiente, os autores propõem uma educação baseada em práticas, orientações e conteúdos que transcendam a preservação ambiental (JACOBI, 2005).

Segundo Jacobi (2005), refletir sobre a complexidade ambiental abre um estimulante espaço para compreender a gestação de novos atores sociais que se mobilizam para a apropriação da natureza, para um processo educativo articulado e comprometido com a sustentabilidade e participação, apoiado numa lógica que privilegia o diálogo e a interdependência entre as áreas.

Para Jacobi (2000) a EA deve ser situada num contexto mais amplo, o da educação para a cidadania, configurando-se como elemento determinante para a consolidação de sujeitos cidadãos. Compreende-se que o exercício da cidadania implica autonomia e liberdade responsável, participação na esfera política democrática e na vida social. Os cidadãos desenvolvem ações de integração social, conservação do ambiente, justiça social, solidariedade, segurança e tolerância, as quais constituem preocupações da sociedade. Desta forma, além de abordar conteúdos científicos e tecnológicos relativos à geração e tratamento de resíduos químicos, objetivou-se na disciplina que é

alvo de estudo neste artigo, desenvolver/incentivar atitudes e comportamentos face ao consumo e estimular a mudança de valores individuais e coletivos. De acordo com Carvalho (2004), para que isto seja alcançado, é necessário um pensamento crítico da EA, e portanto, a definição de um posicionamento ético-político, onde a EA pode buscar sua fundamentação enquanto projeto educativo que pretende transformar a sociedade.

Segundo Obara (2005) a dimensão didático-pedagógica da EA ainda é bastante controversa. Este autor também assume uma concepção problematizadora que pode abrir caminhos para a EA, no momento que não parte de definições e ações prontas. Para Freire (1975), problematizar é exercer uma análise crítica sobre a realidade e é necessário que os sujeitos se voltem e dialoguem com esta realidade, desejando sua transformação. Mesmo não tendo trabalhado especificamente com EA, a visão deste autor nos permite refletir sobre a complexidade do ato de ensinar e aprender. Pode-se considerar o ensino como via de mão dupla, o educador ensina e aprende no diálogo com o educando e numa prática problematizadora, os estudantes podem tomar contato com diferentes realidades, perceber relações e limitações que compõem um cenário dinâmico, em constante transformação.

Ainda, a principal técnica utilizada visando à aprendizagem dos estudantes é a expositiva, ou seja, cabe ao professor transmitir conhecimentos e ao aluno escutar (ANASTASIOU, 2006). Isto reflete uma concepção de educação tradicional. No entanto, segundo estes autores para que a aprendizagem seja significativa é necessário envolver o aluno em sua totalidade, considerando suas idéias, sentimentos, cultura e sociedade. Desta forma, na disciplina de TRQ adotou-se metodologias de ensino que possibilitassem uma maior participação dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, superando o modelo tradicional.

Além disso, concordando que a dimensão ambiental representa a possibilidade de lidar com conexões entre diferentes dimensões humanas, possibilitando a ligação entre múltiplos saberes, assumimos que a formação dos graduandos devia ser no sentido de perceber as relações entre as áreas e como um todo. Assim como Guimarães (2004), acreditamos que seja necessário superar o reducionismo e fortalecer a relação entre natureza e sociedade. Para abordar a EA numa perspectiva crítica é necessário que o professor adote uma postura reflexiva (JACOBI, 2005)

#### **IV. Metodologia**

Como o objeto de pesquisa deste projeto encontra-se num campo abstrato, as metodologias fundamentadas na pesquisa qualitativa são as mais indicadas, por que tal abordagem procura buscar no campo dos significados das ações humanas, o que não é perceptível e nem captável estatisticamente (BOGDAN e BIKLEN, 1994). Pode-se dizer que algumas características na investigação qualitativa são:

- *a investigação qualitativa é descritiva*: ao recolher os dados descritivos, os investigadores abordam o mundo de forma minuciosa; tentam analisar os dados em toda a sua riqueza, respeitando tanto quanto possível a forma em que estes foram registrados ou transcritos;

- *os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva*: não recolhem dados com o objetivo de confirmar ou infirmar hipóteses construídas previamente; as abstrações são construídas à medida que os dados particulares que foram recolhidos vão se agrupando;

- o significado é de importância vital na abordagem qualitativa: os investigadores preocupam-se com as perspectivas dos participantes e fazem questão em se certificarem que estão a aprender as diferentes perspectivas adequadamente.

Dentro da abordagem qualitativa, diferentes metodologias ou técnicas podem ser desenvolvidas, como por exemplo: entrevistas semi-estruturadas, estudos de caso, pesquisas de opinião, entre outros (BOGDAN e BIKLEN, 1994). No caso deste artigo, os dados foram coletados a partir do registro de diálogos e situações ocorridas durante as aulas. Os relatórios e textos produzidos pelos alunos também foram analisados e serviram como fonte de dados.

No primeiro semestre de 2009, depois do término da disciplina, entrevistas abertas foram realizadas com 10 estudantes, que se mostraram disponíveis para participar do projeto. As entrevistas se iniciaram com as perguntas a seguir e dependendo do encaminhamento, outras questões foram feitas com o objetivo de obter um maior detalhamento da fala do entrevistado:

Como você analisa o desenvolvimento da disciplina de Tratamento de Resíduos Químicos, que você cursou no semestre passado? E em relação às atividades realizadas, leituras, enfim, o que você aprendeu e considera importante para sua formação e de certa forma, pode ter modificado algo em sua vida profissional/pessoal?

As entrevistas foram gravadas em áudio e posteriormente transcritas e analisadas.

A entrevista é definida por Haguette (1997) como um processo de interação social entre duas pessoas. Por meio da entrevista busca-se obter informações, ou seja, coletar dados objetivos e subjetivos. Os dados subjetivos só podem ser obtidos através da entrevista, pois que, eles se relacionam com os valores, às atitudes e às opiniões dos sujeitos entrevistados. A entrevista aberta é utilizada quando o pesquisador deseja obter o maior número possível de informações sobre determinado tema, segundo a visão do entrevistado, e também para obter um maior detalhamento do assunto em questão. (MINAYO, 1996).

## V. Resultados e Discussões

Durante as discussões em sala de aula, a disposição das cadeiras foi alterada, de enfileiramento para formato circular. No início, os alunos resistiram a esta organização, pois ficavam mais expostos e todos se sentiam responsáveis pela discussão. Embora as discussões fossem conduzidas pelas professoras, não era de responsabilidade somente destas a disponibilização de informações e debates.

Alguns dos entrevistados relataram que a disciplina foi diferente do que esperavam, pois disseram que estavam acostumados a receber informações e aplicá-las. Também destacaram o fato de sentarem-se em semi-círculo, participando conjuntamente da construção do conhecimento através das discussões com os colegas e professores. Veja o trecho a seguir:

*[...] o pessoal do bacharel odeia falar... é uma coisa que eu acho característica de quase todo mundo do bacharel, então o pessoal não gostava muito de falar... e isso eu achei uma característica legal do curso*

*[da disciplina]... foi feita aquela roda que a gente odeia, mas acaba sendo importante, por que você aprende a interagir com os outros, a dá sua opinião, a se expressar... isso eu acho que é fundamental [...](Aluno S)*

A estratégia descrita representou um espaço para confronto de idéias e argumentações, que acreditamos que seja necessário para a formação ambiental, que envolve entre outras coisas, o desenvolvimento e posicionamento crítico do estudante.

No início da disciplina priorizou-se a discussão de programas de gerenciamento de resíduos desenvolvidos em universidades brasileiras e também estrangeiras. Comparações entre estes programas e o Programa de Gerenciamento de Resíduos do Campus da USP Ribeirão Preto foram realizadas. Em particular, este último tem como princípio a responsabilidade objetiva, ou seja, aquele que gera é o responsável por dispor o resíduo.

Também foi realizado o estudo e discussão da cartilha do Laboratório de Resíduos Químicos do Campus da USP Ribeirão Preto, contendo possíveis tratamentos para resíduos orgânicos e inorgânicos; bem como artigos científicos sobre processos oxidativos avançados (PEREIRA, 2005).

Os estudos de caso se revelaram como contextos ricos para problematização da destinação dos resíduos químicos gerados em processos industriais responsáveis pela produção de artigos consumidos pela sociedade e as implicações ambientais deste consumo. A diversidade de caminhos buscados para investigar cada caso, de certa forma, indicou a complexidade da situação e agradou os estudantes:

*[...] Cada grupo tinha que analisar o resíduo de uma determinada indústria, tinha usinas de açúcar e álcool, indústria de calçados, de tintas... então a gente falava de uma maneira geral como era o processo e depois detalhava cada resíduo, como era gerado e se tinham tratamento... Eram mais indústrias aqui da região, mas a gente podia procurar onde a gente quisesse, teve trabalhos bem legais, que mostravam o processo, os resíduos... foi legal [...](Aluna F)*

Na tabela a seguir estão apresentadas algumas questões levantadas pelos estudantes durante os estudos de caso:

Contextos	Assuntos abordados/discutidos
Indústrias Têxteis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- processo de produção têxtil</li> <li>- resíduos químicos gerados</li> <li>- corantes sintéticos, meio ambiente e saúde humana</li> <li>- degradação de corantes têxteis</li> <li>- poluição das águas por resíduos da indústria têxtil</li> <li>- métodos de tratamento de efluentes têxteis</li> <li>- minimização de resíduos e desenvolvimento de corantes biodegradáveis</li> <li>- consumo de roupas, tecidos x poluição das águas</li> </ul>
Indústrias de Calçados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dados estatísticos dos maiores pólos calçadistas do Brasil</li> <li>- principais etapas da produção da indústria têxtil (desidratação da pele, preparação do couro, curtimento, etc)</li> <li>- destinação e tratamento de resíduos químicos</li> <li>- consumo de calçados x degradação ambiental</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- etapas da produção de papel e celulose (tratamento da madeira com reagentes químicos)</li> </ul>

Papel e Celulose	<ul style="list-style-type: none"> <li>- as indústrias de papel e celulose x poluição do ar (processos que utilizam a queima de enxofre) e poluição das águas</li> <li>- métodos de tratamento de efluentes</li> <li>- consumo de papel x poluição do ar e das águas</li> </ul>
Usinas de açúcar e álcool	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etapas do processo de fabricação de açúcar</li> <li>- Resíduos gerados, em particular, o bagaço, que é utilizado para geração de energia em um processo denominado co-geração. Uma vantagem da queima do bagaço é a não liberação de gases nocivos</li> <li>- Melaço e poluição das águas (Demanda Bioquímica de Oxigênio)</li> <li>- Vinhaça x poluição dos solos</li> <li>- Vinhaça x produção de biogás</li> <li>- Alternativas para a redução e/ou reutilização da indústria canavieira</li> <li>- queimada e colheita mecanizada (leis)</li> <li>- trabalhadores deste setor x condições de trabalho</li> </ul>
Resíduos urbanos gerados em Ribeirão Preto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resíduos sólidos, lixo doméstico e urbano gerados em Ribeirão Preto</li> <li>- Leis municipais e estaduais referentes à disposição dos resíduos</li> <li>- Lixão x aterro em Ribeirão Preto</li> <li>- Parcerias setor público x setor privado</li> </ul>

Com os estudos de caso foram trazidos para a sala de aula informações e questionamentos, que possibilitaram compreender a complexidade das questões tratadas de forma a ultrapassar os limites meramente científico-tecnológicos.

O conhecimento científico é importante para a compreensão básica sobre o ambiente, mas não em sua totalidade e ainda a responsabilidade *da humanidade nele*. Neste sentido os estudos de caso possibilitaram uma percepção mais complexa da realidade e uma aproximação maior dos objetivos da EA, definidos por Smith (1995). Esta estratégia exige uma maior flexibilidade do professor, já que se abre espaço para o não planejado e assume-se como objeto de estudo, informações e questionamentos trazidos por outros sujeitos, os estudantes.

Discutiu-se para além dos resíduos químicos gerados em cada situação e seus tratamentos. Por exemplo, na discussão da indústria têxtil, questões ligadas à água foram vinculadas, já que há vários processos de lavagem durante a fabricação de tecidos. Pode-se pensar que durante a produção das peças de roupa que compramos existem processos industriais que utilizam grandes quantidades de água. Dificilmente há a vinculação da ação consumista com os problemas ambientais em si. A maioria das pessoas associa os problemas como de responsabilidade só das indústrias, como se estas fossem independente de hábitos de consumo. Com relação à indústria de papel e celulose, pode-se ir além da questão de geração de lixo pelo desperdício de papel ou o corte de árvores para a fabricação do papel. Discutiu-se o consumo de papel num contexto mais amplo e relacionado à água consumida em sua fabricação.

Também foi debatido o plantio de árvores como medida paliativa para minimizar a emissão de gás carbônico. Assumindo que os produtos que consumimos passam por processos industriais, discussões sobre consumo e efeito estufa foram realizadas. Durante as discussões em sala de aula, pode-se discutir necessidades criadas pela mídia para estimular o consumo, pilar mestre de nossa sociedade atual. Não costumamos refletir sobre o nosso consumo, e algumas vezes perdemos a dimensão do que é realmente necessário e o que é supérfluo.

Para realizar os estudos de caso, os grupos tiveram a oportunidade de buscar os caminhos que julgassem mais convenientes. Com isto, os estudantes tiveram que buscar alternativas, para obter informações sobre seu estudo e ainda puderam conhecer e

pensar sobre sua realidade local e desejar o enfrentamento dos problemas de forma coletiva. Veja:

*[...] eu tive a oportunidade de ir na CETESB por causa do trabalho que meu grupo fez, que foi o tratamento de resíduos em Ribeirão Preto, e o que a gente pode constatar é que Ribeirão Preto praticamente não tem nada de programas de tratamento de resíduos... é muito pouco mesmo... existem algumas cooperativas que são pagas por algumas empresas pra recolher resíduos, recolher materiais que eles não usam mais, mas isso é a menor parte a maior parte ainda vai pra aterro, fica no solo, então foi bem bacana essa visita que a gente fez na CETESB... O que choca mais é saber que Ribeirão Preto é fraca em política ambiental, e precisaria ter mais e assim... a gente até discutiu na disciplina que poderia ter mais parceria entre as empresas, entre alunos, entre a prefeitura [...]* (Aluno R)

A caracterização do resíduo desconhecido ajudou a perceber a importância de uma rotulagem adequada:

*[...] Ficou bem claro que antes de tomar a providência do que fazer com o resíduo deve-se utilizar o bom senso [...]* (Aluno D)

*[...] Pude perceber como um mesmo resíduo pode ter destinos diferentes dependendo do contexto de onde é gerado. A caracterização de um resíduo é muito importante para realizar uma correta segregação e destinar o fim para um resíduo [...]* (Aluno V)

Após a realização da atividade prática para a caracterização de resíduos não identificados (LEVINE e CHANG, 1986) informações sobre toxicidade, tratamento e disposição de n-butanol oriundas de duas fontes diferentes: um manual de descarte de resíduos de uma universidade internacional e a Ficha de Informação de Segurança (FIS) do n-butanol, foram confrontadas.

Pelo manual, alcoóis com menos de 5 carbonos poderiam ser descartados em pia e água corrente, caso fossem gerados em concentrações de até 100g/L de água. No entanto, pela FIS o descarte deste produto em pia não era recomendado e em lugar disso a saída era a incineração. Além disso, na FIS havia a recomendação: “evite contaminar cursos de água”. Desta forma, a recomendação do manual sobre o descarte do n-butanol não se aplica, por exemplo, a uma indústria que gere este resíduo em grande quantidade. Se o descarte ocorrer direto no esgoto, os cursos de água podem ser poluídos. Pretendeu-se com isso, incentivar os estudantes a refletirem sobre as informações que tem à sua disposição.

Os estudantes ficaram atentos à proposta e levantaram outros problemas, por exemplo, segundo o manual consultado nitratos e fosfatos poderiam ser descartados diretamente no esgoto, sem cogitar a vinculação deste descarte com processos de eutrofização.

Das atividades desenvolvidas, destacam-se nas falas dos alunos aprendizagens em valores e atitudes, decorrentes do trabalho desenvolvido e das discussões feitas na disciplina, bem como o fortalecimento do conhecimento adquirido na disciplina de Química Ambiental. Entre essas aprendizagens percebe-se o desenvolvimento do pensamento crítico, diminuição do uso de materiais poluidores e a conscientização do aluno para o seu papel como agente de transformação na sociedade.

*[...]Abordagem sobre resíduos e tratamentos têm em algumas disciplinas, mas muito superficial. Nesta disciplina, eu aprendi muitas coisas*

*interessantes... e em comportamento... hoje sei aproveitar mais os materiais e me preocupo mais na hora de descartar e tratar os resíduos [...] (Aluno Q)*

*[...] a conscientização que você é responsável pelos resíduos que produz... a partir do momento que você está numa disciplina sobre aquilo, acho que a conscientização é maior...você aprende onde descartar, onde você tira dúvida de como tratar... você aprende também, vamos supor... você vai comprar alguma coisa e tem uma embalagem e você não precisa daquela embalagem, você não leva pra casa... eu quando posso não levar sacolas, eu evito levar, tento separar o lixo que dá pra reciclar, coisas que eu aprendi também nas aulas de Química Ambiental [...] (Aluno S)*

*[...] no laboratório a gente sempre pensa na questão do que fazer com o resíduo, então você vai precisar de 10 mL de uma solução, então você não vai desperdiçar, encher um béquer com solvente depois jogar na pia, então a gente tem mais a questão do cuidado mesmo, com a questão do resíduo... não desperdiçar os recursos, então eu acho que é importante por que... mesmo fora da sala de aula você leva isso, com você... você aplica isso no seu dia-a-dia, mesmo em casa, questão de separar o lixo... acho que hoje em dia é fundamental, principalmente em um curso de química [...]” (Aluno R)*

## **V. Considerações finais**

A partir do desenvolvimento da disciplina de TRQ, percebemos o quanto é desafiador abordar as repercussões da atividade humana no meio ambiente durante a formação do profissional da área de química. Este trabalho também nos fez refletir sobre a coerência necessária entre o perfil do educador ambiental que se deseja formar e as estratégias metodológicas adotadas para isto. Acreditamos que metodologias tradicionais de ensino sejam incompatíveis com uma formação adequada do educador ambiental.

Pela metodologia aplicada e pelas discussões realizadas pode-se notar neste trabalho, que os alunos obtiveram uma formação mais ampla, relacionada a mudanças de atitudes em relação às questões ambientais, bem como uma maior conscientização da responsabilidade na interação sociedade-natureza e do seu papel como agente de transformação da realidade, no âmbito profissional e pessoal. Pode-se contestar a visão de que apenas o desenvolvimento da ciência e da tecnologia seja suficiente para resolver problemas ambientais.

Embora concordemos com Tristão (2002) sobre o desafio de romper com práticas disciplinares, acreditamos que isto necessite de tempo e mudanças estruturais profundas na forma de organização do currículo nas universidades. Desta forma, a experiência compartilhada neste trabalho é apenas uma pequena contribuição no sentido da formação ambiental dos químicos. Mesmo assim, consideramos como uma experiência importante, que pode contribuir para nortear futuramente a inclusão e sistematização da dimensão ambiental no currículo, podendo se constituir até num eixo temático numa abordagem integrativa.

## VI. Referências Bibliográficas

ABREU, Daniela Gonçalves de; COSTA, Carla Regina; ASSIS, Marilda Dores das e IAMAMOTO, Yassuko. Uma proposta para o ensino da Química Analítica Qualitativa. *Química Nova*, v.29, 1381-1386, 2006.

ABREU, Daniela Gonçalves de. Tratamento de resíduos químicos como ferramenta para a promoção da educação ambiental no ensino superior. 2003. *Tese de Doutorado-Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto*, Universidade de São Paulo, Brasil.

AMARAL, Suzana, Trindade et al. Relato de uma experiência: Recuperação e Cadastramento de Resíduos dos laboratórios de graduação do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *Química Nova*, v. 24, no. 3, 419-423, 2001.

ANDRADE, J. B.; CADORE, S.; VIEIRA, P. C.; ZUCCO, C.; PINTO, A. C. A formação do químico. *Quim. Nova*, v. 27, n. 2, p. 358-362, 2004.

ARAGÃO, Rosália Maria Ribeiro de; NETO, Elydio dos Santos e SILVA, Paulo Bessa da. *Tratando da indissociabilidade EnsinoPesquisaExtensão*. São Bernardo do Campo: UMESP, 2002.

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Pessate (Orgs). *Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula*. 6 ed. Joinville,SC: UNIVILLE, 2006.

BARBOSA, Jocélia Pereira; ABREU, Daniela Gonçalves de; CAMPOS, Maria Lúcia de Arruda Moura. Um panorama sobre a abordagem ambiental nos currículos de cursos de formação inicial de professores de química da região Sudeste. *Química Nova*, v. 32, no.2, 2009.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. *Investigação Qualitativa em Educação*. Portugal: Editora do Porto, 1994.

BRASIL. *Educação Ambiental: as grandes orientações da Conferência de Tbilisi*. Org. UNESCO. Brasília, Instituto Brasileiro de MA e dos Recursos Naturais Renováveis. Coleção MA. Série estudos educação ambiental, ed. Especial, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação; *Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química*, CNE/CES: Brasília, Parecer no 1303/2001.

CARVALHO, Isabel Cristina Moura de. *Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico*. São Paulo: Cortez, 2004.

CUNHA, Carlos Jorge da. O Programa de Gerenciamento dos resíduos laboratoriais do Depto de Química da UFPR. *Química Nova*, v. 24, no. 3, 424-427, mai/jun, 2001.

DIAS, Genebaldo Freire. *Educação Ambiental: princípios e práticas*. Gaia: São Paulo, 1998.

FREIRE, Paulo. *Educação como prática da liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

PEREIRA, Wellington S. e FREIRE, R.S. Ferro zero: uma nova abordagem para o tratamento de águas contaminadas com compostos orgânicos poluentes. *Quim. Nova*, v. 28, no. 1, 130-136, 2005

GUIMARÃES, Mauro. *A formação de educadores ambientais*. Campinas: Papirus, 2004.

HAGUETTE, Teresa Maria Frota. *Metodologias qualitativas na Sociologia*. 5 ed. Petrópolis: Vozes, 1997.

IMBROISI, Denise; MORAES GUARITÁ-SANTOS, Antonio José; SOARES BARBOSA, Samantha; EAST PONCE, Gaston Alfredo; LOOTENS MACHADO, Patrícia Fernandes. Gestão de resíduos químicos em universidades: Universidade de Brasília em foco. *Quím. Nova*, v.29, no.2, 404-409, 2006.

JACOBI, Pedro Roberto. Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. *Revista Educação e Pesquisa*, v.31, n.2, 233-250, maio/ago, 2005.

JACOBI, Pedro Roberto. *Políticas Sociais e ampliação da cidadania*. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2000.

LIMA, Gustavo. *Educação, emancipação e sustentabilidade: em defesa de uma pedagogia libertadora para a educação ambiental*. Questão Ambiental e Educação: Contribuições para o Debate. Ambiente & Sociedade, Nepam/Unicamp: Campinas, ano II, no. 5, 2º semestre, 1999.

LIMA, Gustavo. Crise ambiental, educação e cidadania. In: Layrargues, P. (Org.) *Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania*. São Paulo: Cortez, 2002.

LEFF, Enrique. *Epistemologia ambiental*. São Paulo: Cortez, 2001.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. *Trajetória e fundamentos da educação ambiental*. São Paulo: Cortez, 2004.

LEVINE, S. P.; CHANG, J. C. ; SIMMONS, M. S. ; *J. Chem. Educ.* 63, 640, 1986.

MORADILLO, Edílson Fortuna de; OKI, Maria da Conceição Marinho. Educação Ambiental na Universidade: construindo possibilidades. *Química Nova*, v. 27, no. 2, 332-336, mar/abr, 2004.

MICARONI, Regina Célia. Gestão de Resíduos em Laboratórios do Instituto de Química da UNICAMP. *Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Brasil, fev de 2002.*

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org). *Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade*. 6 ed. Petrópolis: Editora Vozes, 1996.

PALHARINI, Luciana. Conhecimento disciplinar: (im) possibilidades do discurso sobre a problemática ambiental. *Anais do II Encontro de Pesquisa em Educação ambiental*. São Carlos: UFSCar, 2003.

OBARA, Ana Tiyomi; SILVEIRA, Marcelo Pimetel; KIOURANIS, Neide Maria Michellan. *Oficinas de educação ambiental: desafios da prática problematizadora*. Enseñanza de las ciencias, número extra, 2005.

SMYTH, John.C. Environmental education: a view of a changing scene. *Environmental Education Research*, v. 1, no.1, 3-20, 1995.

SORRENTINO, Marcos. Universidade e Educação Ambiental: um estudo de caso. *Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil, 1995.*

TRISTÃO, Martha. As dimensões e os desafios da educação na sociedade do conhecimento. In: Rusheinsky, A. (Org.). *Educação ambiental: abordagens múltiplas*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

TILBURY, Daniella. Environmental Education within preservice teacher education: the priority of priorities. *Int. J. Environ. Educ. and Inform.* 11, 267, 1992.

ZUIN, Vânia Gomes; FREITAS, Denise de. Considerações sobre a ambientalização curricular do ensino Superior: o Curso de Licenciatura em Química . In: *Anais da 30ª Reunião Anual da ANPED, 2007*. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/reunioes/30ra/posteres/GT22-2994--Int.pdf>>, acessado em maio de 2009.