



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA**

FRANCIANI BECKER ROLOFF

**QUESTÕES AMBIENTAIS EM CURSOS DE LICENCIATURA EM
QUÍMICA: AS VOZES DO CURRÍCULO E PROFESSORES**

**FLORIANÓPOLIS - SC
2011**

FRANCIANI BECKER ROLOFF

**QUESTÕES AMBIENTAIS EM CURSOS DE LICENCIATURA EM
QUÍMICA: AS VOZES DO CURRÍCULO E PROFESSORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Científica e Tecnológica

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Marques

Coorientador: Prof. Dr. Santiago Francisco Yunes

FLORIANÓPOLIS - SC
2011

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

R755q Roloff, Franciani Becker
Questões ambientais em Cursos de Licenciatura em Química
[dissertação] : as vozes do currículo e professores /
Franciani Becker Roloff ; orientador, Carlos Alberto Marques.
- Florianópolis, SC, 2011.
249 p.: grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina. Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-
Graduação em Educação Científica e Tecnológica.

Inclui referências

1. Educação científica e tecnológica. 2. Meio ambiente.
3. Professores de química. 4. Formação profissional. 5.
Química Verde. 6. Universidades e faculdades - Corpo docente.
I. Marques, Carlos Alberto. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e
Tecnológica. III. Título.

CDU 37

A minha amiga, Janaina da Silva (in memoriam), que teve o sonho de se tornar mestre interrompido. Pelo privilégio de ter conhecido e pelo prazer de ter dividido um ano e meio de minha vida.

Aos meus pais, Alfonso e Vanir, e meu irmão, Leonardo, por representarem a força e o amor maior, apoiando meus sonhos, e sempre guiando meus caminhos.

Ao meu noivo, Rodrigo, pela construção de uma vida de companheirismo e cumplicidade.

AGRADECIMENTOS

A **CARLOS ALBERTO MARQUES**, o Bebeto, que além de ter sido meu professor formador durante a graduação em 2005, apostou em mim e topou o desafio de orientar-me durante o mestrado. Pelas discussões e ensinamentos, além das importantes contribuições para o desenvolvimento da pesquisa e elaboração deste trabalho. Por estar sempre me dando força, incentivo e encorajando a encarar novos desafios.

Aos **COLEGAS E AMIGOS DO GIEQ**, Bebeto, Santiago, Rejane, Fábio's, Renata, Fran, Carol e Anelise, pelas trocas e diálogo em torno das questões que regem o ensino da Química e a articulação com o meio ambiente.

A **ADRIANA LOPES LEAL**, pelo estímulo e apoio durante o processo de seleção do mestrado.

Aos professores **REJANE MARIA GHISOLFI DA SILVA, FÁBIO PERES GONÇALVES** e meu coorientador, **SANTIAGO FRANCISCO YUNES**, pelas contribuições durante a análise do projeto, assim como à professora **VÂNIA GOMES ZUIN**, por terem aceitado também fazer a leitura final do trabalho e participar da banca de defesa.

Aos **COLEGAS DA TURMA DE 2009**, que nesses dois anos dividiram momentos de construção do conhecimento, de descontração, parceria e amizade, para além das muitas incertezas e aflições.

Um agradecimento especial aos amigos **DENISE MARIA NUNES, FRANCIELE DREWS, CAROLINA DOS SANTOS FERNANDES** e **OTÁVIO BOCHECO**, pelas longas discussões e palavras de apoio quando o medo de fraquejar se fazia presente.

As “meninas superpoderosas”, **LUCIANA E KARINE**, que tive a felicidade de conhecer melhor e estreitar verdadeiros laços de amizade. Vocês foram essenciais nessa longa caminhada na busca do *ser mais*.

Aos professores do PPGECT, especialmente **VIVIAN LEYSER DA ROSA, FREDERICO FIRMO DE SOUZA CRUZ, SÔNIA MARIA S. C. DE SOUZA**

CRUZ, DEMÉTRIO DELIZOICOV e **JOSÉ DE PINHO ALVES FILHO**, pelo aprendizado proporcionado em suas disciplinas.

Ao **MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO** (MEC), pela bolsa REUNI em tempo integral.

Ao **CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO** (CNPq), pelo custeio das viagens para a construção dos dados.

Aos **PROFESSORES FORMADORES** entrevistados, pois sem a contribuição deles a pesquisa não teria sido realizada.

A minha **FAMÍLIA**, que além de meus pais e meu irmão – que são indispensáveis em minha vida –, também se completa com o apoio e o carinho de meu sogro, Osvaldo, e minha sogra, Iva. Cada qual ao seu modo contribuiu com a concretização deste trabalho.

Por fim, porém não menos especial, meu companheiro, confidente, amigo e noivo **RODRIGO**, que pela simples presença energiza minha alma e acalenta meu coração. Pela paciência e total apoio ao longo dessa caminhada chamada mestrado.

RESUMO

Este trabalho constitui-se em uma investigação acerca da inserção de questões ambientais em cursos de Licenciatura em Química de instituições de ensino superior das regiões sul e sudeste do país, num total de nove universidades e doze cursos analisados. Objetivou-se identificar indícios do tratamento de assuntos ligados ao meio ambiente e sua possível relação com a Química, em disciplinas ofertadas pelos departamentos de Química dessas instituições e que continham, em sua nomenclatura, algum termo que remetesse ao meio ambiente, tais como: ecologia, toxicologia e poluição. Para tanto, foram analisados diferentes descritores presentes nos documentos curriculares, sejam eles: ementas, planos de ensino, objetivos, programas e bibliografia das disciplinas. Partindo desse refinamento, definiu-se o recorte da pesquisa e a amostra de professores a ser entrevistada. Foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com oito professores formadores atuantes em disciplinas de cunho ambiental, nas quais se buscou identificar em que perspectivas as questões atreladas ao ambiente vêm sendo abordadas nesses cursos, além de possíveis aproximações com a Química Verde. A análise das informações qualitativas deu-se através dos procedimentos da Análise Textual Discursiva. De forma geral, apesar da maioria dos formadores reconhecerem o meio ambiente de forma reducionista, por este ser percebido de maneira *naturalista* ou ainda *antropocêntrica*, apresentaram-se outras visões que as superam. Os formadores perceberam a necessidade da inserção de outras variáveis sistêmicas no tratamento da temática ambiental, percepções *globalizantes* e de *superação do antropocentrismo*. Todavia, as questões ambientais foram reconhecidas por muitos apenas como problemas ambientais, e, nesse sentido, como sendo resultantes de substâncias e atividades químicas. Nesse aspecto, à Química foi designado o papel de remediar e também de prevenir problemas ambientais. Já com relação às perspectivas de abordagem das questões ambientais em sala de aula, o enfoque central apresentado pelos professores entrevistados foi o da *Química Ambiental*, caracterizada pela Química **do** e **no** ambiente. A importância e necessidade do trabalho concomitante às perspectivas da *Educação Ambiental* e do enfoque *Ciência-Tecnologia-Sociedade* também foram identificadas. Embora apenas um entrevistado tenha explicitamente afirmado trabalhar com a perspectiva da *Química Verde*, ou seja, da Química **para** o ambiente, associada à *Química Ambiental*, indícios e possibilidades do trabalho com os princípios balizadores daquela foram

também identificados na fala de outros professores formadores. As informações obtidas apresentam ainda indícios de que a formação inicial dos licenciandos em Química, no tocante à relação entre Química e o ambiente, é baseada em abordagens amplas e complexas, e são realizadas sob diferentes perspectivas de ensino, embora as visões reducionistas de ambiente e de ciência dos formadores acabem refletindo fortemente na prática docente.

PALAVRAS-CHAVE: Meio ambiente; Formação de professores de Química; Docência na educação superior; Química Verde.

ABSTRACT

This work was about an investigation for the integration of the environment issues into the chemistry courses, in the south and southeast Brazilian higher education institutions, in nine universities and twelve courses analyzed. The objective was to find and identify evidences of these environment subjects and its possible relation with the chemistry in the disciplines offered by the chemistry departments, which had, in his naming, a term related to the environment, such as ecology, toxicology and pollution. It was analyzed different descriptors present in the curriculum documents, such as: menus, teaching plans, objectives, programs, and bibliography. And based on that, it was defined the focus of the research and the pattern for the teachers to be interviewed. The interviews were conducted with eight former teachers, where it was identified which environmental perspectives were being addressed in these courses and how the proximity with the *Green Chemistry*. The qualitative information analysis was made through the procedures of the *Discourse Textual Analysis (DTA)*. Generally, although most teachers recognized the environment is so reductionist, being perceived only as *naturalistic* or *anthropocentric* aspects, they presented others important point of views. The trainers realized the necessity of the inclusion of other variables in the environmental theme treatment, based on the global perceptions and the anthropocentrism overcoming. However, the environment issues have been recognized by many as just environmental problems, result of the chemical activities and substances. And in this aspect, it was assigned to the chemistry, the role of cure and prevention for these problems. Regarding of talking about these issues in the classroom, the main focus was the environmental chemistry, characterized by the role of the chemistry in the environment. The importance and necessity of this work with perspectives of the *Environmental Education (EE)* with focus on *Science, Technology and Society (STS)* were also identified. Although only one interviewee has explicitly stated working with the perspective of the *Green Chemistry* (i.e. from the chemistry to the environment, associated with the environmental chemistry), evidences and possibilities to work with these principles were also identified in the speech of the others teachers interviewed. The results show indications that the undergraduates training regarding the relationship between the chemistry and the environment is wide and complex, and are being

conducted by different teaching perspectives, but the science and the environment views are strongly reflected on this practice.

KEYWORDS: Environment; Chemistry Teachers Training; Teaching in Higher Education; Green Chemistry.

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Representação percentual entre as disciplinas analisadas.....	111
GRÁFICO 2 – Representação percentual entre os grupos de disciplinas seleccionadas.....	112

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Disciplinas com denominação Ambiental ou termos afins dos cursos de Licenciatura analisados.....	113
--	------------

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATD	Análise Textual Discursiva
C&T	Ciência e Tecnologia
CFC	Clorofluorcarbono
CMMA	Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
COP	Conferência das Partes
CTS	Ciência-Tecnologia-Sociedade
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
EA	Educação Ambiental
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
GIEQ	Grupo de Investigação no Ensino de Química
HCFC	Clorofluorcarbono hidrogenado
IES	Instituição de Ensino Superior
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEC	Ministério da Educação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ONU	Organização das Nações Unidas
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias

PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PROGRAD	Pró-reitoria de Graduação
QA	Química Ambiental
QV	Química Verde
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UNESCO	Organização Educacional Científica e Cultural das Nações Unidas
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

PANORAMA E PERSPECTIVAS DA PESQUISA.....	21
1. O TEMA DA CRISE AMBIENTAL NO ENSINO E NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA.....	27
1.1. Entendimentos Acerca das Questões Ambientais.....	27
1.2. A Importância de se Compreender, Estudar e Atuar na Crise Ambiental.....	29
1.2.1. A Crise Ambiental e seus Desdobramentos.....	37
1.3. A Química e as Possíveis Relações com os Problemas Ambientais.....	45
2. A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA E AS QUESTÕES AMBIENTAIS.....	55
2.1. Aspectos Curriculares.....	56
2.2. A Formação de Professores de Química Frente à Crise Ambiental.....	59
2.3. O Ensino de Química e sua Contribuição para a Compreensão das Questões Ambientais.....	65
2.4. Os Possíveis Enfoques, Perspectivas de Abordagem e Tratamento das Questões Ambientais.....	71
2.4.1. A Química Verde: novas práticas para as atividades Químicas e seus desdobramentos no ensino.....	71
2.4.2. Avanços nos Estudos sobre a Relação Química e Ambiente.....	82
2.4.3. A Educação Ambiental e suas Perspectivas	86
2.4.4. Possíveis contribuições do Enfoque CTS para a Compreensão e tratamento de Problemas Ambientais no Ensino de Química.....	91
3. PERCURSO METODOLÓGICO.....	101
3.1. Os Critérios para a Composição da Amostra.....	101
3.2. O Universo da Pesquisa: as instituições e os cursos de Licenciatura em Química.....	102
3.3. Procedimentos para a Construção do <i>Corpus</i> de Análise....	110
3.4. A Análise Textual Discursiva: instrumento analítico.....	114

4. AS QUESTÕES AMBIENTAIS NAS VOZES DOS FORMADORES DE PROFESSORES DE QUÍMICA.....	117
4.1. Predomínio de uma Visão Restrita de Meio Ambiente.....	119
O Ambiente como Natureza.....	119
A Natureza a Serviço do Ser Humano.....	124
4.2. A Superação de Visões Restritas de Meio Ambiente.....	127
4.3. Química e Ambiente: uma relação com diferentes compreensões.....	133
Problemas Ambientais como Resultantes de Atividades Químicas.....	134
A Química como Remediadora de Problemas Ambientais...	138
Prevenção de Problemas Ambientais: a Química para além da remediação.....	145
4.4. Sinergias na Abordagem Ambiental em Sala de Aula.....	149
O Aporte da Educação Ambiental e da Química Ambiental no Tratamento de Questões Ambientais.....	150
A Importância do enfoque CTS nos Estudos sobre a Relação da Química e Ambiente.....	158
Aproximações entre Química Verde e Química Ambiental..	162
Possíveis Interfaces entre a Perspectiva da Educação Ambiental e os Enfoques da Química Verde e Ambiental....	165
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 171
 REFERÊNCIAS.....	 179
 ANEXOS	
ANEXO A – ROTEIRO DAS ENTREVISTAS.....	199
ANEXO B – PLANOS DE ENSINO DAS DISCIPLINAS.....	201

PANORAMA E PERSPECTIVAS DA PESQUISA

Esta dissertação se insere em um projeto de pesquisa mais amplo desenvolvido pelo Grupo de Investigação no Ensino de Química — GIEQ¹—, da Universidade Federal de Santa Catarina, relativo aos estudos sobre as questões ambientais e sua relação com a Química, particularmente sobre como o ensino da química e os processos de formação de professores têm tratado esse assunto.

Atualmente se vivencia o que se pode chamar de “crise ambiental”, considerando a existência de desequilíbrios sócio-políticos-ambientais em quase todos os sistemas: social, ético, educacional, político, entre outros, paralelamente às ameaças aos ecossistemas. Portanto, essa crise é mais que uma crise ecológica, pois se situa e é produto das contradições e da crise da razão e do progresso (LIMA, 2004). Segundo Lima (2004), a crise ambiental, ou socioambiental, trata-se de uma crise global que atinge todos continentes, sociedades e ecossistemas. Distingue-se no escopo dessa crise, a poluição da miséria e da riqueza, sendo que a primeira está associada à subnutrição, ausência de água potável e esgoto, falta de tratamento do lixo, de cuidados médicos, entre outros. A segunda relaciona-se com desastres em usinas nucleares, chuva ácida, patologias associadas ao excesso de alimentos, álcool, drogas e medicamentos. Logo, vislumbra-se no seio da mesma não somente aquelas questões ecológicas — essencialmente ligadas à degradação de ecossistemas, poluição hídrica e atmosférica —, mas também, e principalmente, as questões socioeconômicas e culturais a ela atreladas, como a fome, a miséria e a violência urbana, por exemplo.

Assim, essa crise ambiental parece ser inerente ao próprio modelo de desenvolvimento em vigência, que orienta e estimula o consumo, utilizando os recursos naturais não renováveis como matéria-prima e o ambiente como depósito de resíduos. É cada vez mais evidente a exploração dos bens naturais em busca do desenvolvimento científico e tecnológico, cujos produtos, infelizmente, não são disponibilizados a todos os indivíduos. Desta forma, a temática ambiental acaba se tornando o epicentro da crise global, resultante do modelo civilizatório, calcado na expansão do sistema capitalista. Em função da complexidade de fatores e interesses envolvidos, o pensar e o agir de forma preventiva frente aos problemas ambientais acabam sendo dificultados.

¹Disponível em: <<http://www.ced.ufsc.br/qmc/gieq/>>.

Contudo, nas últimas décadas, os discursos civilizatórios têm sido marcados por uma roupagem ambiental. Isso nos parece necessário ser questionado, além de passar por reflexões aprofundadas, para que não se resumam apenas a ideias, termos, conceitos, apelos midiáticos e ações superficiais, ou seja, se reduzam a um discurso moral.

É neste cenário que campanhas de conscientização são lançadas, visando, em linhas gerais, a inserção de uma nova ordem econômica que respeite a natureza, de modo que empresários e indústrias passem a demonstrar sensibilidade à preocupação (espontânea ou forçosamente), sinalizando mudanças no modo como desenvolvem suas atividades. De outra parte, as grandes potências econômicas mundiais também vêm buscando atuar no seio desta crise, ainda que lentamente e nem sempre com sucesso, como aconteceu na Conferência sobre Mudanças Climáticas das Nações Unidas (COP 15²), ocorrida em dezembro de 2009. É preciso recordar que esta tinha como principal objetivo estabelecer um acordo global de redução das emissões de gases causadores do aquecimento global, e que mesmo não tendo atingido os resultados almejados, ao menos deixou um alerta à população sobre a crise ambiental que o mundo está enfrentando, assim como suas consequências.

Convém, no entanto, destacar o papel da Química frente à geração e à prevenção e tratamento dos problemas ambientais gerados por suas atividades, uma vez que a Química tem um braço muito forte na indústria.

Em nosso país, preocupações como o desenvolvimento de pesquisas inovadoras que visem à substituição e produção de tecnologias mais limpas, e que busquem, por exemplo, a utilização de substâncias mais seguras ao ambiente, matérias-primas derivadas de recursos renováveis e materiais menos tóxicos - perspectiva essa que vem ao encontro da chamada Química Verde -, começam a ficar mais evidentes, como enfatiza Abreu *et al.* (2008), ao dizer que a Química pode ser muito útil tanto para a compreensão do seu papel individual quanto para a preservação ambiental de modo geral. Porém, reconhecemos que para isso é necessário o aumento nos investimentos voltados ao desenvolvimento de um novo pensar e de um novo fazer da Química. E isso tem implicações no seu ensino, pois muitas vezes o tratamento dado a essa temática tem se restringido apenas a citações de problemas ambientais, de modo que reflexões mais profundas — no que

² Disponível em: <<http://en.cop15.dk/>>.

diz respeito às questões ambientais e sua relação com a Química — não são favorecidas. Assim, esta ciência necessita discutir e buscar colaborar com as soluções para os problemas ambientais, alcançando, assim, um novo paradigma³, em que o ensino de Química seja voltado para um futuro sustentável, integrado ao meio ambiente e ao desenvolvimento econômico (FIEDLER *et al.*, 2005).

Nunca é demais repetir que essa crise tem colocado em risco a própria manutenção da vida em nosso planeta. As necessidades globais, assim como sua sustentabilidade, refletem a importância de um novo pensar na formação dos químicos, exigindo uma nova profissionalidade docente. Logo, os formadores precisam estar preparados e preocupados com o atendimento a essas questões atreladas a crise ambiental, dado que ações voltadas à preservação do meio ambiente são esperadas nas atividades de pesquisa e atuação industrial dos químicos, o mesmo ocorrendo para os professores no contexto da escola básica. E para que isso aconteça são necessários investimentos na formação docente.

Nossa pesquisa parte do pressuposto que essas questões ambientais são importantes tanto socialmente quanto para a ciência em geral, e a Química em particular. De modo que buscamos investigar em que perspectiva as questões de cunho ambiental vêm sendo tratadas na formação inicial de professores de Química, em componentes curriculares de Química Ambiental ou afins, em cursos das regiões sul e sudeste do país. Para tanto, trabalhamos com a análise do currículo, por considerar que este oferece indícios suficientes para a análise e discussão acerca da formação inicial de professores, relativamente às questões que investigamos.

Como afirma Leal (2002), as dificuldades encontradas na articulação dos conhecimentos químicos à temática ambiental podem ser reflexos da ausência de discussões acerca das questões ambientais nos cursos de formação de professores de Química, dado que, quando ocorrem, recebem um enfoque predominantemente técnico, com assuntos muitas vezes descontextualizados, e, com muita probabilidade, assentados num processo de transmissão de conteúdos. Do mesmo modo, segundo Pereira e Cols. (2009), o ensino proporcionado em algumas instituições de ensino superior ainda é insuficiente para uma formação abrangente e que dê conta do tratamento e abordagem da relação entre os fenômenos químicos e as questões ambientais, e a

³ O termo paradigma aqui se refere ao desenvolvimento de um novo modelo, não estando relacionado aos conceitos de paradigma e suas rupturas, utilizado por Thomas Kuhn.

preparação ainda é insuficiente para a formação de cidadãos críticos perante os problemas ambientais.

Neste sentido, a prática docente também sugere a necessidade de se investir nos processos de sua formação no que diz respeito às questões ambientais, pois pesquisas, como a apresentada por Da Silva (2007), apontam que os professores:

- Apresentam dificuldades em articular os conteúdos específicos das disciplinas com os conhecimentos ambientais em atividades demandadas de suas práticas pedagógicas com base na “transversalidade” como prescreve os PCN.
- Demonstram carências sobre o domínio e a compreensão de conhecimentos inerentes à educação ambiental, e dificuldades para enfrentar o desafio da complexidade em lidar com as noções de disciplinaridade, interdisciplinaridade e transversalidade.
- Apresentam dificuldade de contextualização da temática ambiental às especificidades sócio-culturais locais.
- Demonstram possuir dúvidas quanto à compreensão sobre a educação ambiental para o estabelecimento de uma sociedade que leve em consideração a equidade social, a prudência ecológica e o desenvolvimento econômico (*Ibidem*, p. 1).

Esses apontamentos refletem as dificuldades encontradas no trabalho com questões ambientais, tanto no contexto do ensino superior quanto no básico, e são resultantes do modelo de formação em vigência.

Nessa perspectiva é que buscamos desenvolver uma investigação sobre o tratamento dado às questões ambientais nos currículos de cursos de Licenciatura em Química, em algumas Instituições de Ensino Superior (IES) das regiões sul e sudeste. Com isso, analisamos os documentos curriculares — dentre eles os planos de ensino, as ementas, os objetivos, os programas e os referenciais bibliográficos — das disciplinas oferecidas pelos departamentos de Química das instituições selecionadas, cuja nomenclatura apresentava a palavra ambiental ou algum termo afim, ou seja, que remetesse ao ambiente, como ecologia, poluição e toxicologia, por exemplo. Buscamos discutir os enfoques

adotados nos estudos das questões ambientais, bem como a relação entre as visões de ciência e meio ambiente presente nesses indicadores. A discussão foi complementada com a visão de alguns professores formadores⁴ desses cursos, através de entrevistas semiestruturadas.

Considerando os pressupostos, objetivos e destaques anteriormente feitos, buscamos respostas para a seguinte questão investigativa:

Em que perspectiva as questões ambientais vêm sendo abordadas em componentes curriculares de Química Ambientais e afins em cursos de Licenciatura em Química das regiões sul e sudeste do Brasil?

Objetiva-se, então, com este estudo:

Investigar e analisar as perspectivas adotadas na abordagem de questões ambientais indicadas pelos professores formadores e nos documentos curriculares que orientam componentes curriculares de Química Ambientais e afins em cursos de Licenciatura em Química das regiões sul e sudeste do Brasil e suas aproximações com a perspectiva da Química Verde.

E mais especificamente:

- *Identificar a presença de conteúdos relativos a questões ambientais em componentes curriculares de Química Ambientais e afins em cursos de Licenciatura em Química das regiões sul e sudeste do Brasil.*
- *Discutir as possíveis abordagens no tratamento às questões ambientais explicitadas pelos professores formadores e documentos curriculares das componentes curriculares analisadas, à luz das perspectivas da Química Ambiental, Educação Ambiental e da Química Verde.*
- *Levantar e discutir as visões de ciência e de meio ambiente, expressas pelos professores formadores, assim como nos documentos curriculares das componentes curriculares de interesse, tomando como referência o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade.*

⁴Optamos, em nosso trabalho, por utilizar a expressão “professor formador”, quando nos referirmos exclusivamente aos professores entrevistados que atuam nos cursos de Licenciatura analisados.

A partir das motivações expressas, as interlocuções teóricas se darão a luz de aspectos (inter)relacionados à Química Verde, à Química Ambiental, à Educação Ambiental, do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), assim como suas aproximações à Abordagem Temática à luz de Paulo Freire, favorecendo, dessa forma, a análise das informações obtidas na investigação. Todavia, considerando o nosso instrumento de análise — Análise Textual Discursiva —, outras perspectivas ou categorias teóricas também podem emergir no processo analítico (MORAES, 2003; MORAES; GALIAZZI, 2006).

Portanto, no intuito de responder à questão de pesquisa e atingir os objetivos delineados, a dissertação está estruturada da seguinte forma:

No primeiro capítulo buscamos apresentar o nosso e outros entendimentos sobre a crise ambiental e a sua relação com a Química, bem como apresentar e discutir como a área da Química vem enfrentando essas questões no contexto das pesquisas e da formação científica.

O segundo capítulo discute a importância da abordagem dessa temática em cursos de formação de professores de Química e no ensino desta, à luz das produções e experiências científicas relacionadas a essa temática. Desta forma, apresentamos e discutimos alguns referenciais teóricos que auxiliaram na análise e interpretação dos dados.

Em seguida, no terceiro capítulo, são descritos os aspectos metodológicos e analíticos da pesquisa, os caminhos percorridos no levantamento das informações e a descrição dos cursos analisados.

O quarto capítulo expõe a análise das informações, referente às entrevistas realizadas com professores formadores das Instituições de Ensino Superior que compõem a amostra, além dos documentos dos cursos de Licenciatura em Química selecionados.

E por fim, na quinta parte do trabalho, são apresentadas algumas considerações a respeito da investigação.

1. O TEMA DA CRISE AMBIENTAL NO ENSINO E NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA

No intuito de compreendermos melhor algumas das principais questões envolvidas nos debates acerca da “crise ambiental” planetária e as possíveis relações desta com a Química, trazemos a seguir algumas discussões que julgamos significativas e que estão presentes na literatura. Com isso, assumimos que projetos educativos — como são os currículos escolares — que contemplem as questões ambientais devam fazer parte de processos formativos, tanto no ensino básico quanto no superior. Julgamos que, além de informar, é fundamental que se criem situações e atividades educativas que resultem em mudanças atitudinais individuais e coletivas, baseadas em uma ampla formação científica, frente às questões sociais, políticas, econômicas, culturais e ambientais, relacionadas à sobrevivência do planeta.

1.1. ENTENDIMENTOS ACERCA DAS QUESTÕES AMBIENTAIS

Romper com a visão da perda do Éden e com o distanciamento homem-natureza parece ser a condição para entender a base do que se denomina crise ambiental (Nicolai-Hernández; Carvalho, 2006, p. 130).

Iniciamos esta discussão relativa aos entendimentos sobre a chamada “crise ambiental” particularmente sobre a sua relação com a Química, partindo da citação de Nicolai-Hernández e Carvalho, pois esta traduz, em certa medida, nossa concepção sobre o tema. Nela fica evidente a necessidade da superação de uma visão naturalista de meio ambiente para uma melhor compreensão e, quiçá, uma consequente e mais apropriada atuação nos diferentes aspectos envolvidos nessa crise. Nesse tipo de concepção, o meio ambiente é considerado sinônimo de natureza, com questões ambientais restritas aos aspectos naturais do ambiente, focando na preservação da fauna, flora e dos recursos naturais, onde o ser humano⁵ é excluído do meio (REIGOTA, 1997).

⁵ O termo **ser humano** será utilizado ao longo do texto referindo-se aos indivíduos em geral, não fazendo, assim, distinções de gênero.

A representação que cada indivíduo ou grupo possui acerca do meio ambiente está diretamente associada à maneira com que irá compreender e atuar na crise ambiental (CORTES JUNIOR, 2008), além da forma de se relacionar com o meio. Seu entendimento pode influenciar no tratamento das questões que o envolvem, o que implica também em decisões, conscientes ou não, sobre questões de ordem econômica, política, pedagógica, ética e cultural, por exemplo.

Portanto, adotamos aqui uma compreensão mais abrangente sobre o termo “questões ambientais”, pois, para nós, tais questões não devem expressar uma visão reducionista e naturalista de meio ambiente. Assim sendo, adotar-se-á em nosso trabalho uma visão de meio ambiente chamada globalizante (REIGOTA, 1997), dado que o meio ambiente é caracterizado, substancialmente, pelas relações **entre** a sociedade e a natureza, e onde os indivíduos encontram-se inseridos.

Dada a amplitude do termo “questões ambientais”, em nossa investigação o tomamos não só para designar aspectos que vão para além de temas, problemas, assuntos, experiências e ações humanas, mas também para se referir aos impactos ambientais oriundos dessas atividades. Incluem-se nessas questões principalmente aspectos holísticos, dada a relação entre concepções políticas, históricas, educacionais, éticas e sociais envolvidas nas temáticas ambientais. É impossível, então, dicotomizar dessas questões os problemas, a crise e as emergências ligadas ao ambiente, dentre as quais chamamos a atenção para as dimensões educativas e da ciência Química, a qual se ocupa essencialmente das transformações da matéria.

A compreensão e enfrentamento dessas questões estão associados à complexidade dos sistemas e compartimentos ligados à natureza, bem como, e principalmente, à relação ser humano/natureza. Dada a notória complexidade dessa temática, torna-se necessário o emprego de conhecimentos das várias áreas do saber em seu estudo e tratamento. Por fim, consideramos como questões ambientais não apenas aqueles assuntos ou temas ligados à poluição do meio natural, mas também as ocupações territoriais desordenadas; problemas de saúde, como doenças e viroses, e o alcoolismo, por exemplo. E, do mesmo modo, todas as ações informativas, comunicativas e educativas realizadas na reflexão do tema.

1.2 A IMPORTÂNCIA DE SE COMPREENDER, ESTUDAR E ATUAR NA CRISE AMBIENTAL

Uma consequência grave dos problemas ambientais é que hoje a humanidade vive sobre certo grau de incerteza sobre a vida do planeta. Pesquisas, e em certa medida também a mídia — através dos meios de comunicação, como a TV, o rádio, os jornais e a internet —, têm mostrado frequentemente os danos ambientais causados pelo modelo de desenvolvimento em vigência, em particular sobre as atividades produtivas e o nosso padrão de consumo (ABREU *et al.*, 2008). Convive-se diariamente com aspectos e assuntos relacionados a essa problemática, a exemplo do aquecimento global, da crise energética, da poluição atmosférica, dos solos e das águas, a chuva ácida, as queimadas, os desmatamentos, a diminuição dos recursos naturais, o desemprego, as epidemias, a miséria, o tráfico e consumo de drogas, os conflitos territoriais, entre tantos outros.

Como dissemos anteriormente, tais problemas teriam origem principalmente no tipo de relação estabelecida entre os seres humanos e o mundo físico e biótico, relações essas orientadas por prioridades individuais ou corporativistas, por valores e interesses que não levam em consideração os outros seres vivos, as outras pessoas e tampouco as futuras gerações (MORAES, 1998).

Os sintomas dessa crise tornaram-se ainda mais evidentes nos anos 60 do século passado, impulsionados pelo acelerado desenvolvimento econômico, industrial e agrícola, refletidos no uso intenso de novos meios de produção e a escalada do consumo, gerando processos de degradação ecológica e destruição ambiental (LEFF, 2008). Merece destaque nesse período histórico o lançamento do livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), da bióloga Rachel Carson (CARSON, 1962), considerada a mais importante, se não a primeira, obra publicada que expôs os efeitos nocivos do uso indiscriminado de alguns produtos químicos como o DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano). A obra tornou público o impacto da indústria química, ajudando a desencadear uma mudança de postura dos Estados Unidos e de outros países do mundo em relação aos pesticidas e poluentes. A denúncia se tornou um marco na revolução ambientalista e despertou um movimento em torno à consciência ecológica.

Esse período foi também marcado pela realização de eventos mundiais voltados à temática ambiental, nos quais se discutiram

propostas sobre a proteção e preservação ambiental, debatendo-se sobre a necessidade da proteção dos recursos naturais e da relação dos seres humanos com a natureza.

Como acentuado a pouco, o crescimento econômico e o desenvolvimento tecnológico no planeta têm proporcionado benefícios à sociedade, paralelamente a várias conseqüências devastadoras ao ambiente. A esse respeito, Dias (1998) expõe que as “[...] desigualdades entre pobres e ricos nos países, e entre países, estão crescendo, e há evidências de crescente deterioração do ambiente físico, numa escala mundial.” (p. 58). Ressalta-se que, apesar dessas condições serem causadas por uma minoria de países, suas conseqüências são sentidas por toda a humanidade. Em busca de soluções para estes e outros problemas a eles atrelados, é que os movimentos e as conferências ambientais mundiais — datadas desde a década de 60 do século passado — vêm sendo realizados.

No ano de 1968 foi fundado o chamado Clube de Roma, uma organização não governamental formada por representantes de vários países, que tinha por objetivo analisar a situação mundial e apresentar previsões e possíveis soluções para o futuro. No ano de 1972 é publicado, pelos membros participantes do Clube, um relatório intitulado “Os Limites do Crescimento”, que tratava de problemas para o futuro da humanidade, como a poluição, energia, saneamento, ambiente, crescimento populacional, entre outros; denunciava os limites da exploração do planeta assim como sua fragilidade. Naquele mesmo ano foi realizada a Conferência de Estocolmo, nomeadamente Conferência da Organização das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, reconhecida como um marco para as discussões sobre desenvolvimento e meio ambiente, a qual apontou a necessidade do desenvolvimento de políticas ambientais. Nesse evento, reconheceu-se a necessidade do desenvolvimento da Educação Ambiental (EA) como um esforço na busca por melhorias na qualidade ambiental (MORADILLO; OKI, 2004).

Em 1975 foi promovida pela Organização Educacional Científica e Cultural das Nações Unidas (UNESCO) a Conferência de Belgrado, que teve como tema principal a necessidade do desenvolvimento de uma nova ética global que desse fim à pobreza, fome, poluição e exploração humana, servindo para definir as diretrizes para o programa de Educação Ambiental mundial. Ao final do encontro foi elaborada a Carta de Belgrado, cujo texto apresentava as premissas mais importantes relativas ao tratamento das questões ambientais, e sugeria também a

criação de um Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA), buscando aumentar a qualidade de vida das gerações presentes e futuras.

Posteriormente, no ano de 1977, foi realizada também pela UNESCO, em cooperação com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a 1º Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, conhecida como Conferência de Tbilisi. É considerado um dos principais eventos sobre Educação Ambiental já ocorrido. Dele saíram as definições, objetivos, princípios, características, funções, estratégias e, por fim, recomendações para a Educação Ambiental. “Considerando os problemas que o meio ambiente impõe à sociedade contemporânea e levando em conta o papel que a educação deve desempenhar para a compreensão de tais problemas [...]” (DIAS, 1998, p. 63), a declaração produzida no encontro recomenda a adoção de alguns critérios (41 no total) que poderiam contribuir para o desenvolvimento da EA.

Quase dez anos depois, promovida pelas Nações Unidas, ocorreu na Áustria a Convenção de Viena, onde se discutiram e firmaram-se compromissos com a proteção da Camada de Ozônio. Apenas 20 países, incluindo o Brasil, participaram da convenção, que teve como objetivo desenvolver a cooperação entre os países representantes, na troca de informações, investigações e observações que pudessem contribuir com o aumento de conhecimentos a respeito dos efeitos das atividades humanas sobre a camada de ozônio e as consequências que esta ação poderia trazer à saúde humana e ao planeta como um todo. Os estudos apresentados comprovaram a diminuição da camada de ozônio, dado que foram identificados “buracos na camada”, e que os danos causados a ela poderiam se tornar irreversíveis caso não houvesse uma ação conjunta dos países para a diminuição de tais alterações⁶. Contribuiu de modo particular para se chegar a estas considerações as pesquisas de Paul Crutzen, que em 1995 ganhou o Prêmio Nobel de Química por ter desenvolvido a teoria do Antropoceno⁷.

⁶ Informações disponíveis em: <http://www.onu-brasil.org.br/doc_ozonio.php>. Acesso em: 04/06/2010.

⁷ Teoria construída para demarcar uma nova era geológica, cujo nome expressa simbolicamente a grande influência das atividades antropocêntricas. Seus estudos comprovam a existência de um “buraco” na camada de ozônio, que tem crescido marcadamente desde a revolução industrial. Paul Crutzen, especialista em Química da atmosfera, trabalha atualmente no Instituto de Física Ambiental da Universidade de Bremen, Alemanha (Green, 19, 2010). O artigo está disponível na rede em: <http://www.incaweb.org/green/n0019/pdf/Green19_intervista.pdf>.

Ainda na sequência dos eventos mundiais relativos à temática ambiental, aconteceu em Moscou, em agosto de 1987, a Conferência Internacional sobre Educação e Formação Ambiental, na qual se discutiram os progressos e as dificuldades encontrados para a implantação da Educação Ambiental, reafirmando os objetivos e princípios orientadores propostos pela Conferência de Tbilisi em 1977. Destacou-se das demais conferências pela criação de um quadro teórico-metodológico para a efetivação da EA (MORADILLO; OKI, 2004), onde seus objetivos deveriam levar em consideração as realidades econômicas, sociais e ecológicas de cada sociedade, e na qual se traçaram prioridades, estratégias e recursos instrucionais a serem utilizados.

Naquele mesmo ano, também organizado pelas Nações Unidas, ocorreu em Montreal, no Canadá, um fórum mundial intitulado Protocolo de Montreal, que teve como objetivo discutir os efeitos e traçar metas de produção e redução de emissão de gases como os CFCs (clorofluorcarbono), HCFCs (clorofluorcarbonos hidrogenados) e os halocarbonos, considerados os principais agentes responsáveis pela degradação da camada de ozônio (MOREIRA, 2009). Dessa reunião resultou um acordo internacional, o “Tratado de Montreal”, que passou a regular a produção e o consumo de produtos que pudessem destruir a camada de ozônio e que entrou em vigor em 1989, prevendo a erradicação total desses gases até 2010.

Assim, grande parte das discussões geradas em função da degradação ambiental configurou uma estratégia que resultou, em 1987, na publicação do documento intitulado “Nosso futuro comum”, também conhecido como Relatório Brundtland, elaborado pela Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento. É um relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) que tratava da sustentabilidade ambiental do planeta (CMMA, 1991), um marco institucional e que tem servido de referência a muitos estudos acadêmicos e ações governamentais nessa temática.

Outra importante reunião, promovida em 1992 pela ONU, foi a 2ª Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro e também conhecida como Conferência de Cúpula da Terra, Eco-92 ou Rio-92, em que novamente foram discutidos e tratados os problemas que colocavam em risco a sobrevivência no planeta Terra. Nesta conferência foi elaborado um documento, a “Convenção-Quadro sobre Mudanças do Clima”, em que os 190 países participantes reconheceram os danos

causados pelo ser humano ao meio ambiente, que a preservação do planeta é de responsabilidade de toda a nação mundial e que os principais vilões ao futuro do planeta eram as mudanças climáticas e o efeito estufa (NOVAES, 1992).

Dois outros documentos também foram elaborados: a Carta da Terra, que consistia em recomendações para obtenção de uma melhor convivência com o Planeta Terra, sendo, portanto, um conjunto de princípios e valores que deveriam orientar as ações dos Estados e da Sociedade visando o desenvolvimento sustentável⁸, e a Agenda 21, que se tratava de um protocolo contendo uma lista de propostas de ações de caráter social, econômico e ambiental, visando à preparação para uma convivência harmoniosa e autossustentável das nações e sociedade para com o meio ambiente, no século 21 (MOREIRA, 2009).

No ano de 1997 ocorreu na Grécia a Conferência de Thessaloniki, e no Japão o Protocolo de Kyoto. A primeira, organizada pela UNESCO e pelo governo da Grécia, deu continuação aos trabalhos realizados tanto na Conferência de Tbilisi sobre EA quanto na Rio-92 sobre a sustentabilidade do planeta. Foi adotada pelos participantes do fórum a “Declaração de Thessaloniki” que discutiu o papel crítico da educação para o alcance do desenvolvimento sustentável, a contribuição da EA para a divulgação e aplicação de um modelo de crescimento autossustentável, além de prover informações para o desenvolvimento do futuro programa de trabalho da Comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Já o Protocolo de Kyoto, também conhecido como a 3ª Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, tratava de um acordo em que os países industrializados do norte (desenvolvidos) estabeleciam metas para a redução na emissão do dióxido de carbono (CO₂) e outros gases causadores do aquecimento global e do efeito estufa (MOREIRA, 2009). O Protocolo deveria entrar em vigor no ano de 2004, porém o acordo não contou com o apoio dos Estados Unidos, que alegou serem tais medidas antipoluidoras prejudiciais à sua economia, desligando-se assim do protocolo em 2000. Cabe ressaltar que os Estados Unidos é o país responsável por cerca de um terço da emissão dos poluentes do planeta, prejudicando assim, os objetivos do protocolo.

⁸

Informações disponíveis em:
<http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/arquivos/carta_terra.doc>.

Acesso em

05/06/2010.

Na África do Sul, em 2002, ocorreu em Johannesburgo a Rio+10, chamada Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Foi o segundo encontro da ONU a discutir o uso dos recursos naturais sem ferir o ambiente e que teve como objetivo discutir as soluções propostas na Agenda 21, fazendo-se um balanço nas ações voltadas ao meio ambiente realizadas após uma década da Rio-92. Nela, segundo Moradillo e Oki (2004), foi possível constatar:

[...] a necessidade de todas as nações se engajarem na tarefa de preservação do nosso planeta, assumindo as responsabilidades que cabem a cada uma delas, visando o cumprimento efetivo de compromissos já assumidos (p. 333).

Foi destacada ainda a dificuldade de certos países em reconhecer sua responsabilidade quanto aos problemas ambientais e da necessidade de se implantar medidas de proteção ambiental.

Em 2009, aconteceu em Copenhague a 15ª Conferência do Clima (**COP-15**), que contou com a participação de 193 países. O evento teve como principal objetivo estabelecer metas de emissões de gases, inclusive para as nações mais pobres, dado que o Protocolo de Kyoto previa metas apenas aos países desenvolvidos. Assim como em 1997, China e novamente os EUA — maiores emissores de gases responsáveis pelo aquecimento global (MOREIRA, 2009) — foram os países que criaram maiores problemas para o acordo climático.

Em uma breve cronologia das conferências mundiais que discutiram a situação do clima no mundo, aponta-se como a primeira delas, a **COP-1** (Conferência das Partes), ocorrida em 1995, em Berlim, na Alemanha. Nela se definiram os compromissos legais de redução de emissões, que fariam parte do Protocolo de Kyoto. No mesmo ano, foi divulgado o segundo relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

Em Genebra, na Suíça, no ano de 1996, aconteceu a **COP-2**, na qual se definiu que os relatórios do IPCC regulariam as decisões futuras. A **COP-3**, convenção em que foi firmado um amplo acordo de caráter ambiental — o já citado Protocolo de Kyoto —, ocorreu em 1997. Na **COP-4**, em 1998, iniciaram-se as discussões acerca de um cronograma para implementar o Protocolo de Kyoto, sendo realizada em Buenos Aires, na Argentina. No ano seguinte, na cidade alemã de Bonn, durante

a **COP-5** deu-se continuidade às discussões de implementação do protocolo. A cidade de Haia, na Bélgica, sediou a **COP-6**, em 2000, e foi marcada pelo abandono do maior poluidor do mundo, os Estados Unidos, pondo assim em risco os efeitos almejados pelo Protocolo de Kyoto.

No ano de 2001, a **COP-7** foi realizada extraordinariamente, sob convocação do IPCC para a apresentação do terceiro relatório, que tornou mais evidente a interferência do ser humano nas mudanças climáticas; esta conferência foi realizada no Marrocos, em Marrakesh. Em Nova Déli, na Índia, no ano seguinte, aconteceu a **COP-8**, na qual a questão do desenvolvimento sustentável passou a entrar em foco, além da solicitação de medidas mais objetivas para a redução nas emissões. Os países entraram em acordo sobre as regras do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que havia sido criado também durante a COP-3. A **COP-9** foi realizada em 2003 em Milão, na Itália, na qual se discutiram assuntos relacionados às florestas. Foi nessa convenção que as diferenças entre os países industrializados e o resto do mundo ficou mais evidente. Em 2004, Buenos Aires foi novamente a anfitriã do evento, ao receber a **COP-10**, na qual se discutiram os novos compromissos de longo prazo a serem realizados a partir de 2012 (prazo em que vencerá o primeiro período do Protocolo de Kyoto). A 11ª Conferência do Clima (**COP-11**) foi realizada em Montreal, na Canadá, na qual se ressaltou que o Brasil, a China e a Índia passaram a ser também importantes emissores de gases poluentes na atmosfera, destacando-se assim a necessidade de um amplo acordo internacional, ajustado à nova realidade mundial.

Em Nairóbi, no Quênia, em 2006, foi realizado a **COP-12**, em que o Brasil apresentou uma proposta para um mecanismo de incentivo financeiro à manutenção das florestas, o Redd (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação). Nesse mesmo ano foi lançado na Inglaterra um estudo econômico complexo e abrangente sobre os prejuízos causados pelo aquecimento global, o “Relatório Stern”, que teve grandes repercussões durante a conferência. Na **COP-13**, ficou acordado que seria criado um fundo de recursos para países em desenvolvimento que concordassem em diminuir suas emissões de gases responsáveis pelo aquecimento global, as Ações de Mitigação Nacionalmente Adequadas (Namas). Nesta conferência, realizada no ano de 2007 em Bali na Indonésia, foi criado o “Mapa do Caminho” que continha pilares para facilitar a assinatura de um compromisso

internacional em Copenhague, para as negociações a respeito do clima nos próximos dois anos.

Por fim, na 14ª Conferência do Clima (**COP-14**), de 2008, ocorrida na Polônia, na cidade de Poznan, o Brasil lançou o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), que continha metas de reduções também para desmatamentos florestais. Apresentou o Fundo da Amazônia, iniciativa de captação de recursos para projetos de combate ao desmatamento, conservação e uso sustentável daquela região. Deu-se continuidade também aos direcionamentos que visavam um amplo acordo sobre a emissão de gases, a ser realizado em Copenhague no ano seguinte, como comentado anteriormente e que não obteve o sucesso esperado⁹.

A partir dessa breve cronologia de eventos mundiais, que discutiam questões ambientais planetárias, é possível perceber o quanto esse tema está no centro das preocupações das nações. É nesse cenário que tem origem e cresce a importância dos movimentos ambientalistas, que vêm desenvolvendo ações em defesa do ambiente. Estes têm colaborado através de mobilizações e eventos realizados no mundo ao longo dos anos, independentemente de questões teóricas e das visões — ingênuas ou mais críticas — que possam apresentar sobre determinados temas relacionados ao meio ambiente. Em outras palavras, vêm contribuindo para evidenciar ainda mais a necessidade de se desenvolver atitudes e posturas para um futuro sustentável do planeta, além de colaborar na elaboração das novas legislações ambientais ou no seu aprimoramento.

A mobilização de instituições, organismos e movimentos sociais nos mostram que a crise ambiental envolve questões que não são simples de serem resolvidas, que exigem grandes esforços para mudar, principalmente nos sistemas políticos, econômicos e educacionais. Políticos, pela necessidade do desenvolvimento de novas legislações, política de investimentos em alternativas ecossustentáveis e ainda em fiscalização. Econômicos, no repensar as bases do sistema capitalista, dado que incentiva o consumo desenfreado e a produção baseada em insumos não renováveis. E, por fim, educacional, para promoção de transformações na consciência e práticas dos indivíduos.

Para uma melhor compreensão dos muitos aspectos associados à crise ambiental, se faz necessário uma discussão a seu respeito.

⁹As informações acerca das Conferências das Partes foram obtidas no Portal Eletrônico do Ministério da Ciência e Tecnologia, e estão disponíveis em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/27182.html#lista>>. Acesso em: 04/06/2010.

1.2.1. A CRISE AMBIENTAL E SEUS DESDOBRAMENTOS

Como os sinais da crise ambiental se tornaram mais evidentes entre as décadas de 60 e 70 do passado século, novas características e dimensões ampliadas dos aspectos envolvidos nas questões ambientais passaram a ser reveladas (LIMA, 2004). Dada a sua notória complexidade, ficou cada vez mais evidente a necessidade do emprego do conhecimento de várias áreas, seja para melhor compreendê-la, seja para o seu tratamento. Desta forma, para buscar soluções para a crise ambiental é preciso o desenvolvimento de um novo pensar a respeito das estruturas sociopolíticas, que resultem num redirecionamento a uma vida ambientalmente sustentável.

Para Leff (2008), a degradação ambiental “se manifesta como sintoma de uma crise de civilização, marcada pelo modelo de modernidade regido pelo predomínio do desenvolvimento da razão tecnológica sobre a organização da natureza” (p. 17). O autor parece afirmar que a problemática ambiental surge, então, como o sinal mais eloquente da crise da racionalidade econômica que conduziu o processo de modernização nas últimas décadas do século XX. Defende que é preciso o desenvolvimento de estratégias que levem em consideração a variável ambiental, tornando-se necessária uma ruptura com o racionalismo econômico que nega a natureza, para que seja possível a promoção de um desenvolvimento sustentável.

De acordo com Lima (2004), perspectivas como a apresentada por Leff tendem a reduzir as questões ambientais a problemas estritamente ecológicos, que não enfatizam a necessidade da incorporação das dimensões sociais, éticas, culturais, científicas e políticas ao fenômeno natural, excluindo assim, fatores indispensáveis à compreensão e à resolução dos problemas ambientais. Portanto, sob esse prisma, resulta em uma visão unilateral da questão ambiental, que fragmenta a realidade para explicar a totalidade através de uma de suas partes. Torna-se, então, necessário o entendimento da complexidade das questões ambientais para além desse reducionismo — somente a uma de suas dimensões —, pois abordagens ecologistas ou tecnicistas, individualistas e comportamentalistas, acabam por destacar somente os efeitos mais aparentes dos problemas ambientais e desprezar suas causas mais profundas, como os sistemas que as originam, tais como o produtivo, o político e, principalmente, o econômico. Sem desprezar

ainda a contribuição e importância dos sistemas, como o da ciência e da tecnologia.

O Relatório Brundtland, produzido em 1987, trouxe um abrangente panorama mundial a respeito das questões ambientais daquele período e apresentou uma preocupação com a sustentabilidade do planeta, definindo o desenvolvimento sustentável como “um processo que permite satisfazer as necessidades da população atual sem comprometer a capacidade de atender as gerações futuras” (CMMA, 1991, p.46).

Em termos gerais, o desenvolvimento sustentável foi descrito neste documento como uma tentativa de superar as limitações que a tecnologia e a organização social impõem sobre o meio ambiente, definindo objetivos que levassem em consideração tanto variáveis econômicas quanto sociais. Para tanto, se tornaria necessário a utilização consciente dos recursos renováveis e também dos não renováveis, a fim de não se chegar a seus limites; buscar a conservação de espécies animais e vegetais e também procurar minimizar os impactos sobre a qualidade da água, do ar e outros elementos naturais, visando sempre as necessidades futuras. Uma das grandes preocupações para que ocorra um desenvolvimento sustentável, apresentada no documento *Nosso futuro comum* (CMMA, 1991), era a necessidade de superação da pobreza, pois todas as pessoas deveriam ter possibilidades para melhorar suas condições de vida a partir do atendimento de suas necessidades básicas, assegurando oportunidade a todos, em vista que:

A pobreza reduz a capacidade das pessoas para usar os recursos de modo sustentável, levando-as a exercer maior pressão sobre o meio ambiente. A maioria dos pobres absolutos vive nos países em desenvolvimento: em muitos deles, essa pobreza foi agravada pela estagnação econômica dos anos 80. Uma condição necessária, mas não suficiente, para a eliminação da pobreza absoluta é o aumento das rendas *per capita* no Terceiro Mundo (CMMA, 1991, p.53).

De acordo com esse raciocínio, para a diminuição da pobreza seria preciso aumentar ainda mais o desenvolvimento econômico, principalmente nos países em desenvolvimento, e que as nações industrializadas passassem a orientar o crescimento de suas atividades

com um menor consumo de energia e de matérias-primas. Layrargues (1998) critica esta posição, pois para melhorar o padrão das pessoas, e a vida dos mais pobres, mantendo-se o atual padrão de desenvolvimento e progresso, torna-se necessário um aumento no consumo de energia, destacando que se todos os povos adotassem o modelo de vida norte-americano, o planeta entraria em colapso. Desaprova também a postura da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMA), pois seu documento desconsidera os danos ambientais advindos do consumismo desenfreado dos países de primeiro mundo, principalmente no que se refere ao consumo energético. Aponta que a equivalência entre os padrões de consumo do hemisfério norte e sul do planeta dar-se-ia aumentando o consumo no terceiro mundo e diminuindo-o no primeiro mundo, fator que, segundo o autor, não foi citado no Relatório Brundtland. Para a referida Comissão, o equilíbrio se daria sem que as grandes potências mundiais precisassem participar desse esforço mútuo de restrição ao consumo, acobertando, assim, os danos ambientais vindos do hiperconsumo. O autor frisa ainda que o Relatório aposta nos avanços tecnológicos como condição de desenvolvimento dos países de terceiro mundo, porém desconsidera que o esgotamento dos recursos ambientais se dá em função dos padrões de consumo. Logo, Layrargues discorda da proposição de desenvolvimento sustentável oferecida pela CMMA, principalmente por acreditar que as camadas mais pobres da população não terão facilmente acesso a essas novas tecnologias.

Analisado nesta perspectiva, o Relatório Brundtland parece se aproximar de em uma visão salvacionista de ciência e tecnologia (C&T), que Auler (2007) chama de modelo linear de progresso. Em tal modelo, o desenvolvimento científico é o que gera o desenvolvimento tecnológico que, por sua vez, gera o desenvolvimento econômico, e este, finalmente, o desenvolvimento social. Para o pesquisador é necessário superar esta visão reducionista e ingênua de neutralidade da ciência e da tecnologia, transpondo a visão acrítica das interações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), pois a mesma desconsidera a interação entre os seres humanos e suas relações e influências sociais no desenvolvimento.

A própria ideia de sustentabilidade também precisa ser problematizada, pois nos parece que seja impróprio se apoiar em uma perspectiva de neutralidade em relação ao modo de produção capitalista, o qual visa o lucro independentemente das necessidades primárias das pessoas, que incentiva o consumo desenfreado — inclusive de coisas

supérfluas, dispensáveis à sobrevivência do ser humano —, que estimula e fundamenta-se num mercado que promove o desenvolvimento baseado no industrialismo, aspectos estes que podem vir na contramão dos objetivos de um desenvolvimento sustentável. Enfim, é necessário situar a sustentabilidade a partir de um modelo econômico, um modo de vida e numa visão que não dicotomize a preservação do meio ambiente do desenvolvimento das condições necessárias à reprodução da vida.

Por não existir um consenso sobre as dimensões e essencialidades do conceito de desenvolvimento sustentável, que além de ser considerado um termo polissêmico é um conceito pluridimensional, pois envolve diversas variáveis (NASCIMENTO; VIANNA, 2007), os autores comentam que a definição mais recorrente para o mesmo aponta para três fatores: eficiência econômica, conservação da natureza e equidade social. Ou seja, a eficiência econômica só terá valor se for conservada a natureza e produzida equidade social. O que não é simples de ser alcançado, pois, assim como assinala Layrargues (1998), o crescimento econômico baseado nos moldes de consumo dos países desenvolvidos provoca destruição ambiental, seja pelo consumo de matérias-primas e produção de energia a partir da queima de combustíveis fósseis, seja pela emissão do gás carbônico (CO₂), que contribui com o aquecimento global, favorecendo as modificações climáticas, causando secas ou excesso de chuvas, o que altera os ciclos de produção agrícola, reduzindo a produção de alimentos, por exemplo. Inevitável, assim, a inserção de variáveis como as culturais, político-institucionais, éticas, tecnológicas, educacionais etc., para a compreensão do desenvolvimento sustentável, o que aumenta ainda mais sua complexidade.

Segundo Nascimento e Vianna (2007), e assim como para Layrargues (1998), para que ocorra o almejado desenvolvimento sustentável, é necessária equidade nos padrões de consumo mundiais, na utilização de energia e recursos naturais. Para tanto, torna-se necessário que as potências capitalistas mundiais, como a norte-americana, a chinesa e a europeia, alterem o seu modo de vida, passando a reduzir os gastos energéticos. Porém, o que ocorre é que esses países não estão dispostos a modificar, reduzindo o seu padrão de vida. Logo, a alternativa para que se atinja a equidade econômica necessária se daria caso os demais países do mundo adiram ao estilo de vida dessas soberanias. No entanto, assim, o planeta entrará em um colapso irreversível, pois não suportará e tampouco possuirá recursos que

garantam tais modificações, podendo então extinguir a nação humana e demais formas de vida da terra.

Por sua vez, Leff (2008) também é criterioso ao falar no discurso do desenvolvimento sustentável, pois alega que a racionalidade econômica resiste à mudança e que a sustentabilidade passa a ser somente uma estratégia de simulação e perversão do pensamento ambiental que busca reconciliar os contrários da dialética do desenvolvimento — o meio ambiente e o crescimento econômico.

Por outro lado, partilhamos da colocação de Sachs (2007), que afirma que os adjetivos acrescentados ao termo **desenvolvimento** é que dão a ênfase ao que deve ser priorizado. Para ele, o crescimento econômico está longe de resolver os problemas relacionados à crise ambiental, e para quem o desenvolvimento significa “a efetivação universal do conjunto dos direitos humanos, desde os políticos e cívicos, passando pelos direitos econômicos, sociais e culturais, e terminando nos direitos ditos coletivos, entre os quais está, por exemplo, o direito a um meio ambiente saudável.” (SACHS, 2007, p. 22). O autor aposta na ideia de um tripé da sociedade: desenvolvimento socialmente incluyente, ambientalmente sustentável e economicamente sustentado. Essas três dimensões básicas têm como objetivo a incorporação de posturas éticas e sociais, como garantia a um possível desenvolvimento dito sustentável.

Dias (1998) concorda que o desenvolvimento não é sustentado somente na produção, mas sim nas pessoas, através de sua participação, organização, educação e seu fortalecimento. Destaca que o desenvolvimento sustentável tornar-se-á impossível se a degradação ambiental continuar, devendo ser pautado não só nos recursos e ao meio ambiente, mas também na “cultura, história e sistemas sociais onde ocorre” (p. 141). Ressalta-se que o desenvolvimento sustentável almejado é algo complexo e que depende de várias instâncias para ser alcançado.

Já Brügger (1999), ao comentar o desenvolvimento sustentável, aponta a ambiguidade do termo, utilizado como forma de remediar o quadro da atual crise ambiental planetária. Esse conceito pode ser expresso em pelo menos dois vieses, em que um abrange aspectos políticos e éticos e o outro se restringe ao gerenciamento dos recursos naturais, no tocante à dimensão técnica e naturalista que se reduz ao tratamento de animais e vegetais, considerado pela autora como sendo insuficiente para a abordagem das relações entre os seres humanos e a natureza. Assim como Brügger, acreditamos que para se atingir o

desenvolvimento sustentável é preciso ir além da preocupação com as necessidades das gerações futuras, tornando-se necessário pensar num desenvolvimento sustentável *do quê e para quem*. Para seu entendimento, o progresso baseado somente na ciência e na tecnologia deve ser repensado, assim como os processos que levam à degradação do meio ambiente, e concomitantemente, revisando os conceitos de ética, ciência, tecnologia, educação e política, que estarão envolvidos necessariamente em todo processo de desenvolvimento.

Para a autora, a crise ambiental diz respeito antes a uma crise da sociedade do que propriamente uma crise de gerenciamento de recursos naturais. Considera como hipótese o fato de que nenhuma civilização até então teve o poder destruidor que possui a sociedade industrial atual, e que a partir da década de 1960 não somente as camadas mais pobres da população têm sido afetadas pelas consequências da relação da natureza com os seres humanos e estes entre si, afirmando que “somos uma aldeia global, e o que acontece num determinado ponto do planeta pode ser conhecido por todos instantaneamente” (BRÜGGER, 1999, p. 25).

Ao se referir à crise ambiental, Brügger (1999) salienta ainda que esta é muito mais que “[...] o colapso de um modo de produção baseado no uso intensivo de recursos não-renováveis, altamente sorvedora de energia e com grande fé no progresso a ser atingido pelo avanço da tecnologia [...]” (p. 26). Para a autora, a crise ambiental é então resultado das relações entre o ser humano e suas intervenções antrópicas, não somente a partir da sociedade industrial, mas desde o seu surgimento. Para poder resolver os problemas derivados dessa crise, faz-se necessário o rompimento com paradigmas conservacionistas, que possuem uma preocupação com o uso abusivo dos recursos naturais ou ainda com a preservação da vida selvagem e da biodiversidade, por exemplo, além da superação de interesses individuais, que levam em consideração apenas seu próprio benefício, sem preocupar-se com os custos e danos gerados à sociedade.

Tais questões não são apenas de ordem técnica, logo não podem ser analisadas de forma isolada no contexto social e político em que se inserem. Torna-se necessário um desvelamento de questões políticas e culturais subjacentes aos processos de degradação ambiental, baseadas em novas tecnologias e no desenvolvimento de políticas sociais (que são indissociáveis das ambientais), além de novos valores éticos em todos os setores, pois segundo Brügger:

A natureza ainda é vista como uma parte produtiva do todo, tanto quanto uma fábrica. A economia não está isolada dos demais processos sociais e, assim, será preciso uma profunda revisão dos valores que compõem a nossa sociedade industrial. Do contrário, surgirão falsas alternativas como um livre comércio ‘maquiado de verde’ que continuará a reproduzir o sistema econômico que degradou a qualidade de vida do planeta (1999, p.23).

A reflexão da autora leva-nos a concluir que não bastam atitudes “mascaradas” de preocupações com o meio ambiente, como algumas ações empresariais adjetivadas de “verdes”, realizadas no início da década de 1990, que se deram não pela tomada de consciência ecológica, mas econômica. Dado o risco de uma catástrofe ecológica, empresários inseriram em seu discurso e em alguns meios de produção medidas que amenizassem os danos causados ao meio ambiente. Cabe ressaltar que essas posturas foram tomadas em função de preocupações com a própria manutenção do sistema produtivo e não pela preocupação com a manutenção da vida dos seres vivos. Investimentos em ações voltadas ao desenvolvimento sustentável e ao meio ambiente eram considerados riscos para os negócios e não como investimentos lucrativos em longo prazo. Diante disso, Layrargues (1998) comenta que parece não haver o desenvolvimento de uma racionalidade ecológica suplantando a racionalidade econômica, pois a variável ambiental era considerada apenas mais uma oportunidade de negócios, já que não era garantida, assim, a qualidade de produtos e serviços voltados a um desenvolvimento sustentável.

Objetivando-se mudanças ideológicas, com transformações satisfatórias no setor empresarial, industrial e educacional, é necessário que sejam revistas e que se desenvolvam ações que efetivamente demandem cuidados com o ambiente, desde a definição dos novos processos industriais e agrícolas, utilizando novos meios de produção, passando pela distribuição equânime dos bens gerados, por um consumo racional e diminuição de riscos. Ainda nesse sentido, Layrargues (1998) aponta como fatores a serem superados e ultrapassados “a própria visão de mundo do setor empresarial e da sociedade industrial como um todo, a cultura empresarial, a lógica competitiva de mercado, as estruturas hierárquicas de poder, a ausência de ética no capital [...]” (p. 213), pois

julga que podem representar barreiras em detrimento da busca pelo desenvolvimento sustentável.

A forma como a crise ambiental pode ser entendida e encarada, a relação e a interação que os indivíduos possuem com a mesma, podem estar diretamente associadas à concepção de meio ambiente carregada pelos sujeitos. Sendo assim, é necessário deixar clara a limitação representada pelas perspectivas que relacionam e reduzem os problemas ambientais apenas ao meio natural. Essas perspectivas acabam por supervalorizar a força da natureza e de uma ética acima dos interesses do mercado, de tal modo que acabam negando aspectos políticos e sociais, atrelados ao modelo atual de desenvolvimento econômico.

Tais concepções são denominadas por Reigota (1997) como representações *naturalistas* de meio ambiente. Nelas, as consequências derivadas da incompatibilidade entre os sistemas econômicos e produtivos, acentuam a fragilidade do meio natural, predominando a necessidade de proteger o meio ambiente. Nesta representação, o meio ambiente é considerado como sinônimo de natureza intocada, evidenciando-se o espaço onde habitam os seres bióticos e onde são inseridos os elementos abióticos, como a água, o solo e o ar, ou seja, o meio natural (REIGOTA, 1997).

Neste trabalho tomamos, então, como referência, a compreensão de crise ambiental apresentada por Brügger (1999), dado que a autora insere tanto questões econômicas, políticas e sociais quanto culturais à problemática ambiental. Nesta perspectiva, o ser humano é entendido como componente do meio ambiente, o que caracteriza ainda uma concepção que, segundo Reigota (1997), é chamada de *globalizante*. O meio ambiente é caracterizado pelas relações entre a natureza e a sociedade, onde o ser humano é compreendido como um ser social que vive em comunidade, além de associar os aspectos naturais com questões políticas, sociais, econômicas e culturais em uma perspectiva histórica. A respeito disso, Souza (2005) afirma que uma visão de mundo integrada, que perpassa pela concepção globalizante, permitiria a compreensão e abordagem de questões ambientais que levassem em consideração as grandes questões sociais humanas. Para tanto, enfatiza que:

O sistema social humano que inclui suas atividades sociais, econômicas, políticas e culturais é o referencial para a definição de meio ambiente e, portanto o enfrentamento da crise ambiental deve propiciar soluções inovadoras para

o progresso e equilíbrio da civilização humana (SOUZA, 2005, p. 25).

Visando propor melhorias e encontrar soluções para os problemas ambientais, diferentes setores, áreas produtivas e profissionais em geral devem repensar suas práticas, inserindo em suas atividades valores e atitudes que orientem suas ações, tendo como objetivos a sustentabilidade do meio ambiente, compreendido aqui nos termos anteriormente expostos e por nós assumidos. Neste sentido, a ciência Química possui, em hipótese, atributos que podem colaborar tanto com o alcance desses objetivos quanto com a negação dos mesmos.

1.3. A QUÍMICA E AS POSSÍVEIS RELAÇÕES COM OS PROBLEMAS AMBIENTAIS

Na história da humanidade, um dos marcos mais importante de mudança na relação dos seres humanos com a natureza foi a Revolução Industrial. Na busca pela sobrevivência, desenvolveram, através da força da técnica e da mecânica, uma exploração ainda mais intensiva e inegavelmente predatória, dos recursos naturais e na transformação destes em produtos de consumo. Isso trouxe inúmeras outras transformações, como na agricultura, na concentração populacional em cidades, nas relações de trabalho e na organização dos meios de produção. Com ela e depois dela passou-se a acreditar que investimentos em ciência e tecnologia implicariam, necessariamente, no aumento da produtividade agrícola e industrial, e na melhoria do bem-estar social (BAZZO, 1998). Essa crença ganhou impulso após a Segunda Guerra Mundial, traduzindo-se numa concepção de ciência e tecnologia (C&T) que permeia, desde então, as políticas de gestão econômica, ambiental, social, educacional e de fomento à pesquisa técnico-científica (SOUZA, 2005; FARIAS; FREITAS, 2007).

É nesse contexto contemporâneo, ligado ao desenvolvimento humano, em que a C&T têm se tornado cada vez mais partes integrantes do mundo que nos circunda, que despontam os estudos sobre a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino de ciências (AULER, 2007, FARIAS; FREITAS, 2007). Nessa relação, incluem-se também as questões ambientais (CACHAPUZ *et al.*, 2008).

De acordo com Auler (2002), já em meados do século passado a C&T passaram a ser analisadas de forma mais crítica, dado que o bem-estar proporcionado pelo desenvolvimento econômico, científico e tecnológico era o mesmo que causava a degradação ambiental e auxiliava no desenvolvimento, por exemplo, de armas e bombas nucleares. Nesse contexto surge o então chamado movimento CTS, que “reivindica um redirecionamento tecnológico, contrapondo-se à idéia de que mais CT irá, necessariamente, resolver problemas ambientais, sociais e econômicos.” (AULER, 2002, p. 24). O movimento surge como uma forma de superação da visão salvacionista da C&T, a qual se baseava tanto num modelo tecnocrático (que excluía a participação pública da tomada de decisões) quanto linear de progresso. Em tal compreensão, a ciência e a tecnologia são deslocadas de uma esfera de neutralidade para a do debate político, passando a reivindicar decisões mais democráticas. Cerezo (1998 *apud* Auler, 2002, p. 27) destaca que os “estudos sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) constituem-se num vigoroso campo de trabalho, o qual procura entender o fenômeno científico-tecnológico em um contexto social, sendo o enfoque geral de caráter crítico”, favorecendo, então, a discussão das implicações da ciência e da tecnologia na sociedade, além de levantar questões éticas a elas relacionadas.

De outra parte, sobre a ciência Química, em particular a indústria Química, recai uma forte responsabilidade pela grande parcela dos impactos causados ao meio ambiente, dado que algumas de suas atividades geram efluentes e resíduos que têm como destino final a atmosfera, solos, rios e oceanos, contaminando ecossistemas e atingindo o ser humano (MOZETO; JARDIM, 2002). Isto também ocorre porque muitas das atividades industriais são, segundo Da Silva, Lacerda e Jones Jr (2005): “[...] normalmente de risco e potenciais causadoras de poluição, visto que trabalha com substâncias muitas vezes tóxicas e/ou inflamáveis e após um processo químico normalmente geram um lixo ‘tóxico’ que precisa ser tratado (resíduo)” (p.103).

Indiscutivelmente muitos problemas ambientais foram/são causados pelo uso e descarte de substâncias químicas no meio ambiente, em que resíduos e efluentes (sólidos, líquidos e gasosos), derivados de atividades humanas, acabam tendo como destino final o meio ambiente, causando, assim, danos ao ambiente. Porém, nas últimas décadas, têm crescido a preocupação das pessoas e empresas no que diz respeito a esses danos, tanto em atividades elementares dentro de casa, quanto nas indústrias (MOZETO; JARDIM, 2002). E mesmo “[...] que a Química

tenha uma contribuição negativa na geração de problemas ambientais, há de se ponderar os esforços atuais de parte da comunidade científica para minimizar ou evitar problemas ambientais produzidos pelas atividades humanas que envolvem a Química” (GONÇALVES, 2009, p. 5), o que talvez não seja suficiente, mas já contribui.

A Química é uma ciência que possui grande abrangência, tanto na produção quanto na utilização de diferentes substâncias e materiais. Logo, a formação profissional e científica de um químico permite atuação em vários campos e setores: da indústria ao ensino. Independentemente de suas escolhas profissionais futuras, o perfil do profissional que está sendo formado necessita estar sintonizado com as demandas da sociedade e do setor onde atuará profissionalmente.

Muitas atividades que utilizam substâncias químicas são relacionadas aos desastres ambientais. Contudo, é preciso ponderar outras atividades humanas, também influentes na degradação e poluição ambiental, tais como o vazamento de petróleo e gás no oceano no Golfo do México¹⁰, nos Estados Unidos, ocorrido em abril de 2010, em que após uma explosão e naufrágio de uma plataforma de exploração de petróleo, 11 pessoas morreram. Foi considerada a maior catástrofe ambiental desse país e resultou no derramamento de 4,9 milhões de barris de petróleo no oceano. O impacto causado pelo vazamento colocou em risco a vida marinha, dado que as águas quentes naquela área são essenciais para a reprodução de baleias, tartarugas e peixes, além de pôr em risco todo o ecossistema e a biodiversidade das áreas atingidas pelo material.

Outro exemplo que pode ser citado é a utilização de agrotóxicos, uma prática comum nas lavouras do país, mas seu uso indiscriminado pode causar danos ao ambiente, como por exemplo, malefícios à saúde do ser humano, e/ou ainda poluir águas e o solo. O Brasil é o líder mundial no consumo desses insumos, além de também utilizar substâncias proibidas em vários outros países¹¹.

¹⁰ Notícia disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/internacional,bp-confirma-fim-de-vazamento-de-petroleo-no-golfo-do-mexico,592447,0.htm>>. Acesso em: 09/08/2010. A matéria publicada no jornal Estadão de São Paulo conta como ocorreu o acidente na petroleira *British Petroleum*, localizada no Golfo do México, em 20/04/2010, cujo vazamento só foi controlado três meses e meio após a explosão da plataforma de perfuração.

¹¹ Notícia disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,brasil-e-destino-de-agrotoxicos-banidos-no-exterior,558953,0.htm>>. Acesso em: 30/05/2010. A matéria, também publicada no jornal Estadão de São Paulo, fala da utilização indiscriminada de certos agrotóxicos no Brasil, entre os quais dez produtos banidos em vários países. Ressalta-se a necessidade de reavaliação desses produtos, para retirá-los do mercado, pois seu uso causa danos à saúde.

Portanto, não basta somente que as indústrias ou meios de produção se voltem ao desenvolvimento sustentável, é necessário o provimento de políticas públicas direcionadas à fiscalização e ações de combate e prevenção aos problemas ambientais. As pessoas, individual e também coletivamente, devem fazer sua parte e agir de forma crítica, consciente e responsável, contribuindo com a sua prevenção.

Neste sentido, a Química também tem buscado colaborar com a melhoria dos processos e produtos industriais, bem como com o saneamento e monitoramento ambiental, guiando-se pelos princípios da preservação ambiental, de modo que suas atividades sejam repensadas, e a variável ambiental inserida em suas práticas e estudos. Uma das principais ações visando minimizar o impacto ambiental causado pelas atividades industriais Químicas se dá através do tratamento dos resíduos químicos — ainda que signifique apenas remediar o problema. Esse tipo de tratamento apresenta vantagens ambientais, mas o ideal seria a utilização de técnicas que reduzissem na fonte a geração de resíduos — passando assim a **prevenir** o problema.

Orientando-se por essa perspectiva, desde o início da década de 1990 iniciou-se uma busca por alternativas que minimizassem a produção de resíduos, e esse novo direcionamento para a redução dos impactos ambientais causados pelas atividades químicas caracteriza a constituição, na área da Química, da chamada Química Verde¹² (QV) (ZUIN, 2008; IUPAC, 2009).

O termo foi cunhado pela Agência Ambiental Norte-Americana – EPA (*Environmental Protection Agency*), com a colaboração da Sociedade de Química daquele país (*American Chemical Society*) através do lançamento do programa “Rotas Sintéticas Alternativas para Prevenção da Poluição”, uma linha que financiava projetos de pesquisa que incluíssem a prevenção de poluição em rotas sintéticas (TUNDO; ROMANO, 1995; SANSEVERINO, 2000). Foi definida por Paul Anastas e John Warner como “a criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente” (ANASTAS; WARNER, 1998, p.11). Além de eliminar os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, procura orientar e atuar na redução dos custos com rejeitos formados tanto através do descarte quanto por seu tratamento, incentivando a fabricação de produtos compatíveis ao ambiente e colaborando, assim, para sua sustentabilidade.

¹² Também conhecida como Green Chemistry, Química Limpa, Química Ambientalmente Benigna ou ainda Química Auto-sustentável.

A Química Verde é balizada por doze princípios gerais que devem orientar o desenvolvimento da Química e sua aplicação industrial, bem como o seu ensino e pesquisas da área. Estes princípios, resumidamente, se assentam: na prevenção de impactos ambientais que englobam a busca da eficiência com menor toxicidade química; na escolha de fontes alternativas e quantificação energética; em novas metodologias, no planejamento dos processos de sínteses e nas escolhas de matérias-primas, incluindo ainda aspectos inovadores para o saneamento e monitoramento ambiental (MARQUES *et al.*, 2007; ZUIN, 2008). Sobre isso, Machado (2004) aponta ainda que na busca pela obtenção *a priori* da proteção intencional do ambiente deve-se utilizar e produzir substâncias que não sejam nocivas nem à saúde dos seres humanos nem ao meio ambiente; valer-se de processos de fabricação que não gerem resíduos tóxicos nem poluentes, além de utilizar como matérias-primas substâncias provenientes de recursos renováveis, poupando, assim, aqueles não renováveis.

Por buscar a eliminação e/ou a redução do impacto da atividade Química no ambiente, a Química Verde é considerada uma nova maneira de desenvolver a ciência Química de forma compatível com o desenvolvimento sustentável (PRADO, 2003). Salienta-se que somente em 2003 ocorreu em Tóquio a primeira Conferência sobre Química Verde e Sustentável, que visava:

[...] acelerar a conjugação de todos os setores, incluindo quer a indústria, a academia e os órgãos governamentais, quer as organizações não governamentais e internacionais, no sentido de coordenarem as suas atividades e compartilharem as suas competências globalmente. Esta atitude permitirá atingir o máximo nível de concretização do Desenvolvimento Sustentável (MACHADO, 2004, p. 61).

Como se pode perceber, esta conferência tinha como objetivo fazer com que todos os setores e potências econômicas se unissem para trabalhar com a Química de maneira sustentável, e, além disso, propunha a mudança da designação Química Verde para *Química Verde e Sustentável* (MACHADO, 2004). Já no ano seguinte, em 2004, aconteceu na Alemanha um *workshop* que tinha como objetivo fundamental “discutir as relações da Química Industrial com a Sustentabilidade, não só em termos científicos e técnicos, mas também

econômicos e sociais” (*Ibidem*, p. 61), sugerindo uma nova modificação no termo, que passou então a se chamar apenas de *Química Sustentável*.

Parece-nos então que a Química Sustentável nada mais é que uma nomenclatura diferente que trata exatamente daquilo que é defendido pela QV, dado que a Química Sustentável tem como objetivo desenvolver a Química Industrial de forma compatível com o ambiente, utilizando reagentes e desenvolvendo produtos a partir de processos voltados à sustentabilidade ambiental, preocupando-se em manter ou ainda melhorar a qualidade de vida da população. O desafio a ser superado, segundo Prado (2003), é dar continuidade ao desenvolvimento, mas diminuindo os danos causados ao ambiente, o que “requer uma nova conduta química para o aprimoramento dos processos, com o objetivo fundamental da geração cada vez menor de resíduos e efluentes tóxicos, bem como da menor produção de gases indesejáveis ao ambiente” (*Ibidem*, p. 738). Para que isso seja possível, problemas da indústria química necessitam ser superados.

Neste sentido, Machado (2004) comenta que saber o que se fabrica não é suficiente, sendo também necessário que se conheçam os perigos e riscos que tais produtos podem trazer e/ou causar ao meio biótico e abiótico; que apesar de saber o que se produz, é indispensável procurar formas de fazer melhor, além de empregar somente aquilo que é preciso durante os processos de produção. Por fim, saber se é realmente necessário tudo aquilo que se utiliza. Esses fatores devem ser levados em consideração quando se objetiva uma prática consciente da Química e sua relação com o meio ambiente.

E nessa dimensão que entra o ensino de Química, que deve ser repensado e transformado, baseado em uma ética socioambiental, a qual deveria também orientar a Ciência/Química e de suas atividades, na busca de um modelo de desenvolvimento que leve em consideração preocupações de sustentabilidade do planeta (MELO, 2005), algo que discutiremos nos próximos capítulos.

Espera-se que, valendo-se dessas informações e posturas, se torne viável o desenvolvimento de um novo *design* para a Química, associado a uma ideia de desenvolvimento sustentável. Talvez sabendo aonde se queira chegar, tendo ferramentas e os conhecimentos necessários, uma nova maneira de delinear e desenvolver a Química de forma compatível ao meio ambiente poderá ser alcançada, de modo a garantir as necessidades das gerações presentes sem comprometer aquelas das gerações futuras (CMMA, 1991).

Esta relação entre a Química e o ambiente pode ser interpretada e analisada a partir de diferentes posturas, que dependem da maneira como os sujeitos compreendem tal relação. A Química Verde, por exemplo, é caracterizada também como a Química **para** o ambiente, já que consiste em praticar a Química de maneira que se evite a produção de resíduos tóxicos e poluentes, caracterizando esforços *a priori* para a proteção do meio. Já a Química **do** ambiente é aquela relacionada ao estudo das substâncias químicas do ambiente, seu comportamento, suas reações e sua formação (MACHADO, 2004).

Destaca-se também uma das áreas da Química que tem contribuído muito com as discussões e reflexões desta ciência frente às questões ambientais, a chamada Química Ambiental. Esta é relacionada essencialmente ao conhecimento da Química **do** ambiente, pelo estudo da composição do solo, do ar e da água, por exemplo, além daquelas relacionados à Química **no** ambiente, e assim como a QV, preocupa-se com a interação das substâncias lançadas pelo ser humano no meio ambiente, em especial as decorrentes da atividade industrial envolvendo a Química e suas transformações (MACHADO, 2004).

Segundo o editorial da Sociedade Brasileira de Química, na divisão de Química Ambiental:

[...] a Química Ambiental revive a química como uma ciência natural, atua como vetor de sua descompartmentalização e certamente deve ser encarada como a ferramenta mais poderosa no resgate da importância da química como uma das ciências que mais benefícios têm trazido ao homem (MOZETO; JARDIM, 2002, p. 8).

Ainda que tal afirmação sinalize positivamente a preocupação dos químicos brasileiros com a natureza — como constituinte e razão de sua existência, bem como o realce ao papel da Química Ambiental —, na verdade tal afirmação se distancia do entendimento que temos acerca do papel da própria Química Ambiental. Apesar de dividirmos a opinião de que ela seja uma ferramenta importante para o entendimento do papel da Química frente à temática ambiental, não concordamos que seja “a mais poderosa”, pois sozinha não dá conta de compreender, explicar e resolver todas as relações possíveis entre as atividades e problemas gerados pela própria ciência e a crise ambiental. E mais, julgamos que é necessário ir além da remediação dos problemas causados pela Química, pois diferentemente do exposto pelos autores, ela não traz somente

benefícios aos seres humanos. É necessário que se aja preventivamente evitando os problemas causados ao meio ambiente derivados da Química, desenvolvida pelo próprio ser humano (químicos, muitas vezes).

Uma das contribuições mais relevantes desta área está relacionada à toxicologia ambiental. De acordo com Mozeto e Jardim (2002), a Química Ambiental é definida como “[...] os processos químicos que ocorrem **na** natureza, sejam eles naturais ou ainda causados pelo homem, e que comprometem a saúde humana e a saúde do planeta como um todo” (MOZETO; JARDIM, 2002, p.7). Portanto, não se resume ao monitoramento ambiental, mas aos mecanismos que controlam a concentração de espécies, passíveis de serem monitoradas.

Para nós, o tratamento e a resolução das questões ambientais, relacionadas às necessidades globais e à sustentabilidade do planeta, sugerem uma maior reflexão **no processo de formação dos químicos e dos professores de Química**, assim como a relação das questões ambientais necessita estar presente nos currículos de seus cursos de graduação e pós-graduação. Acreditamos que processos de conscientização e atuação devam partir da educação, mas fortemente assentada numa abrangente formação científica/química, visto sua potencialidade e responsabilidade na formação de cidadãos críticos e conscientes de seus diferentes papéis. E isto implica uma formação de ordem ética, política, educacional, econômica e social, não se resumindo ao estudo de proteção ao meio natural.

Entendemos a conscientização como um ato reflexivo, e que de acordo com Freire (2001) não pode existir fora da práxis, ou seja, se dá a partir da reflexão-ação, pois esta unidade dialética constitui de forma permanente o modo como o ser humano se relaciona e transforma o mundo. Desta maneira, a conscientização se refere ao desenvolvimento crítico da tomada de consciência, o que implica na superação espontânea de apreensão da realidade, atingindo uma esfera crítica em que a realidade se dá como objeto cognoscível e em que os indivíduos assumem uma posição epistemológica (FREIRE, 2001), desdobrando-se então em práticas transformadoras de situações reais e vividas pelos sujeitos, o que permite, dentre outras ações, a resolução de problemas como os ambientais.

A educação necessita ter, como uma de suas preocupações básicas, o aprofundamento na tomada de consciência, logo, por acreditar na contribuição da educação para o entendimento e atuação frente às questões ambientais é que destacamos diferentes possibilidades para sua

abordagem e tratamento em processos educativos, além da importância de sua inserção em processos de formação de professores de Química, aspecto que discutiremos no próximo capítulo.

2. A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA E AS QUESTÕES AMBIENTAIS

Reconhecendo a importância da educação para a compreensão, discussão e promoção de ações que propiciem mudanças nas questões que envolvem a temática ambiental, a escola, por ser um espaço de formação, tem papel fundamental nos processos de transformação dos indivíduos, pois, além de abordar conhecimentos científicos, entre eles o químico, possui influências sobre toda a sociedade.

Educar para o meio ambiente significa formar sujeitos responsáveis, questionadores e que não se contentam com o que lhes é dado como pronto e acabado. E os resultados que expressem uma educação que favoreça a constituição de alunos com pensamentos e ações críticas, que possuam autonomia em suas decisões, só podem ser reflexos de um ensino interdisciplinar, não fragmentado e isolado do contexto em que está inserido. Porém, muitas vezes, os docentes encontram dificuldades em articular suas atividades no cotidiano e na realização de um ensino que não seja fortemente disciplinar. Estes problemas podem ser resultantes da formação desses professores.

Por acreditar que processos formativos devam proporcionar uma ampla visão de mundo, o que inclui o ambiente, e que deve proporcionar compreensões acerca da relação que a Química possui com as questões ambientais, assumimos o pressuposto que existe uma relação de causa-efeito entre os aspectos transformadores proporcionados pelos processos de ensino-aprendizagem e a formação dos docentes. A busca por uma formação qualificada para os professores de Química, que entendam e trabalhem com os aspectos relacionados à temática ambiental, deriva sobremaneira do currículo do curso de Licenciatura que um determinado docente tenha frequentado. Desta maneira, passamos a discutir aspectos que envolvem a questão do currículo, isso porque, como já dissemos, são fatores que julgamos importantes e necessários a serem considerados quando se almeja uma formação inicial de professores de Química preocupada em constituir um profissional crítico e atuante nas questões ambientais.

2.1. ASPECTOS CURRICULARES

Apesar do termo “currículo” encontrar-se embutido nos discursos, nas práticas do dia a dia dos professores e dos sistemas educacionais, na maioria das vezes não se discute, questiona ou se reflete sobre o mesmo, talvez resultado da falta de clareza e entendimento acerca do assunto por parte de alguns docentes (MOREIRA; CANDAU, 2007). Dado ser uma forma de orientar, planejar e avaliar as práticas, envolve uma multiplicidade de fatores. Muitas das suas definições, enfoques e graus de aprofundamento são utilizados quando se referem ao currículo. Suas concepções estão diretamente relacionadas ao modo como a educação é concebida, das influências teóricas que sofrem em dados momentos históricos, de pressupostos de natureza filosófica e das visões de mundo carregadas pelos professores e pela escola. Moreira e Candau (2007) comentam que diferentes fatores socioeconômicos, políticos e culturais contribuem para a compreensão do significado do currículo para os sujeitos, e citam exemplos de entendimentos, tais como:

[...] a) os conteúdos a serem ensinados e aprendidos; b) as experiências de aprendizagem escolares a serem vividas pelos alunos; c) os planos pedagógicos elaborados por professores, escolas e sistemas educacionais; d) os objetivos a serem alcançados por meio do processo de ensino; e) os processos de avaliação que terminam por influir nos conteúdos e nos procedimentos selecionados nos diferentes graus da escolarização (p. 18).

Essas definições relacionam-se com posicionamentos, compromissos e pontos de vista teóricos de seus elaboradores. Para os autores mencionados, o currículo está relacionado a “experiências escolares que se desdobram em torno do conhecimento, em meio a relações sociais e que contribuem para a construção das identidades de nossos/as estudantes. [...] associa-se, assim, ao conjunto de esforços pedagógicos desenvolvidos com intenções educativas” (MOREIRA; CANDAU, 2007, p.18), ou seja, o currículo refere-se e se dirige às atividades desenvolvidas na escola.

De acordo com Sacristán (1998), o currículo é o documento de identidade de uma instituição, que aponta seus objetivos além de refletir o conjunto de esforços pedagógicos utilizados para proporcionar ao aluno a construção de conhecimentos e elaboração de conceitos que possibilitem a aprendizagem. Este encobre pressupostos, teorias, crenças e valores, e sua prática faz menção a comportamentos didáticos, políticos, econômicos, administrativos etc. É quem deve proporcionar a transformação de metas da educação em estratégias de ensino e deveria ser encarado como processo e não como produto final, pois deveria possibilitar cortes, mudanças e modificações em sua estrutura, devido ao contexto e ao momento histórico em que estará inserido. Se assim for entendido, assume-se sua não neutralidade, rompe-se com uma visão simplista e reducionista do “como ensinar” determinados conhecimentos, passando-se a problematizar o “o quê” e “por que ensinar”, buscando-se refletir criticamente sobre o ensino.

Para Sacristán, o currículo deriva de um complexo processo de construção social, resultante de opções culturais, que se realizam dentro de condições políticas, administrativas e institucionais previamente estipuladas, sendo também fontes do currículo oculto, e assegura ainda que por trás de todo currículo há uma filosofia curricular que, por sua vez, é “síntese de uma série de posições filosóficas, epistemológicas, científicas, pedagógicas e de valores sociais” (SACRISTÁN, 1998, p. 35), e propõe:

[...] definir o currículo como o projeto seletivo de cultura, cultural, social, política e administrativamente condicionado, que preenche a atividade escolar e que se torna realidade dentro das condições da escola tal como se acha configurada (*Ibidem*, p. 34).

Para realizar o estudo do currículo, o autor comenta ser necessário levar em consideração as variáveis que determinam seu formato, como o recorte de conteúdo, o projeto institucional, o currículo oculto e o projeto cultural envolvido. O recorte de conteúdo ocorre de acordo com as modalidades temáticas de ensino que o currículo aborda; o projeto institucional refere-se às condicionantes políticas e sociais vinculadas à instituição de ensino; o currículo paralelo ou oculto é aquele que se revela nas práticas reais dos atores que compartilham o espaço educacional e, por fim, o projeto cultural referente às ideias e

valores impregnados nos currículos, em função da seleção cultural feita pelas próprias instituições (SACRISTÁN, 1998).

O currículo no ensino básico não possui a mesma função que um currículo de ensino universitário, dado que o ensino possui diferentes funções sociais nessas etapas. Da mesma forma, cabe destacar a existência de vários níveis de currículo, dentre eles Moreira e Silva (2005) enfatizam que o chamado currículo formal se refere àquele estabelecido pelos sistemas de ensino, que traz orientações oficiais prescritas (dos documentos de origem governamental) para a educação, além dos objetivos, conteúdos disciplinares e diretrizes. Comentam também sobre o currículo real, que acontece dentro da sala de aula em decorrência dos planos de ensino e projetos pedagógicos; já o chamado currículo oculto é aquele que não aparece no planejamento do docente, mas que aponta influências que afetam os trabalhos dos professores e a aprendizagem dos alunos, por meio de práticas, comportamentos, atitudes e percepções do meio social e escolar.

Entendemos que o currículo é processo de construção social, ligado diretamente a um momento histórico, à determinada sociedade e às relações que esta estabelece com o conhecimento. É a partir dele que se realizam os fins da educação, por isso deve ser desenvolvido de maneira crítica, considerando a função social imbricada ao ensino. Sendo assim, se um currículo aponta para o tratamento de questões ambientais, pode significar que o ensino tenha como objetivos propiciar ao aprendiz a sua conscientização frente à temática ambiental, favorecendo a sua atuação na sociedade.

Analisaremos nesta pesquisa os currículos prescritos, tanto por uma questão temporal (prazo para a conclusão da dissertação) como por acreditarmos que este pode anunciar em certa medida o tratamento que se deseja dar às questões ambientais nas disciplinas analisadas, expressando também seus enfoques e a relação que se estabelece com os conhecimentos científicos. Já para o estudo do currículo oculto, acreditamos que através da fala dos professores formadores este poderá vir a emergir, uma vez que a fala dos mesmos pode nos expressar as suas práticas educativas na abordagem dessas questões. Lembrando que, como pano de fundo, busca-se ainda uma análise mais ampla, relacionada à Química e o meio ambiente. Procuramos, também, analisar a relação entre as informações apresentadas pelas ementas e pelos planos de ensino das disciplinas e a fala dos professores formadores, avaliando, assim, se o discurso confirma (ou não) o que trazem os documentos que regem o ensino. Para tanto, passamos a

discutir a formação de professores de Química e as possíveis abordagens relacionadas à temática ambiental ao longo dos seus processos formativos.

2.2. A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA FRENTE À CRISE AMBIENTAL

O quadro da urgência ambiental planetária coloca um desafio ainda maior aos sistemas escolares — o de auxiliar os jovens, também através do ensino das ciências, a melhor compreender o mundo que os circunda, fazendo disso um processo que valorize sua curiosidade, que aumente seu espírito crítico e crie neles uma consciência ambiental transformadora (LOUREIRO, 2004). E, na formação de professores, fundamentar um processo orientado por diferentes formulações teóricas como, por exemplo, aquelas que venham a favorecer o diálogo entre as disciplinas, que auxiliem na interpretação da realidade, na solução de nossos problemas, formando agentes conscientes de suas responsabilidades socioambientais. Os professores devem ser preparados para atuar nas escolas de forma a conseguir “inserir em seu planejamento pedagógico a problematização dos fatos cotidianos [...]” (GARCIA; KRUGER, 2009, p. 2218). Logo, os cursos de formação necessitam estar comprometidos e baseados em um ensino que propicie uma leitura crítica do mundo, auxiliando assim o aluno a desenvolver uma leitura sistemática das relações e implicações econômicas, éticas, sociais e ambientais, pela utilização dos conhecimentos científicos. E esta tarefa tem sido de responsabilidade das universidades, as quais devem preparar os diferentes tipos de profissionais que irão atuar em todas as esferas da sociedade, além de colaborar com a produção de conhecimentos científicos e de novas tecnologias. Tal preparação se dá, entre outras coisas, através dos currículos dos cursos que são reconhecidos nacionalmente.

A construção destes currículos se dá a partir de orientações nacionais, formuladas pelo Ministério da Educação, o MEC. Em 2002, o órgão publicou as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores para a Educação Básica (BRASIL, 2002a). Este documento propõe que a formação de professores deve ser realizada desde o ingresso do aluno na universidade, onde os cursos de Licenciatura passam a ter como características o desenvolvimento de competências,

por parte dos licenciandos, proporcionadas pelas Instituições de Ensino Superior (IES). Estas devem ser constituídas pelo:

I - comprometimento com os valores estéticos, políticos e éticos inspiradores da sociedade democrática; II - compreensão do papel social da escola; III - domínio dos conteúdos a serem socializados, de seus significados em diferentes contextos e de sua articulação interdisciplinar; IV - domínio do conhecimento pedagógico, incluindo as novas linguagens e tecnologias, considerando os âmbitos do ensino e da gestão, de forma a promover a efetiva aprendizagem dos alunos; V - conhecimento de processos de investigação que possibilitem o aperfeiçoamento da prática pedagógica; VI - gerenciamento do próprio desenvolvimento profissional (BRASIL, 2002a, p. 41-45).

Garcia e Kruger (2009) comentam que a implantação dessas diretrizes, prevista para outubro de 2005, causou impacto nas IES do país, dado a ampliação da carga horária (800h) destinada à formação de professores e também pela consequente ausência de docentes para o cumprimento desse trabalho. Além da falta de conhecimentos dos educadores das disciplinas específicas, a realidade enfrentada pelos professores do Ensino Médio vem caracterizando um grande desafio para as IES.

Os cursos de Química possuem ainda suas próprias diretrizes — as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química (DCN) (BRASIL, 2001b) — que são as normas que orientam o planejamento curricular das Instituições de Ensino Superior, e que fornecem subsídios para a reformulação dos cursos de Química no país. Constitui-se em princípios, procedimentos e fundamentos a serem observados na reestruturação curricular desses cursos, ressaltando que deve haver concordância e coerência entre a formação oferecida e a prática esperada pelos futuros profissionais. Nessas diretrizes se expressa também uma preocupação com uma formação mais geral dos estudantes, que não seja baseada na transmissão de conteúdos informativos, mas sim formativos, e que sejam incluídos nos currículos questões que favoreçam reflexões acerca do “[...] caráter, ética, solidariedade, responsabilidade e cidadania” (BRASIL, 2001b, p. 2).

Frente à crise e à degradação ambiental, como já afirmamos, considera-se imprescindível que essas questões façam parte do processo formativo dos alunos, independente da área de atuação, por serem questões fundamentais à sobrevivência do planeta. Visando aprofundar a compreensão e constituir competências para que se atue na prevenção dos problemas ambientais, torna-se então necessário que as universidades, por serem instituições pluridisciplinares de formação superior, repensem seus currículos e projetos pedagógicos para que neles sejam inseridas temáticas ambientais nas dimensões aqui já acenadas.

Os documentos que orientam a elaboração curricular dos cursos de Química, com habilitação tanto para o Bacharelado quanto para a Licenciatura, são inequívocos em relação à importância dada ao tema. Para o Bacharelado, em se tratando de trabalhos de investigação científica e produção ou controle de qualidade, espera-se que um químico, dentre outras habilidades, “possua conhecimento da utilização de processos de manuseio e descarte de materiais e de rejeitos, tendo em vista a preservação da qualidade do ambiente” (BRASIL, 2001b, p.4). E com relação à aplicação dos conhecimentos este profissional deve:

- Saber realizar avaliação crítica da aplicação do conhecimento em Química tendo em vista o diagnóstico e o equacionamento de **questões sociais e ambientais**;
- Saber reconhecer os limites éticos envolvidos na pesquisa e na aplicação do conhecimento científico e tecnológico;
- Ter conhecimentos relativos ao assessoramento, ao desenvolvimento e à implantação de políticas **ambientais** [...] (BRASIL, 2001b, p.4 e 5 - grifos nossos).

Este mesmo documento ressalva que a formação de um Licenciado em Química deve fornecer:

[...] capacidade crítica para analisar de maneira conveniente os seus próprios conhecimentos; assimilar os novos conhecimentos científicos e/ou educacionais e refletir sobre o comportamento ético que a sociedade espera de sua atuação e de suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político (BRASIL, 2001b, p. 6).

Como estes cursos (Bacharelado e Licenciatura) se inter cruzam, podem influenciar na realidade das universidades, logo, o ensino de Química deve então “compreender e avaliar criticamente os aspectos sociais, tecnológicos, **ambientais**, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade” (BRASIL, 2001b, p. 7, grifo nosso).

Percebe-se que os documentos oficiais que orientam a educação superior em Química apontam a importância e a necessidade de se tratar questões como as ambientais em todos os níveis de ensino. Contudo, por que isto parece não acontecer? (LEAL, 2002; PEREIRA *et al.*, 2009) Quais seriam então as dificuldades encontradas pelos professores de Química para trabalhar com temas e questões ambientais? Seria por que na formação dos químicos (incluindo a de professores) ainda pouco se discute e se estuda sobre a articulação entre a Química e o ambiente? Ou seria por que esta é marcada por uma formação tradicional, com predomínio da visão antropocêntrica e naturalista de meio ambiente, além de um entendimento baseado na neutralidade da ciência, onde pouco se considera a estreita relação entre ciência, tecnologia, sociedade e o ambiente? Tais questões orientam as reflexões que fazemos e também a pesquisa que desenvolvemos.

Portanto, nos parece necessário que haja a superação dos paradigmas tradicionais de ensino, e das abordagens disciplinares descontextualizadas, elementos muito presentes na organização curricular de nossos cursos de Química (LEAL, 2002), onde ainda prepondera o acúmulo e a transmissão de conhecimento (SANTOS; SCHNETZLER, 1996). Deste modo, faz-se necessária outra formação, em que, por exemplo, sejam articuladas ao ensino disciplinas que flexibilizem a formação do licenciando, tornando possível a modificação de atitudes e comportamentos, pela aquisição de conhecimentos e valores durante o processo formativo, que podem ser possibilitados por discussões de aspectos científicos e tecnológicos, dado que contribuem com a conscientização e compreensão, pelos futuros professores, do papel do conhecimento científico frente à problemática ambiental (PEREIRA *et al.*, 2009).

Assim como Cortes Junior (2008), concordamos que os conhecimentos químicos devam ser trabalhados de modo a permitir que o licenciando em Química reconheça e compreenda as interações e transformações que ocorrem no meio ambiente, mantendo a atenção permanente à formação de competências técnico-científicas, valores, atitudes e habilidades que propiciem a atuação individual e coletiva

voltada para a identificação e a solução de problemas ambientais (que incluem aspectos sociais, culturais, éticos etc.). Neste sentido, Marques *et al.* (2007) apontam como possibilidade para o tratamento de questões emergentes, como exemplo os problemas ambientais, propostas de ensino contextualizadas a partir do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade, com práticas químicas e pedagógicas orientadas pela Química Verde, em processos de formação inicial de professores de Química. Segundo os autores, este pode ser um caminho interessante para a transformação do ensino de Química, salientando, porém, que a inserção da QV nestes cursos ainda é muito incipiente.

Igualmente, Souza (2005) comenta que o enfoque CTS se apresenta como uma maneira de viabilizar caminhos para uma abordagem das questões ambientais, em que os estudos da natureza, ciência, tecnologia, sociedade e suas interações têm como propósito a compreensão sobre a interdependência desses termos por parte do aluno em formação, e que são voltados para interesses sociais, como por exemplo, as questões ambientais. Uma proposta curricular com ênfase no ensino CTS problematiza e enfrenta as limitações da ciência para lidar com assuntos práticos como a resolução de problemas e tomada de decisões isoladas ou neutras, uma vez que sua solução envolve também aspectos políticos e sociais (MOREIRA, 1986). Além disso, possibilita desenvolver um “conhecimento para compreender os fenômenos da natureza, [e] as disciplinas científicas devem desenvolver a capacidade dos alunos para assumirem posições em face de problemas controvertidos e agirem no sentido de resolvê-lo” (KRASILCHIK, 1985. p.8).

Já um currículo com ênfase na Química Verde poderia incluir saberes científicos mais direcionados à sustentabilidade ambiental, dentro do domínio da Química tanto básica quanto tecnológica, explorando o uso das propriedades e das transformações da matéria com essa perspectiva. Os princípios balizadores da QV seriam abordados transversalmente em todas as disciplinas dos cursos de graduação em Química (MACHADO, 2004; MARQUES *et al.*, 2007).

Por sua vez, Zuin (2008) menciona a necessidade de uma formação ambiental para além da Química Verde, pois esta não dá conta sozinha das questões pedagógicas. Mostra, então, como possibilidade, à inserção de metodologias que abordem a perspectiva ambiental, os estudos de temas controversos e também a incorporação da ambientalização curricular, definida como um:

[...] processo complexo de formação de profissionais que se comprometam continuamente com o estabelecimento das melhores relações possíveis entre sociedade e natureza, contemplando valores e princípios éticos universalmente reconhecidos, o desafio de sua inserção não se esgota nos espaços curriculares tradicionais (vulgo disciplinares), mas demanda a totalidade das práticas e políticas acadêmicas de ensino, pesquisa, extensão e gestão, ou seja, os pilares sobre os quais se estrutura a nossa idéia contemporânea de universidade (ZUIN, 2008, p. 6).

Um curso ambientalizado contempla trabalhos por meio de projetos, dado que incorpora aspectos relacionados à contextualização, promove novas maneiras de refletir e agir coletivamente, além de dar maior flexibilidade ao currículo. Cabe ressaltar que esse processo de ambientalização curricular não se dissocia da educação ambiental (ZUIN *et al.*, 2009). A respeito disso, Santos e Cols. (2010) ressaltam ainda a importância de se desenvolver trabalhos interdisciplinares, e acrescentam que a ambientalização curricular conjuga-se em uma articulação entre o enfoque CTS e EA.

Segundo os autores, ambientalização dos espaços formativos significa a busca por “mudanças de valores nas relações dos seres humanos entre si e com o ambiente que integram” (SANTOS *et al.*, 2010, p.145), visando assim à superação de perspectivas conservacionistas, utilitaristas e antropocêntricas de meio ambiente, fortemente presentes no senso comum. Ressaltam ainda a necessidade de se articular temas de interesse dos educandos, no meio em que estão inseridos, numa perspectiva interdisciplinar, possibilitando, assim, a apropriação de conhecimentos para além daqueles do senso comum.

Em um currículo ambientalizado tem-se a possibilidade de problematizar as relações da tríade CTS, e também de contribuir para uma maior clareza nas relações de interesses e nos conflitos envolvidos no campo da EA, em que os docentes, coerentes com o ensino pautado em abordagens CTS e da EA, devem propiciar:

[...] a interpretação das questões socioambientais cotidianas, no sentido do encaminhamento de abordagens problematizadoras, tais como as

necessidades e desejos na nossa sociedade de consumo; a insustentabilidade de um modelo de “desenvolvimento” que gera uma legião de excluídos, uma das piores faces da degradação ambiental; os conflitos e/ou confrontos que envolvam poderosos interesses econômicos em jogo, como a exploração de recursos minerais ou uso da água enquanto recurso finito e indispensável à vida (SANTOS *et al.*, 2010, p. 146).

É reconhecido que a incorporação da perspectiva ambiental nos espaços e currículos educacionais não se configura em ações simples, mesmo reconhecendo sua necessidade. Portanto, são indispensáveis novas perspectivas políticas, metodológicas e também epistemológicas para que seja garantida sua inserção em todos os níveis de ensino (MARQUES *et al.*, 2007; ZUIN, 2008; ZUIN *et al.*, 2009).

Desta forma, julgamos que as questões ambientais não devam ser vistas e empregadas como enxertos disciplinares, mas sim abordadas de forma transversal nos currículos de cursos de Licenciatura em Química, auxiliando, assim, os futuros professores para o desenvolvimento de competências e atitudes críticas frente à emergência ambiental. Os conhecimentos científicos precisam fazer parte de uma visão globalizante de mundo, onde os alunos percebam tanto os benefícios como também os problemas que o desenvolvimento da ciência Química tem proporcionado à humanidade, aspectos que passaremos a discutir na sequência.

2.3. O ENSINO DE QUÍMICA E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A COMPREENSÃO DAS QUESTÕES AMBIENTAIS

Entendemos que o ensino de Química, tanto no nível superior quanto na escolarização básica, precisa contribuir para a formação de indivíduos capazes de se envolver em questões e decisões culturais, sociais, políticas, educacionais e ambientais, para entender e aplicar os conhecimentos adquiridos superando o senso comum. A escola é uma instituição social fundamental na formação e educação das pessoas, que sofre influência e pode influenciar o contexto na qual está inserida, que é capaz de proporcionar reflexões e proposições envolvendo mudanças

atitudinais, conceituais e comportamentais, favorecendo ou não o desenvolvimento crítico e responsável nos educandos. Mas tal escola ainda está longe da atual, ainda que esteja sempre em construção.

De outra parte, o ensino conteudista tem se demonstrado insuficiente e ineficaz no que tange principalmente ao possibilitar a compreensão das interações e transformações que ocorrem no planeta e no meio ambiente. É necessário, portanto, que se dê significado ao ensino, aumentando a visão de mundo dos estudantes, entrelaçando questões naturais, sociais e culturais ao tema meio ambiente (SANTOS; SCHNETZLER, 1996; MALDANER, 2000). E como afirma Cortes Junior (2008), é necessário que a educação seja voltada para uma abordagem crítica e transformadora de sua realidade, que permita aos alunos reconhecer e compreender as interações e transformações que ocorrem no meio ambiente, mantendo-se uma formação baseada em valores, atitudes e habilidades¹³ que propiciem a preparação e manejo de processos químicos que sejam compatíveis com a preservação do potencial produtivo e dos valores do meio ambiente.

Segundo o Plano Nacional de Educação (PNE), o ensino médio tem um importante papel nos processos formativos, pois pode favorecer na instauração da cidadania e da qualificação profissional dos educandos (BRASIL, 2001a), estendendo-se, assim, ao ensino de Química. A este propósito, Santos e Schnetzler (1996) expõem que formar um cidadão, partindo da educação Química, significa o desenvolvimento da capacidade de participar da sociedade, julgar e tomar decisões criticamente e de forma consciente, utilizando os conhecimentos químicos para a compreensão do papel da Química, e suas implicações na sociedade. Porém, para que isso ocorra, torna-se necessário uma transformação no ensino da Química, revendo-se as concepções envolvidas na formulação dos currículos, alterando-se os conteúdos programáticos, sua definição e seleção; formas diferenciadas de se trabalhar os conhecimentos químicos, partindo de sua contextualização. Dever-se-ia partir do cotidiano e da realidade na qual os educandos estão inseridos, facilitando sua compreensão e o efetivo papel da Química e sua relação com as questões ambientais. Assim, os autores apontam como possibilidade para essa abordagem, os temas químicos

¹³ Entendemos habilidades segundo a definição apresentada por Perrenoud (1999), que comenta que as habilidades são consideradas como o “saber fazer”, e, ao diferenciá-las de competências, expõe que “[...] a partir do momento em que fizer ‘o que deve ser feito’ sem sequer pensar, não se fala mais em competências, mas sim em habilidades” (*Ibidem*, p.26).

sociais “que referem-se a assuntos relacionados ao conhecimento químico que afetam diretamente a sociedade [...]” (*Ibidem*, p. 30). E, neste sentido, a temática ambiental seria uma possibilidade de abordagem, inserida como temas sociais no ensino de Química, favorecendo a compreensão e atuação na problemática ambiental.

Nesta perspectiva teórico-metodológica, por exemplo, ao se tratar da sustentabilidade ambiental, ou do monitoramento, detecção, transporte e destino ambiental dos compostos químicos e sua toxicologia, ou da contaminação dos solos, água e ar, entre outros, deveriam ser abordados ou com os conhecimentos da química — correspondente a cada nível de escolarização onde são ensinados — ou através da inter-relação com saberes e práticas de outras áreas do conhecimento, dada a complexidade dos temas ambientais.

Assim como as DCN para os cursos de Química, os documentos oficiais que orientam os currículos da Educação Básica apontam, no geral, para a importância do tratamento de questões ambientais. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino fundamental (BRASIL, 1997), o meio ambiente é sugerido como um tema transversal. Já os Parâmetros Curriculares para o ensino médio (PCNEM), também elaborado pelo Ministério da Educação, apresentam como objetivo a superação do ensino disciplinar, orientando o trabalho docente para novas propostas de ensino, como a preparação do aluno para o exercício da cidadania, pela busca do conhecimento e de soluções exploradas a partir de situações problemáticas reais. Expressam como objetivos formativos o desenvolvimento de competências e habilidades pelos alunos a partir do ensino científico-tecnológico, pois o aprendizado deve contribuir para o desenvolvimento “[...] de meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social.” (BRASIL, 1999, p.7).

Especificamente ao ensino de Química, o documento propõe o desenvolvimento de competências e habilidades, pelos educandos, dentro de três campos: representação e comunicação, compreensão e investigação e percepção social e histórica. O documento — PCNEM — também ressalta que os conteúdos químicos devem ser abordados de forma interdisciplinar, permitindo também a contextualização do conhecimento, considerando-se as vivências individuais dos alunos e a sociedade em sua interação com o mundo.

Por outro lado, no ano de 1999, o Congresso Nacional aprovou a lei 9.795 que trata da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), passando a considerar que todos têm direito à Educação Ambiental e que o Poder Público deve “definir políticas públicas que incorporem a dimensão ambiental, promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente” (BRASIL, 1999). O que parece demonstrar a importância da inserção de questões e da Educação Ambiental em todos os níveis do processo educativo.

Todavia, passados três anos da publicação dos PCNEM, o MEC lançou as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, os chamados PCN+ (BRASIL, 2002c), que buscaram complementar os parâmetros já instituídos, trazendo, além das competências, temas estruturadores para o ensino. Segundo o documento, o ensino de Química deve:

[...] possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e **suas implicações ambientais**, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 2002c, p.87 - grifo nosso).

Os nove temas sugeridos para contextualizar o ensino, chamados de estruturadores, não são encarados como meras exemplificações ao final dos conteúdos, mas visam fazer a ligação entre o cotidiano e os conhecimentos químicos, a partir de situações problemáticas reais. O documento sugere temas estruturadores cujo foco são as *Transformações Químicas*. Dentre as propostas, é recorrente o tema relativo à abordagem sobre a temática ambiental. Os temas de 1 a 4 (Reconhecimento e caracterização das transformações químicas; Primeiros modelos de constituição da matéria; Energia e transformação química; Aspectos dinâmicos das transformações químicas), “permitem entender como o ser humano tem produzido materiais a partir dos recursos disponíveis na Terra e vem modificando o ambiente e os seus estilos e qualidade de vida” (BRASIL, 2002c, p. 94).

Os outros quatro, de 5 a 8, (Química e atmosfera; Química e hidrosfera; Química e litosfera; Química e biosfera), “enfocam os materiais extraídos e sintetizados pelo homem na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, seus processos de produção, seus usos e as

implicações ambientais, sociais, econômicas e políticas deles decorrentes” (*Idem*, p. 94). Já o nono tema (Modelos quânticos e propriedades químicas) aborda as relações da Química com os modelos quânticos, não especificando claramente a relação entre essa temática e o meio ambiente.

Reforçando a ideia geral de que não faltam normas e orientações para incluir no ensino, questões e temas ambientais na formação científica (Química) dos estudantes, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2008) trazem uma Base Nacional Comum de conhecimentos químicos a serem considerados na organização das práticas de ensino, que se estrutura a partir de três eixos fundamentais: propriedades, transformações e constituição das substâncias e materiais. Indica-se que os conhecimentos presentes nesta Base devem ser abordados mediante uma visão atualizada dos conteúdos e conceitos químicos, contemplando “avanços tanto no conhecimento químico quanto nas concepções da Química como ciência, sua historicidade e suas implicações sociais, sendo essencial a busca sistemática de novas referências e de novas e diversificadas fontes de informação” (*Idem*, p. 111). O referido documento apresenta um quadro no qual são sugeridos “conhecimentos, habilidades e valores relativos à história, à filosofia da Química e às suas **relações com a sociedade e o ambiente**” (*Ibidem*, p.115, grifo nosso), apontando objetivos a serem aspirados, por exemplo, quando se aborda a relação da Química com a cidadania e o meio ambiente.

Percebe-se, nessa breve síntese acerca dos documentos oficiais, que é evidente a importância dada à inserção de questões ambientais no ensino, indicando a necessidade da utilização de formas diversas para o seu tratamento e abordagem. Porém, o que vem sendo observado é a dificuldade que os professores apresentam em trabalhar com questões ambientais em sala de aula, uma vez que a prática docente da maioria dos professores de Química do ensino médio continua baseada no ensino tradicional (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995; COELHO, 2005; MARQUES *et al.*, 2007). Tal perspectiva é considerada uma prática pedagógica chamada por Paulo Freire (1996) de educação bancária, descontextualizada e assentada numa visão de ciência neutra, que desconhece o uso que dela se faz. Schnetzler e Aragão (1995) afirmam que no ensino tradicional as concepções prévias do aluno não são levadas em consideração, pois o professor é detentor e transmissor do saber, em que o conhecimento químico é considerado verdade absoluta e cumulativa, pois os alunos somente devem assimilá-lo e memorizá-lo

para que sejam confirmados na avaliação. Segundo as autoras, essa perspectiva de educação deriva de uma visão simplista na formação e atuação dos professores de Química.

A prática docente tradicional, baseada ainda no ensino propedêutico, acaba se tornando um obstáculo na tentativa de se trabalhar com temas contextualizados, como aqueles ligados ao meio ambiente, e é, em grande parte, reflexo da formação que esses formadores receberam. A respeito disso, Vaz de Melo (2007) aponta algumas das possíveis causas da educação no Brasil ainda ser marcada por práticas tradicionais enraizadas em métodos de ensino antigos, se dão em função da diversidade e do tamanho do território nacional, pela falta de questionamentos acerca das vontades políticas de transformação da educação, e pela defasagem na formação dos professores, pois “o desconhecimento de novos caminhos dificulta a possibilidade de se chegar a novos lugares” (*Ibidem*, p. 70). Neste sentido, também emergiu das entrevistas com os professores de Química, realizada por Marques *et al.* (2007), que os cursos de formação inicial e continuada trabalham muito pouco a preparação dos professores para adotarem a perspectiva curricular baseada em temas, o que estaria refletindo nas dificuldades dos mesmos em trabalhar com as questões ambientais em sala de aula. Contudo, o foco desses problemas pode estar provavelmente associado aos currículos dos cursos de Licenciatura em Química do país.

O pressuposto educacional da educação progressista pode favorecer a superação dessas dificuldades, já que tal perspectiva pedagógica visa à formação de cidadãos atuantes na sociedade, em que o conhecimento científico fornece meios para a “compreensão e atuação na realidade, entendida tanto no contexto das relações sociais quanto nos fenômenos naturais e da sociedade tecnológica em que vivemos” (DELIZOICOV, 1991, p. 2). Em uma concepção de educação como esta, o conhecimento se origina na interação sujeito-objeto e não em sua neutralidade, como ocorre na educação bancária, e é adquirido a partir da superação de um problema.

Buscando a superação do modelo tradicional de educação, pesquisas apontam alternativas e novas formas de abordagem para o conhecimento químico, relacionando-o à contextualização — que pode ocorrer a partir de questões ambientais — como uma das características da educação progressista. Acreditamos que a perspectiva da Educação Ambiental Crítica, da Química Ambiental, da Química Verde, bem como a abordagem via temas geradores e de enfoque CTS, ainda que com diferenças teóricas entre si, sejam propostas que podem contribuir

na abordagem dos temas ambientais, favorecendo a compreensão da problemática que os envolve e suas relações com a Química. E é sobre isso que passaremos a discutir mais detalhadamente a seguir.

2.4. OS POSSÍVEIS ENFOQUES, PERSPECTIVAS DE ABORDAGEM E TRATAMENTO DAS QUESTÕES AMBIENTAIS

Enfatiza-se a discussão sobre esses aspectos, pois partimos do pressuposto que algumas dessas perspectivas e enfoques poderão se fazer presentes no processo de análise das informações que obtivermos na pesquisa, bem como nos ajudar a interpretar melhor nosso problema investigativo. Dentre elas, destacamos a Química Verde, a Química Ambiental, a Educação Ambiental e suas perspectivas, o enfoque CTS assim como Abordagens Temáticas via Temas Geradores, propostos por Paulo Freire, além e principalmente das interfaces entre estas.

2.4.1. A QUÍMICA VERDE: NOVAS PRÁTICAS PARA AS ATIVIDADES QUÍMICAS E SEUS DESDOBRAMENTOS NO ENSINO

A crise ambiental vem demonstrando a indispensável e urgente necessidade da tomada de consciência das pessoas sobre suas causas e as imperativas mudanças nos padrões sociais, culturais, econômicos e produtivos, em direção a uma maior sustentabilidade nas relações com a natureza. Neste sentido, as ciências da natureza, particularmente a Química, têm papel importante nas soluções e na prevenção dos problemas ambientais, aspectos estes que precisam estar presentes desde a formação de químicos bacharéis e licenciados (CORTES JUNIOR, 2008). E, na mesma direção, a emergente área da Química Verde pode dar um singular apoio e influenciar a educação Química.

Apesar da QV não se limitar à expressão de princípios éticos, estes têm orientado um novo pensar e fazer dos químicos, balizando a criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e geração de substâncias nocivas ao meio ambiente (CORRÊA; ZUIN, 2009). Esta nova postura dos químicos em suas atividades científicas e de aplicação industrial visa a proteção ambiental, limitando, ou preferencialmente impedindo, a

dispersão de resíduos, prevenindo, assim, a disseminação de poluentes e contaminantes tóxicos no ambiente.

As normas aplicadas à gestão ambiental contêm requisitos certificadores para atividades que venham a modificar o meio ambiente (DA SILVA; LACERDA; JONES JR, 2005) e expõe que, após um processo químico, os resíduos devem ser encaminhados a estações de tratamento para efetivarem-se os ajustes às cargas emitidas, para os parâmetros estabelecidos para o seu lançamento; reciclados ou reutilizados ou ainda incinerados depois de tratados. Cabe destacar que resíduo corresponde à matéria-prima jogada fora, que acaba aumentando os custos gerais com a produção.

Neste sentido, enfatizam-se as posturas esperadas e aplicadas quando se utilizam práticas ambientalmente limpas e seguras, como as propostas pela QV, dado que buscam um melhor aproveitamento dos recursos naturais, uma maior eficiência energética, uma menor geração de resíduos tóxicos e maiores cuidados com o meio ambiente. Cabe destacar os processos adotados pelas indústrias químicas que devem implementar novos procedimentos frente aos resíduos, reduzindo, prevenindo ou eliminando (evitando) sua produção ao longo do processo de fabrico, ou ainda reutilizando-os como matéria-prima para outros produtos, pois remediar sua produção resulta em baixa vantagem ambiental.

O estudo sobre estratégias para minimizar os danos causados ao meio ambiente, derivados das atividades químicas, pode ser orientado pelos doze princípios balizadores da Química Verde (CORRÊA; ZUIN, 2009), a saber:

- 1. Prevenção.** Evitar a produção do resíduo é melhor do que tratá-lo ou “limpá-lo” após sua geração.
- 2. Economia de Átomos.** Deve-se procurar desenhar metodologias sintéticas que possam maximizar a incorporação de todos os materiais de partida no produto final.
- 3. Síntese de Produtos Menos Perigosos.** Sempre que praticável, a síntese de um produto químico deve utilizar e gerar substâncias que possuam pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente.
- 4. Desenho de Produtos Seguros.** Os produtos químicos devem ser desenhados de tal modo que

realizem a função desejada e ao mesmo tempo não sejam tóxicos.

5. Solventes e Auxiliares mais Seguros. O uso de substâncias auxiliares (solventes, agentes de separação, secantes, etc.) precisa, sempre que possível, tornar-se desnecessário e, quando utilizadas, estas substâncias devem ser inócuas.

6. Busca pela Eficiência de Energia. A utilização de energia pelos processos químicos precisa ser reconhecida pelos seus impactos ambientais e econômicos e deve ser minimizada. Se possível, os processos químicos devem ser conduzidos à temperatura e pressão ambientes.

7. Uso de Fontes Renováveis de Matéria-Prima. Sempre que técnica e economicamente viável, a utilização de matérias-primas renováveis deve ser escolhida em detrimento de fontes não renováveis.

8. Evitar a Formação de Derivados. A derivatização desnecessária (uso de grupos bloqueadores, proteção/desproteção, modificação temporária por processos físicos e químicos) deve ser minimizada ou, se possível, evitada, porque estas etapas requerem reagentes adicionais e podem gerar resíduos.

9. Catálise. Reagentes catalíticos (tão seletivos quanto possível) são melhores que reagentes estequiométricos.

10. Desenho para a Degradação. Os produtos químicos precisam ser desenhados de tal modo que, ao final de sua função, se fragmentem em produtos de degradação inócuos e não persistam no ambiente.

11. Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição. Será necessário o desenvolvimento futuro de metodologias analíticas que viabilizem um monitoramento e controle dentro do processo, em tempo real, antes da formação de substâncias nocivas.

12. Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes. As substâncias, bem como a maneira pela qual uma substância é utilizada em um processo químico, devem ser escolhidas a fim de minimizar o potencial para

acidentes químicos, incluindo vazamentos, explosões e incêndios (ANASTAS; WARNER, 1998, p.30).

Podemos encontrar na literatura alguns exemplos e estudos aplicativos relativos aos princípios da QV, em que a maioria das pesquisas e publicações advém da área da Química Orgânica (SANSEVERINO, 2000; PRADO, 2003; DA SILVA; LACERDA; JONES JR, 2005; COSTA; RIBEIRO; MACHADO, 2008), principalmente relacionados ao problema da baixa produtividade atômica nos processos de sínteses. Inferimos, assim, a importância que as demais áreas da Química também aumentem os esforços para ampliar as pesquisas e inserirem com maior efetividade a perspectiva da QV em suas atividades.

A respeito disso, Costa, Ribeiro e Machado (2008) chamam a atenção que para um processo ser considerado “verde”, todo seu procedimento deve obedecer e inserir-se nos princípios da QV, desde os reagentes até os produtos finais, pois a Química Verde deve ser praticada de forma holística para que o processo como um todo seja considerado globalmente verde (MACHADO; 2008).

Sendo então a QV outro estilo de pensar e fazer a Química, mais compatível com o ambiente, torna-se então válido ressaltar que a ciência Química (especialmente a indústria química) depende do meio ambiente, pois é dele que deriva a grande maioria das fontes de matérias-primas e da energia empregada em seus processos de produção. O que mais uma vez parece se reafirmar é a necessidade de se utilizar materiais renováveis e diminuir o consumo de energia nas atividades de pesquisa e produção, dado o esgotamento dos recursos não-renováveis. Neste sentido, Machado (2004) destaca que mudanças na produção química, com a fabricação de produtos novos ou não, não dependem exclusivamente da Química, mas também derivam de mudanças técnicas e econômicas — como as exigências de mercado — e da influência **crítica** dos cidadãos, levando-se em conta aspectos globais envolvidos nos meios de produção.

Com a Química desempenhando papel fundamental para encontrar soluções e auxiliando no desenvolvimento de um novo paradigma para as suas práticas frente aos limites do meio ambiente, a Química Verde parece contribuir com o desenvolvimento de metodologias e processos que utilizem e gerem menor quantidade de substâncias tóxicas e/ou inflamáveis, reduzindo assim os riscos e

auxiliando o tratamento dos resíduos gerados nos processos químicos. Para tanto, os procedimentos educativos e de formação profissional necessitam incorporar a dimensão ambiental, incentivando uma melhor compreensão dos mesmos e buscando introduzir práticas da QV nos processos educacionais. Estes são elementos que podem contribuir significativamente ao desenvolvimento de uma educação química numa perspectiva crítica e emancipatória.

Nos últimos anos alguns (poucos) trabalhos de investigação têm sido desenvolvidos a respeito da importância da inserção da Química Verde no ensino de Química tanto no ensino básico quanto no ensino superior (MARQUES *et al.*, 2007). Por exemplo, Machado (2004) destaca que o ensino da QV deve superar a inserção somente de seus princípios, como a exemplificação nos conteúdos ensinados, mas deve desenvolver nos alunos formas de pensar e executar a Química de maneira responsável, considerando suas implicações no meio ambiente. Para tanto se tornaria necessário o desenvolvimento de mentalidades mais pragmáticas quanto ao uso da QV, pois, para o autor (2008):

Os Químicos acadêmicos ou laboratoriais, formados num enquadramento mental reducionista, oferecem freqüentemente resistência à mudança para uma postura sistêmica, devido a razões variadas como [...] dificuldade em realizar abordagens holísticas [...] e em usar conjugada e integralmente os Doze Princípios; formação limitada em toxicologia/ecotoxicologia, destino ambiental dos produtos químicos [...], prática de Química Industrial, Sustentabilidade, mentalidade quantitativa limitada (“resistência” ao uso de métricas quantitativas) (p. 36-37).

Machado (2008) ainda enfatiza que o problema da resistência à mudança nas práticas químicas, com a qual concordamos, pode ser resultante dos processos de formação, já que os próprios formadores muitas vezes se opõem a modificações. Sugere como alternativa de superação das deficiências nos processos formativos o emprego dos “Segundos Doze Princípios da Química Verde”, formulados por Winterton (2001) e citados por Machado (2008):

13. Identificar e quantificar os co-produtos (subprodutos eventuais e resíduos). Identificar

os co-produtos e determinar as suas quantidades relativamente à do produto principal.

14. Obter conversões, seletividades, produtividades, etc. Para além do rendimento químico das reações de síntese, determinar métricas relevantes para a QV: seletividades, produtividades (eficiência atômica e similares), etc.

15. Estabelecer balanços materiais completos para o processo. Especificar, quantificar e contabilizar todos os materiais usados na obtenção do produto final, incluindo os auxiliares, nomeadamente os solventes.

16. Determinar as perdas de catalisadores e solventes nos efluentes. Determinar as quantidades dos fluxos de efluentes líquidos, sólidos, e gasosos e as concentrações de reagentes auxiliares neles.

17. Investigar a termoquímica básica do processo. Avaliar e relatar as variações de entalpia das reações exotérmicas para alertar sobre eventuais problemas de libertação de calor com a mudança de escala.

18. Considerar limitações de transferência de calor e de massa. Identificar fatores que afetam a transferência de calor e de massa no escalamento (velocidade de agitação ou de dispersão de gases, área de contato gás-líquido etc.).

19. Visualizar as reações sob a perspectiva dos engenheiros químicos. Identificar e compreender pontos de construção para o escalamento da química no desenvolvimento do processo industrial por estudo das várias alternativas de tecnologia disponíveis para implementá-lo e contatos com engenheiros químicos.

20. Considerar a globalidade do processo industrial ao selecionar a química de base. Avaliar o impacto das alternativas possíveis de todas as variáveis de processo (matérias-primas, natureza do reator, operações de separação, etc.) nas opções possíveis para a química de base. Realizar experiências com os reagentes comerciais que vão ser utilizados no fabrico.

21. Ajudar a desenvolver e aplicar medidas de sustentabilidade do processo. Avaliar quantitativamente, na extensão possível, o grau de sustentabilidade do processo industrial (atividade ainda incipiente, mas com futuro).

22. Quantificar e minimizar o uso de “utilidades”. Dar atenção ao uso e minimização das “utilidades” e proporcionar informação que permita avaliar as respectivas necessidades logo no início do desenvolvimento do processo e ao longo do escalamento da síntese.

23. Identificar situações de incompatibilidade entre a segurança do processo e a minimização de resíduos. Dar atenção à segurança do processo a desenvolver com base na síntese laboratorial e alertar para o fato de existirem restrições de segurança que limitam as condições de implementação da reação à escala industrial.

24. Monitorizar, registrar e minimizar os resíduos produzidos na realização laboratorial da síntese. Dar atenção pormenorizada e quantitativa aos resíduos produzidos na síntese laboratorial e lutar pela sua minimização (WINTERTON, 2001 *apud* MACHADO, 2008, p. 37).

Segundo o autor, estes doze outros princípios complementares aos demais (numerados de 13 a 24 para dar sequência aos primeiros doze princípios e evitar confusão com os mesmos), podem facilitar o entendimento e o emprego da Química Verde nos processos de síntese. Logo, dirigem-se exclusivamente aos acadêmicos e profissionais da Química que trabalham, também, com a formulação de novas substâncias, dado que no ensino médio e até mesmo durante os cursos de graduação, os alunos não sintetizam novas moléculas, apenas reproduzem mecanismos já conhecidos e aplicados. O objetivo de sua utilização seria de possibilitar uma “atitude proativa” em favor do “esverdeamento” (COSTA; RIBEIRO; MACHADO, 2009) das reações químicas, contribuindo para o *design* verde de produtos e processos.

Os estudantes de química necessitam ser preparados para suprir as necessidades da sociedade diante das demandas geradas pela crise ambiental instaurada. Para tanto, é necessário que se empenhe esforços para a inserção, nos programas de ensino em todos os graus de escolaridade, de temas relacionados à ciência e à tecnologia, superando

os conhecimentos do cotidiano e do senso comum, auxiliando assim na formação de cidadãos atuantes na sociedade (FIEDLER *et al.*, 2005). Para que isso seja possível é necessário que ocorram mudanças na educação química. Uma possibilidade poderia ser através do ensino, da investigação e da implementação da perspectiva da QV, associada a outras que também tratem das questões envolvidas na temática ambiental, como a Química Ambiental e a Educação Ambiental. O ensino de Química baseado nesta nova maneira de se desenvolver a própria Química estaria preparando os educandos para:

[...] compreender e contribuir para o Desenvolvimento Sustentável [...] não só porque a QV é um veículo privilegiado para a aquisição de uma visão integrada da química com o meio ambiente e a economia, mas também porque pode contribuir para que se possa eliminar a visão negativista de muitos cidadãos sobre a química (COSTA; RIBEIRO; MACHADO, 2009, p.41).

O desenvolvimento de práticas baseadas na Química Verde, como a implantação de técnicas e tecnologias verdes no ensino, na pesquisa e em atividades industriais, já vem sendo, em certa medida, praticado (MACHADO, 2007). Em 1995, no *Journal of Chemical Education* (JCE)¹⁴, foi publicado o primeiro artigo que tratava da divulgação da QV no ensino e na pesquisa em Química, como descreve a pesquisa bibliográfica realizada por Costa, Ribeiro e Machado (2008), na qual puderam constatar que até o final do ano de 2007, cinquenta e oito artigos que abordavam o ensino da Química Verde haviam sido publicados no JCE.

Já com relação à *Revista Química Nova* (QN)¹⁵, da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), que divulga trabalhos da área da Química, Drews (2009) analisou algumas de suas publicações - especificamente o primeiro número de 2000 até o sexto número do periódico no ano de 2009-, e aponta que somente no ano 2000 publicou-se o primeiro artigo que tratava da QV. No total dos artigos analisados, somente quinze deles utilizavam explicitamente a Química Verde. Segundo a autora, desse total, quatro tinham seu foco no **ensino** da Química Verde: um discutia a necessidade da reestruturação curricular de cursos de graduação em

¹⁴ Publicações disponíveis em: <<http://jchemed.chem.wisc.edu/>>.

¹⁵ Publicações disponíveis em: <<http://quimicanova.sbq.org.br/>>.

Química para a incorporação da QV; outro sobre a possibilidade de inserção da QV via abordagem temática de questões ambientais no ensino médio; os demais tratavam da inserção dos princípios da Química Verde em experimentos de Química Orgânica.

Apesar dessas iniciativas, é preciso que se aumentem as pesquisas e as discussões acerca da inserção e das contribuições da Química Verde para o ensino, tanto na educação básica quanto na superior, não a restringindo a aplicações técnicas.

Segundo Machado (2008), além de seus doze princípios, que devem ser perseguidos e executados na indústria, no ensino e na pesquisa, as atividades experimentais, por exemplo, devem procurar sistematicamente evitar os casos de “falsa QV”, em que sínteses e compostos — mesmo sendo considerados verdes, com melhorias em alguns de seus aspectos químicos — acabam, na verdade, por desconsiderar outras importantes variáveis, e uma vez mantidos, podem ainda assim ser nocivos ao ambiente por não considerar os demais princípios da QV. Por esta razão que a Química Verde é também fundamental, isto é, cria a possibilidade de se avaliar até que ponto as reações químicas de síntese, os processos de fabricação industrial, os produtos e o destino que se lhes dão, são de fato verdes.

Neste sentido, aponta-se mais um problema, o de como calcular e/ou averiguar o quanto as características dos processos visam realmente o desenvolvimento sustentável, praticando a Química de forma benigna ao meio ambiente (MACHADO, 2007). Para Machado (2007), uma maneira de avaliar a presença dos doze princípios se dá através da utilização das chamadas métricas de Química Verde, que segundo ele são:

[...] um sistema de avaliação quantitativa do funcionamento de um sistema que permita sentir e avaliar o modo como ele funciona – os seus resultados informam sobre as características e estado de evolução do sistema e servem de base, por exemplo, para tomar decisões sobre as alterações a realizar no respectivo controle para corrigir o percurso e cumprir o objetivo pretendido (*Ibid.*, p. 54).

Como a QV é complexa, assim como a própria Química, necessita-se do desenvolvimento de várias configurações e parâmetros para medir o quanto os processos químicos são realmente verdes, e, de

acordo com o autor, duas variáveis são passíveis de medida. Uma delas é a *métrica de massa*, que trata os dois primeiros princípios da QV, ou seja, relaciona a utilização eficaz dos átomos reagentes de modo a incorporá-los nos produtos, para minimizar o quanto possível a formação de resíduos. Já a outra métrica envolve os demais princípios, avaliando os impactos ambientais causados por produtos químicos e seu processo de produção, conhecida por *métrica ambiental* (MACHADO, 2007). Destaca-se que os casos de “falsa QV” são, em parte, causados pela utilização dessas métricas, principalmente a de massa, que é considerada de natureza reducionista, pois não avalia o processo como um todo.

Assim, um novo e útil instrumento foi recentemente desenvolvido para análise do “esverdeamento” de atividades experimentais, e proposto por Costa e Cols. (2009). Trata-se de uma métrica gráfica holística para efetuar medidas da verdura química, cuja denominação é *Estrela Verde* (EV)¹⁶. Segundo seus propositores, é uma métrica que descreve quantitativa e qualitativamente, através de uma representação gráfica, todos os princípios da QV simultaneamente em uma atividade experimental, e tem como ideia básica a:

[...] construção de uma estrela constituída por tantas pontas quanto os Princípios usados na avaliação da verdura e em que o comprimento de cada ponta é proporcional ao grau de cumprimento do respectivo princípio – uma visão quantitativa da verdura pode ser obtida por apreciação visual, simples e imediata da área da EV: a verdura é tanto maior quanto for a área (*Ibidem*, p. 41-42).

Para a construção da Estrela Verde, todas as informações referentes à experiência são analisadas: reagentes, catalisadores, solventes, agentes de purificação, secantes e produtos, co-produtos e resíduos formados. São coletadas informações sobre os riscos que estas substâncias podem oferecer para o ambiente, se são obtidas de matérias-primas renováveis, informações sobre sua degradabilidade, além de sua inflamabilidade e reatividade (descritas nos rótulos das embalagens desses compostos).

¹⁶Ou ainda, *Green Star* (GS).

Cada uma dessas substâncias recebe uma pontuação, de acordo com os riscos que pode proporcionar à saúde humana e ao meio ambiente, e também dos riscos de acidentes que pode envolver. Atribuem-se valores também quanto à degradabilidade e à natureza das substâncias (se derivadas de matérias-primas renováveis ou não), tal pontuação varia de 1 a 3, pontuando-se 1, quando sua benignidade for máxima, e 3, quando mínima. Quando não se obtêm informações sobre algum desses aspectos, pontuam-se os compostos com valores mínimos de verdura, por medida de segurança. A Estrela é construída atribuindo-se também as pontuações de 1, 2 ou 3, em que, na escala, o valor 1 corresponde à benignidade (verdura) mínima e o valor 3 à verdura máxima aplicados a cada um dos princípios da QV. Os autores comentam que em alguns casos a comparação visual das estrelas pode ser difícil, e por isso sugerem que se calcule a porcentagem de área relativamente à área de uma estrela de verdura máxima, o que se chamou de Índice de Preenchimento da Estrela (IPE) (COSTA; RIBEIRO; MACHADO, 2009; RIBEIRO; COSTA; MACHADO, 2010). Neste sentido, tal proposição parece-nos que assume uma dimensão prática muito útil na verificação das características ambientais dos processos químicos, mas também pode ser um importante instrumento pedagógico ao ensino de Química, particularmente em atividades experimentais.

Os mesmos autores avaliaram a “verdura” de experimentos utilizados no ensino de Química médio e também no superior, utilizando como instrumento a Estrela Verde. Algumas vantagens foram apontadas para a sua utilização, como a possibilidade de poder ser utilizada previamente, avaliando o esverdeamento de um experimento sem a necessidade da realização da própria experiência, dado que todo o protocolo pode ser pré-estudado e realizado em micro escala antes da atividade prática.

Como resultado da aplicação desse método analítico, obtém-se, então, uma área verde na Estrela, que pode ser detectada visualmente, o que permite indicar a substituição de substâncias visando aumentar a verdura da atividade ou a experiência, substituindo-se assim a atividade por outra com os mesmos fins, porém voltada a uma maior preservação ambiental. É um instrumento sensível que parece atender e expor didaticamente os 12 princípios da QV. A utilização dessa métrica poderia ainda garantir a segurança dos estudantes e do meio ambiente, pois proporciona o desenvolvimento de uma Química mais segura.

Em Portugal, no departamento de Química da Universidade do Porto, já são desenvolvidas atividades de ensino da QV nos processos formativos dos químicos, com disciplinas dirigidas exclusivamente ao seu estudo, cadeiras de “Didática da Química”, em projetos voltados aos alunos das licenciaturas e também em cursos de doutorado¹⁷ (COSTA; RIBEIRO; MACHADO, 2009). Materiais sobre QV são desenvolvidos e vendidos pela Sociedade de Química - *American Chemical Society* (ACS) e a *Royal Society of Chemistry* (RCS) -, para que possam ser utilizados em cursos de Química. Na universidade de Scranton, nos Estados Unidos, módulos para a inserção da Química Verde em várias áreas da Química são produzidos pelo professor Michel C. Cann e discutidos em sala de aula¹⁸. Consolida-se assim, ações pedagógicas e científicas na formação de professores, a partir do uso da Química Verde, que poderia igualmente ser desenvolvida nos cursos de graduação do nosso país.

Essas experiências e propostas acima descritas parecem apontar positivamente para o ensino a partir de algumas temáticas e princípios da Química Verde. Sendo assim, nosso processo investigativo também busca avaliar se discussões em torno a Química Verde já fazem parte do processo de formação de professores de Química. Para tanto, procuraremos ainda identificar quais as possíveis relações e interfaces entre a QV e a Química Ambiental, uma área mais conhecida e antiga da Química. Procura-se ainda discutir possíveis influências e contribuições da Educação Ambiental nos processos formativos de professores e na educação química em geral.

2.4.2. AVANÇOS NOS ESTUDOS SOBRE A RELAÇÃO QUÍMICA E AMBIENTE

Embora se percebam avanços na tomada de consciência sobre a relação entre os problemas ambientais e o modelo de desenvolvimento econômico — que considerava que o planeta Terra tinha capacidade infinita e de prover recursos ilimitadamente —, isto se tornou explícito a partir dos anos 1960, e a partir da década de 1980 as questões

¹⁷ Este curso tem como objetivo o desenvolvimento de experiências laboratoriais que possibilitem a prática da Química Verde no ensino médio.

¹⁸ Essas informações encontram-se disponíveis em: <<http://www.ufpel.tche.br/igq/wwverde/>>. Acesso em: 20/05/2010.

ambientais passaram a fazer parte das discussões em todos os segmentos da sociedade (JARDIM, 2001). Uma das consequências, no âmbito da Química, foi o início de uma demanda por profissionais voltados à química **do** ambiente, o que resultou também, no início dos anos 1980, na oferta da disciplina de Química Ambiental nos departamentos, institutos e cursos de Química (JARDIM, 2001; MOZETO; JARDIM 2002; CORTES JUNIOR; CORIO; FERNANDEZ, 2009).

A Química Ambiental (QA) se propõe aos estudos de processos químicos e das mudanças que ocorrem no meio ambiente, que podem ser de origem natural ou antrópica, visando, assim, entender a química **do** ambiente. Tem como objetivo proporcionar a melhoria da qualidade de vida no planeta, e para tanto busca o desenvolvimento de procedimentos, técnicas e ferramentas para a detecção e saneamento de resíduos tóxicos emitidos no meio ambiente, identificando as causas e os problemas ambientais derivados dos processos químicos e suas tecnologias, criando ferramentas para o tratamento, na tentativa de remediar tais problemas (LEAL, 2002), caracterizando, assim, estudos também relacionados à química **no** ambiente.

A QA se origina na área da Química, sendo associada à Química Analítica, em função de seus processos de análise (MOZETO; JARDIM, 2002). De modo que, tradicionalmente, tem como foco principal a busca por conhecer e identificar processos químicos **do** e **no** meio ambiente, não se propondo a discutir e estabelecer relações entre os problemas ambientais e os fatores sociais, políticos, culturais, ou mesmo relacionando os conhecimentos químicos com outras esferas de conhecimentos. Assim, sua abrangência não é considerada holística, e sim técnica, o que não a torna menos importante dentro da Química (LEAL, 2002).

Mozeto e Jardim (2002) destacam fatores que devem ser levados em consideração no desenvolvimento de projetos de pesquisa e também em disciplinas de Química Ambiental, para que possam se “enquadrar” em uma visão holística, tais como: a descrição do funcionamento do ecossistema em consideração, assim como suas possíveis alterações, sejam elas antrópicas ou não; a necessidade e importância de basear-se em outros estudos ou casos similares; a discussão de legislações ambientais pertinentes ao caso; o tratamento, em todos os vieses, dos aspectos toxicológicos envolvidos nos processos; preocupação com o tratamento dos resíduos, discutindo a forma correta de se realizar o tratamento, a caracterização e classificação dessas substâncias de acordo com leis e normas ambientais; levar em consideração que o tratamento

de resíduos caracteriza uma ação para remediar os problemas ambientais, devendo então ser minimizada ou evitada sua produção. Neste sentido, é possível perceber uma aproximação entre estes fatores e os objetivos almejados pela Química Verde, pois, quando desenvolvida numa perspectiva holística, a Química Ambiental insere-se perfeitamente nos princípios defendidos pela QV, o que as aproxima, e não as distingue. Estas duas perspectivas, então, tratam de questões que dizem respeito aos processos naturais e/ou antrópicos.

Cortes Junior, Corio e Fernandez (2009) ressaltam que o estudo da Química Ambiental pode ser importante para a formação dos químicos por “torná-lo mais consciente acerca dos valores relacionados à integração entre o ser humano e o ambiente” (p. 46), e os licenciandos, especificamente, “futuros educadores em Química, não podem negligenciar a temática da Química Ambiental na sua profissão, dada a necessidade de educar ambientalmente por meio da química” (*Ibidem*, p. 46).

Canela, Rapkiewicz e Santos (2003) comentam sobre a importância de se trabalhar conteúdos relacionados com o dia a dia dos alunos, assim como o contexto em que estão inseridos, facilitando a formação de uma consciência crítica por parte destes, ressaltando a importância da utilização de temáticas relativas ao meio ambiente, já no ensino fundamental e médio. Como alternativas de abordagem apontam a contribuição proporcionada pela Educação Ambiental e principalmente pela Química Ambiental, cujos programas e experimentos podem auxiliar durante as aulas, favorecendo o entendimento dos alunos quanto a compreensões sobre o meio ambiente e sua preservação.

Todavia, algumas dificuldades são encontradas para se ensinar a QA, como destacam Mozeto e Jardim (2002). Isto pode ocorrer, porque a Química Ambiental, por ser derivada da Química Analítica — uma área mais voltada a procedimentos laboratoriais de bancada e não com fenômenos ocorridos fora desse espaço, como o próprio meio ambiente —, pode então justificar a falta de experiência em lidar com trabalhos ambientais, por possuir um cenário diferenciado, com diferentes variáveis a ser levadas em consideração. Os autores também chamam a atenção para a falta de materiais didáticos voltados ao ensino da Química Ambiental publicados em língua portuguesa, ressaltando a importância da elaboração de materiais como os Cadernos Temáticos¹⁹

¹⁹ A coleção completa dos cadernos temáticos encontra-se no site da Revista Química Nova na Escola, disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/>>.

lançados pela *Revista Química Nova na Escola* (QNEsc) (dos sete “temas” abordados, dois tratam a respeito da QA), que tinham como objetivo suprir a falta de materiais didáticos no país.

Já Cortes Junior (2008) buscou identificar as representações sociais que alunos do primeiro ano de um curso de Licenciatura em Química e de um curso de Bacharelado em Química Ambiental possuíam sobre a Química Ambiental. Pôde constatar que os alunos relacionavam a QA ao tratamento da poluição, ou seja, possuíam uma visão centrada na remediação dos problemas ambientais e não de sua prevenção. Em particular, nos licenciandos, identificou uma preocupação com a prática da conscientização das pessoas, porém “desconectada de uma possível contribuição da educação química para a efetivação dessa conscientização” (p. 53). Já os alunos do Bacharelado apresentaram uma representação em que a QA está relacionada com a pesquisa, buscando o tratamento da poluição.

Segundo o autor, as diferentes representações apresentadas pelos alunos estão diretamente associadas com o papel que cada um deles irá desempenhar profissionalmente, e sua relação com aspectos da Química Ambiental. Assim, para os licenciandos, como futuros professores, parece que firmam entendimento que irão educar e conscientizar, relacionando valores e atitudes às questões ambientais. Já os bacharelandos demonstram entendimento que, como atuarão também em questões técnicas, tais como perícias, consultorias, controle de qualidade, pesquisas e desenvolvimento de métodos e produtos, nas diversas áreas de Química, necessitam apenas de saberes que facilitem a remediação dos problemas ambientais ligados à poluição. É possível, assim, relacionar a compreensão que esses alunos carregam sobre a QA com a visão de meio ambiente que possuem, ou seja, resultantes de uma visão naturalista do ambiente, reflexo de suas ideias preservacionistas (CORTES JUNIOR, 2008; CORTES JUNIOR; CORIO; FERNANDEZ, 2009).

Parece cada vez mais claro que os aspectos sociais, políticos, culturais e econômicos devem fomentar as discussões em torno das questões ambientais, favorecendo, assim, a tomada de consciência dos alunos, auxiliando na compreensão dos aspectos envolvidos em uma concepção globalizante (REIGOTA, 1997) de ambiente e também de desenvolvimento sustentável (BRÜGGER, 1999). Afinal, as ações e práticas sustentáveis não dizem respeito somente à diminuição das emissões de gases na atmosfera, por exemplo, mas envolvem também a redução do consumo exagerado, desenfreado; a utilização racional da

água; a manipulação e descarte do lixo etc. Para Torresi, Pardini e Ferreira, (2010a), na busca pela sustentabilidade, a Química possui um papel fundamental, podendo aperfeiçoar o desenvolvimento de substâncias, utilizando novos processos ou melhorando os meios de produção já existentes, objetivando o alcance do ambientalmente correto.

E é neste sentido que outras abordagens podem favorecer as discussões e o entendimento das questões ambientais e sua relação com a Química, por exemplo, aquelas realizadas por meio da Educação Ambiental e que serão discutidas a seguir.

2.4.3. A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUAS PERSPECTIVAS

Ainda que não se pretenda esgotar a apresentação e a discussão sobre as inúmeras vertentes e propostas de EA, discutiremos algumas que acreditamos possam nos ajudar a interpretar a problemática inerente ao nosso trabalho, principalmente aquelas que podem melhor estabelecer e interpretar as possíveis relações com a educação química em processos de abordagem de temas ambientais na formação de professores.

A Educação Ambiental (EA) parece assentar-se muito como uma expressão, reação do campo da educação, frente aos desafios impostos pela crise ambiental (DIAS, 1998; REIGOTA, 2001; LAYRARGUES, 2003). Entre seus objetivos, busca, resumidamente: conscientizar os indivíduos e torná-los sensíveis frente ao meio ambiente e aos problemas a eles relacionados, favorecendo sua compreensão a partir de conhecimentos científicos; conscientizar esses indivíduos acerca de seu papel social, contribuindo com mudanças atitudinais individuais e coletivas — como a economia de água e energia, preservação do meio ambiente, jogar lixo em locais adequados etc. —; favorecer o desenvolvimento de habilidades que auxiliem na intervenção ecologicamente correta, diminuindo riscos e danos ambientais (*Idem*, 2001; *Idem*, 2003).

A importância de se educar ambientalmente é reconhecida, já desde o século passado, como um modo que pode contribuir com a solução de problemas ambientais. Desde o evento de educação “*The Keele Conference on Education and the Countryside*”, realizado em 1965, e promovido pela Universidade de Keele, na Grã-Bretanha, onde

o termo Educação Ambiental foi utilizado pela primeira vez (MORALES, 2009), várias outras conferências mundiais, que discutiam a temática ambiental, foram promovidas pela Organização das Nações Unidas e pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura, visando a implantação da EA em todos os níveis de ensino (MORADILLO; OKI, 2004). Porém, no Brasil, a implantação efetiva da EA encontrou dificuldades, principalmente devido às políticas de “desenvolvimento, mercado econômico e o capitalismo desenfreado” (*Ibidem*, p. 333) no país.

A oficialização da EA no país aconteceu em 1981, com a criação da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei Federal de nº 6.938, e sua implementação na educação se deu através de vários programas e diretrizes — dos quais se destacam o Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA), as Diretrizes de Educação Ambiental (DEA), o Programa de Estudos e Pesquisa em EA (PEPEA) — bem como pela inclusão da questão ambiental na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB/96), que considerou fundamental a compreensão do meio ambiente *natural* na educação básica. Além disso, a partir da LDB é que se deu a inclusão do meio ambiente como tema transversal nos PCN's, mas foi com a publicação da Lei Federal 9.795/99 (que dispõe sobre a EA) que a presença da Educação Ambiental em todas as modalidades de ensino foi oficializada (MORADILLO; OKI, 2004).

Segundo Vaz de Melo (2007), a EA, do ponto de vista pedagógico, tem buscado auxiliar a renovação do processo educativo, o que pode favorecer a contextualização do ensino, inclusive a partir da realidade local na qual estão inseridos os educandos, auxiliando, assim, sua transformação de forma crítica. Esta perspectiva é também defendida por Layrargues (2003), pois visa mudanças de valores, atitudes, comportamentos e habilidades individuais. E, por ser um forte meio para a superação dos atuais impasses da sociedade, a EA não se difere da busca pela conscientização ambiental, já que estimula a ética nas relações políticas, econômicas, sociais, morais e culturais, por exemplo. Moradillo e Oki (2004) dividem essa opinião, pois veem a Educação Ambiental como apropriada à promoção e criação de novos valores aos sujeitos, baseados em condutas sociais e ambientalmente corretas, regidos exatamente pela ética nas relações sociais.

Vaz de Melo (2007) relata que a Educação Ambiental deve “incorporar metodologias, teorias e práticas” (p. 67) a fim de colaborar com a compreensão da totalidade dos fatores envolvidos nas questões ambientais, e de fenômenos, em dados momentos históricos e culturais,

pois julga ser condição epistemológica fundamental para possibilitar a constituição de estratégias de aprendizagem. Para o autor, a Educação Ambiental é transformadora, participativa, abrangente e globalizadora, sendo que para sua execução é preciso a abrangência da totalidade do meio ambiente, ou seja, dos aspectos naturais aos econômicos, passando pelos culturais, políticos e sociais. Logo, a EA é um possível caminho na busca da formação de consciência crítica acerca da situação ambiental global.

Em busca de soluções para a crise ambiental mundial, causada pela relação utilitarista com a natureza, associada aos modelos de desenvolvimento em vigência e aos padrões de produção e consumo, tornam-se também necessárias mudanças de atitudes, de valores e também no estilo de vida dos seres humanos. Precisamos então reconhecer que somos responsáveis por essa crise, entendendo que se não forem alteradas as formas de produção e consumo, tornar-se-á impossível um desenvolvimento que busque compatibilizar qualidade de vida, atividade econômica e conservação dos recursos naturais.

Dentro da pluralidade de iniciativas em defesa do meio ambiente, têm surgido propostas que buscam criar ferramentas de conscientização e de mudança nas mais diversas atividades humanas, e muitas delas derivam ou se orientam pela Educação Ambiental.

A esse respeito, Bigliardi e Cruz (2007) comentam que a EA, que tem por objetivo a mudança de atitudes dos sujeitos, a partir da potencialização do entendimento crítico e ações criativas dos seres humanos, resulta em:

[...] transformações concretas dos princípios que norteiam a sociedade e na intervenção ativa do homem no meio, amparada necessariamente em critérios ambientais. Trata-se, portanto, de mudanças de atitudes, com a adoção de **comportamentos compatíveis com um desenvolvimento sustentável** (*Ibidem*, p. 137 - grifo nosso).

Assim, a EA parece objetivar a transformação dos educandos através do desenvolvimento de novos valores, hábitos, posturas, condutas e atos, na relação com o meio ambiente, em toda sua complexidade (MORADILLO; OKI, 2004), promovendo cidadania, senso crítico, autonomia e entendimentos nos processos que necessitam a de tomada de decisão (BIGLIARDI; CRUZ, 2007), a partir da

construção de uma teoria ambiental alinhada com a práxis, contribuindo para o processo de compreensão e atuação dos indivíduos na busca pela sustentabilidade.

Na literatura encontram-se várias correntes ligadas à EA, e, particularmente significativas, consideramos aquelas concepções denominadas emancipatórias, transformadoras e críticas. Encontram-se ainda propostas que se referem à implantação da Educação Ambiental (LOUREIRO, 2004), das quais destacamos - e defendemos - a perspectiva apresentada por Carvalho (2008), chamada de Educação Ambiental Crítica, pois, praticando-a como referencial analítico e/ou dialogando com as outras perspectivas apresentadas e discutidas ao longo do texto, entendemos que possa proporcionar não somente a aquisição de conhecimentos técnico-científicos, mas também uma formação ambiental que possibilite o julgamento de valores e atitudes em relação ao meio ambiente aos docentes de Química.

A Educação Ambiental Crítica constitui-se, no campo educativo, no encontro da Educação Ambiental com o pensamento crítico. Segundo Carvalho (2004), a EA Crítica tem sua origem nos ideais democráticos e emancipatórios do pensamento crítico aplicado à educação, tendo como referencial os pressupostos educacionais de Paulo Freire. Isso porque visa o rompimento de uma educação tecnicista, baseada na transmissão de conhecimentos, buscando “a formação de sujeitos sociais emancipados, isto é, autores de sua própria história” (p. 18), aonde a educação tem papel mediador na construção social de conhecimentos implicados na vida dos sujeitos. A autora ainda ressalta como projeto político-pedagógico da EA Crítica a sua contribuição para mudanças de valores e atitudes, formando assim um *sujeito ecológico*, e a define como:

[...] um tipo de subjetividade orientada por sensibilidades solidárias com o meio social e ambiental, modelo para a formação de indivíduos e grupos sociais capazes de identificar, problematizar e agir em relação às questões socioambientais, tendo como horizonte uma ética preocupada com a justiça ambiental (CARVALHO, 2004, p. 19).

Devido a esses valores, na EA Crítica, a ética ambiental é o fator determinante nas decisões sociais, além de reorientar os estilos de vida dos indivíduos, tendo como especificidade a compreensão sobre as

relações entre a sociedade e a natureza, favorecendo as intervenções sobre os problemas ambientais.

Um dos principais objetivos da EA Crítica é sensibilizar os sujeitos, tanto em sua individualidade quanto no coletivo, sobre a sua participação na defesa da vida, o que ocorreria a partir da reflexão sobre o meio ambiente em toda a sua complexidade e dimensões (VAZ DE MELO, 2007).

Mas a EA vem defendida como algo a ser estudado e praticado de forma interdisciplinar, abrangente e transversal, passando por todas as componentes curriculares e em esferas de atuação social e política (*Ibidem*). No entanto, contraditoriamente, com frequência as ações desenvolvidas envolvendo a EA resumem-se a atividades pontuais, fragmentadas e conteudistas (VAZ DE MELO, 2007; ABREU *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2010).

Por outro lado, no que se refere ao ensino de Química, a EA tem se restringido a estudos de problemas ambientais, como o aquecimento global e a chuva ácida, por exemplo (ABREU *et al.*, 2008). Assim, pode estar reduzida a assuntos da Química **no** ambiente, relacionados a uma visão reducionista de meio ambiente, que pouco favorece a formação de compreensões e atitudes globais das questões ambientais, por desconsiderar os aspectos sociais a elas relacionados (LEAL, 2002; PEREIRA *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2010). A vinculação de aspectos sociais e tecnológicos ao ensino de química, associados a aspectos abordados pela Educação Ambiental, podem colaborar para o desenvolvimento de uma cidadania ambientalmente responsável, dado que as contribuições da EA se dão de acordo com a maneira que esta é conduzida (ABREU *et al.*, 2008). Abreu e Cols. (2008) comentam que a componente curricular Química pode “contribuir para a promoção da Educação Ambiental, no sentido de fazer com que as pessoas compreendam os problemas ambientais e reflitam sobre as suas contribuições individuais” (*Ibidem*, p. 692), pois, devido à forma com que os conhecimentos químicos possam ser trabalhados e relacionados à EA, podem favorecer a superação de visões naturalistas e preservacionistas de meio ambiente nos educandos.

Todavia, as dificuldades encontradas pelos professores de Química na implantação de ações voltadas à Educação Ambiental em suas aulas podem derivar do modelo de formação que tiveram, dado que a prática docente é reflexo de sua formação (VAZ DE MELO, 2007; ABREU *et al.*, 2008).

A Educação Ambiental, conjuntamente com o enfoque e princípios da Química Verde, bem como a produção e os estudos da Química Ambiental, poderiam proporcionar ou facilitar a elaboração de estratégias de ensino que considerem as relações com a natureza, auxiliando na formação de sujeitos atuantes e transformadores da sociedade, frente à crise ambiental mundial. Mas isso ainda parece não ser uma prática comum, podendo, porém, explorar as interfaces de aproximação entre estes campos de estudo e de intervenção. Tais aspectos poderiam ser ainda melhor trabalhados e favorecidos se a perspectiva do currículo e do enfoque da formação científica estivesse apoiada nos aportes do enfoque CTS. Isso daria, por exemplo, força à ideia de se formar sujeitos que tomem consciência quanto ao seu papel na sociedade, que compreendam como a ciência pode ou não contribuir (e em que perspectiva) nas transformações sociais. Sendo assim, passamos a discutir sobre as contribuições do ensino articulado ao movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade para a compreensão e atuação frente às questões ambientais além de sua articulação aos temas geradores de ensino, propostos por Paulo Freire.

2.4.4. POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES DO ENFOQUE CTS PARA A COMPREENSÃO E TRATAMENTO DE PROBLEMAS AMBIENTAIS NO ENSINO DE QUÍMICA

Notadamente, grande parte da sociedade vive de maneira dependente da ciência e da tecnologia (C&T), mas sem problematizar, na maioria das vezes, seus modos de produção, os efeitos causados à saúde e ao meio ambiente, ou mesmo suas reais necessidades de consumo. Muito embora convivamos constantemente com novas tecnologias, desenvolvidas por meios científicos que buscam satisfazer nossos desejos e nossa sede de consumo (excessivo e supérfluo), a formação científica e tecnológica proporcionada pelo ensino das ciências naturais às vezes não contribui com a reflexão de questões a elas atreladas. Para Ricardo (2007), esse tipo de formação na maioria das vezes não passa de informações ilustrativas ou motivacionais. Para superar essas lacunas no ensino, têm sido elaboradas novas propostas educacionais que tomam como base o enfoque chamado Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), isto é, um enfoque que deriva do

reconhecimento das interações entre o desenvolvimento da Ciência, sua relação com a Tecnologia e o meio Social.

Interações CTS no campo educacional derivam do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade, que surgiu entre as décadas de 1960 e 1970 nos países centrais do capitalismo, cujo objetivo principal foi o de questionar o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, dado que, naquela época, considerava-se que o desenvolvimento dava-se de forma linear e que o chamado progresso não estava conduzindo ao bem-estar da sociedade. Reflexões críticas sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade derivaram, entre outros, das discussões sobre a origem do conhecimento científico, do agravamento dos problemas ambientais e do desencadeamento de guerras, vinculadas ao desenvolvimento científico e tecnológico (ANGOTTI; AUTH, 2001; SANTOS, 2007; AULER, 2007).

O movimento CTS reivindica um novo direcionamento formativo acerca da ciência e da tecnologia, e sua relação com a sociedade, dado que o desenvolvimento da C&T não corresponde necessariamente à diminuição ou solução de problemas ambientais, econômicos e sociais. Esse movimento vincula-se e defende, então, diferentes formas de desenvolvimento da ciência e da tecnologia, pois vários atores da sociedade devem estar envolvidos em decisões mais democráticas e menos tecnocráticas²⁰ (AULER; BAZZO, 2001). Entendemos o movimento CTS como uma vertente em que a ciência e a tecnologia não têm fim em si mesmas e não são livres de valores, conforme cita Ricardo (2007), pois as ações nessa perspectiva são orientadas a partir da sociedade em seus componentes históricos, políticos, sociais e econômicos, e com suas interações, contribuindo para a superação de visões ingênuas, que se assentam em sua neutralidade e em concepções salvacionistas da C&T.

Para transposição/incorporação das teses do movimento²¹ Ciência-Tecnologia-Sociedade ao ensino, torna-se necessário a adoção de uma nova ênfase curricular. Currículos com ênfase CTS visam alfabetizar científica e tecnologicamente os cidadãos, e têm como pressupostos o tratamento das inter-relações entre os três elementos dessa tríade, envolvendo assim, a “explicação científica, planejamento

²⁰ Na tecnocracia, o desenvolvimento e o progresso são derivados da C&T, excluindo do processo aspectos sociais, políticos, por exemplo.

²¹ No âmbito deste trabalho, adotamos a compreensão apresentada por Auler (2007), em que a expressão “movimento CTS” refere-se ao movimento social mais amplo, enquanto “enfoque CTS” designa as interações CTS e o campo educacional.

tecnológico e solução de problemas e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social” (SANTOS, 2007, p.2).

Auler (2007) comenta que para a efetivação do ensino pautado no enfoque CTS é necessária a superação do ensino conteudista e disciplinar, passando então a ser realizado com temas sociais relevantes, cujo tratamento necessita de abordagens interdisciplinares. Assim, a integração do enfoque CTS ao ensino de ciências pode formar cidadãos alfabetizados científica e tecnologicamente, capazes de tomar decisões conscientes e ações responsáveis diante da sociedade (AULER; BAZZO, 2001).

Para Auler (2007), citando Aikenhead (1987), Yager e Tamir (1993), Waks (1994), Acevedo Dias (1995) e Caamaño (1995), a educação CTS tem como objetivos:

[...] promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia (CT), adquirir uma compreensão da natureza e do trabalho científico, formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual (p. 1).

Podemos, sinteticamente, expressar que o ensino pautado no enfoque CTS tem como objetivo central preparar os alunos para o exercício da cidadania, utilizando conhecimentos científicos e tecnológicos para atuação no contexto social e não apenas motivacional, como citado por Auler (2007). Sendo assim definida, uma educação Química desenvolvida, então, a partir dessa perspectiva, deveria favorecer o entendimento do papel da ciência e da tecnologia na sociedade, contribuindo para a compreensão na forma como estas têm interferido no ambiente. Deveria, também, gerar discussões críticas acerca do desenvolvimento da ciência pela ciência, a qual desconsidera seus efeitos à natureza. Portanto, um ensino de Química com enfoque CTS deveria favorecer leituras críticas da realidade.

Os documentos oficiais que orientam a educação no país, como os PCN's, por exemplo, preconizam a contextualização e a interdisciplinaridade do ensino, princípios balizadores do enfoque CTS (SANTOS, 2007). Segundo a perspectiva CTS, a contextualização do ensino, através de temas sociais, baseada em situações reais da vida,

poderia dar significado aos conhecimentos científicos, favorecendo a compreensão, interpretação, reflexão e atuação crítica e consciente diante de situações significativas do dia a dia. Para tanto, um currículo configurado *a priori*, com os temas sociais definidos em função de conteúdos pré-determinados, acaba servindo apenas para exemplificar os conhecimentos. Porém, uma proposta curricular, também baseada na abordagem de temática, pode ser aquela que se dá *com conteúdos definidos em função do tema social em questão*, neste caso, os conhecimentos trabalhados são aqueles necessários para a compreensão do tema (SANTOS; MORTIMER, 2002). É neste sentido que o enfoque CTS pode fundamentar e configurar novas propostas curriculares, pois são os temas que configuram o ensino de conceitos científicos. Auler (2007) comenta ainda que os problemas ambientais são representantes típicos de temas de relevância social a serem trabalhados no ensino.

Santos e Mortimer (2002) chamam a atenção que os currículos CTS não se reduzem à ilustração dos conhecimentos científicos com temas do cotidiano, mas sim “implicam mudanças no papel da educação e do ensino das ciências” (p. 18). Logo, para sua implantação no ensino é necessário que se problematize e que ocorram mudanças quanto à compreensão do papel do ensino de ciências e da própria educação como um todo. Desse modo, se torna necessário inclusive pensar em reformulações nos processos de formação inicial, assim como de formação continuada de professores, para que ocorram mudanças significativas em suas práticas e concepções pedagógicas. Fontes e Cardoso (2006) também comentam que:

[...] a formação de professores nem sempre tem acompanhado as novas exigências da educação científica, nomeadamente na contextualização da ciência na abordagem CTS, de modo a que os professores possam transformar as aulas de ciências em contextos diversificados, agradáveis e motivadores da aprendizagem da Ciência (p. 16).

A dificuldade para a implementação do enfoque CTS nas aulas de ciências pode, então, estar relacionada com a formação inicial dos professores, dado que a mesma pode não estar contemplando essa abordagem. Cabe destacar o reconhecimento dos autores que, embora percebam a necessidade da formação pautada no enfoque CTS, consideram que o mesmo sirva apenas como fator motivacional do ensino, logo, parecem tratar de forma pouco crítica as questões

envolvidas da tríade Ciência-Tecnologia-Sociedade. Entende-se que uma formação pautada no enfoque CTS poderia contribuir com o desenvolvimento de uma consciência ambiental nos educandos, favorecendo a compreensão e superação de situações e de visões reducionistas, preservacionistas ou mesmo românticas sobre a relação com o meio ambiente. Independentemente das ações e enfoques adotados, é fundamental que se alcance a consciência sobre a necessidade da abordagem de tais questões, e que estas sejam realizadas de forma crítica, de modo a transformá-los em sujeitos atuantes na sociedade.

Desta forma, julgamos também necessário discutir as aproximações entre os estudos CTS e as características da abordagem temática, alicerçada nos pressupostos freireanos de educação, além de suas possíveis articulações, pois acreditamos que essas aproximações sirvam de aporte para o tratamento de questões ambientais no ensino de Química e em processos de formação de professores.

Em contraposição a um ensino de Química propedêutico, conceitual, que valorize uma concepção neutra de ciência, assim como o trabalho com conteúdos fragmentados, defende-se que um ensino baseado em abordagens CTS, articulado à pedagogia freireana de ensino, crie possibilidades e favoreça uma formação científica mais ampla e crítica dos educandos. Isto porque tais perspectivas se assentam numa concepção progressista de educação, a qual busca a construção de uma cidadania baseada num projeto de transformação social.

De modo geral, como anteriormente exposto, pode-se dizer que o enfoque CTS procura colocar a educação em ciências em uma perspectiva diferente daquela que afasta o ensino dos problemas sociais (NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006), sobretudo porque esse movimento surgiu, criticando o modelo de desenvolvimento econômico, além de incorporar também aspectos políticos na abordagem educacional através do incentivo ao desenvolvimento de atitudes e da capacidade de tomada de decisão por parte dos alunos (SANTOS, 2008).

Como o desenvolvimento de currículos de ensino que incorporam os elementos da tríade CTS tem em vista um trabalho pautado na utilização de temas sociais locais, ou temas significativos à sociedade, em que os docentes são atuantes no processo de construção/reconstrução curricular (AULER, 2003), os diferentes projetos curriculares e programas de ensino CTS baseados em trabalho com temas podem ser classificados, de forma resumida, como: currículos de enxerto CTS; a

ciência vista por meio de CTS; e CTS puro (NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Já Santos e Mortimer (2002) vão além dessas classificações, pois julgam necessário agrupar cursos/currículos de acordo com a prioridade atribuída “[...] para cada um dos objetivos gerais de CTS e da proporção entre o conteúdo de CTS e o conteúdo puro de ciências” (p.15). Neste sentido, apresentam uma tradução à classificação proposta por Aikenhead (AIKENHEAD, 1994 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2002), ilustrando as diferentes categorias de ensino CTS:

1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação: Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes [...].
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático: Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores [...].
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático: Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores [...].
4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS: Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua seqüência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é a feita partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a seqüência possa ser bem diferente [...].
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS: CTS organiza o conteúdo e sua seqüência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências [...].
6. Ciências com conteúdo de CTS: O conteúdo CTS é o foco do

ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem [...]. 7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS: O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência [...]. 8. Conteúdo de CTS: Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências (*Ibidem*, p. 15-16).

Embora o autor considere que nenhuma dessas categorias represente um real currículo CTS, comenta que as categorias 3 a 6 são, usualmente, as mais citadas na literatura. Podemos ousar ainda associar as categorias 5 a 7 ao ensino pautado nos temas geradores, já que possuem alguns indicativos semelhantes à abordagem temática proposta por Paulo Freire, uma vez que nela a configuração curricular se dá a partir dos temas que, neste caso, derivam da realidade local dos educandos. Ainda que o autor refira-se a “conteúdos de CTS”, e não a temas, podem-se relacionar os objetivos de ensino. Assim, nessas categorias, os conteúdos científicos são subordinados à definição do tema (AULER, 2003).

Tanto os pressupostos da pedagogia educacional de Freire quanto alguns referenciais CTS defendem o trabalho com temas, sendo que ambos reconhecem a necessidade da superação da fragmentação disciplinar. Auler, Dalmolin e Fenalti (2009) apontam ainda como aproximações entre o enfoque CTS e a pedagogia freireana, nos processos de configurações curriculares, que as atividades de ensino-aprendizagem em educação científica sejam desenvolvidas de forma interdisciplinar, destacando a necessidade de sobrepujar visões salvacionistas e de neutralidade atribuídas à C&T, além das decisões tecnocráticas.

Podem diferir entre si a natureza dos temas em Freire e em propostas educacionais CTS, pois, apesar de reconhecerem que o uso de temas deve vir articulado a mudanças nas práticas docentes, os temas no enfoque CTS, adotados por Santos e Schnetzler (2003), são denominados de temas sociais, enquanto que na perspectiva freireana são denominados de geradores, mesmo que em ambos os casos seja clara a abrangência pela inclusão da dimensão social, política, econômica e também ambiental.

Na concepção freireana de educação, os temas geradores resultam de um processo conhecido como investigação temática, que ocorre em cinco etapas. Estas se resumem em: o *levantamento preliminar* das condições da comunidade, que se dá através da realidade vivenciada pelo aluno, partindo então para a escolha das situações significativas, chamadas de *codificação*; já o terceiro passo é conhecido como *descodificação* em que, através de diálogos no local da investigação, chega-se a definição dos temas geradores; a quarta etapa, conhecida como *redução temática*, consiste na elaboração do programa a ser trabalhado na próxima etapa, onde são selecionados os conhecimentos necessários à compreensão dos temas que foram definidos na terceira etapa; por fim, a quinta etapa consiste no *trabalho em sala de aula* propriamente dito, realizado somente após a conclusão dos quatro passos anteriores e do material didático elaborado (DELIZOICOV, 1991).

Santos (2008), ao buscar associar o ensino pautado no enfoque CTS e a concepção educacional de Paulo Freire, ressalta o desenvolvimento de um ensino CTS humanista e dialógico. A visão humanística de ensino de CTS em uma perspectiva freireana propõe que o ensino das ciências, como o da Química, deva produzir ações que transformem o contexto sociopolítico em vigor.

Segundo Nascimento e Von Linsingen (2006), o enfoque CTS pautado na filosofia educacional freireana pode proporcionar “um ensino que vise à formação de educandos que sejam capazes de atuar de forma consciente e transformadora na sociedade em que vivem” (p. 107). A concepção progressista de educação, defendida por Freire, orienta-se por dois princípios básicos, a problematização e a dialogicidade (FREIRE, 1996). Para o educador, a problematização se dá a partir de situações da vida diária do aluno, ou seja, suas experiências de vida. Essas situações são enfrentadas problematizando-as, em um processo em que o educando sente a necessidade de adquirir novos conhecimentos, pois passa a perceber as incompletudes de seu saber, ou seja, parte de sua “consciência real efetiva” em direção a uma “consciência máxima possível” (*Ibid.*), aspectos que demarcam um processo educacional realizado **com** e não **sobre** o educando. Já na dialogicidade dá-se voz ao Outro, ou seja, a educação se faz por meio do diálogo **entre** educador e educando em torno do objeto de conhecimento, portanto, é um diálogo entre conhecimentos. Freire julga ser por meio do diálogo que os seres humanos são capazes de transformar o mundo.

Se tomamos que a educação em Química deve favorecer a formação crítica dos educandos, propiciando a participação em decisões sociais que envolvam conhecimentos acerca das atividades científico-tecnológicas, principalmente no que tange ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia, aposta-se, então, no potencial político-pedagógico dos pressupostos do enfoque CTS articulados à concepção progressista de educação como força teórico-prática capaz de conduzir tal transformação do ensino de Química, especialmente em ações que visem à sustentabilidade do planeta.

Para tanto, consideramos essencial que se efetuem discussões de questões sociais, morais, políticas, econômicas e éticas associadas ao desenvolvimento científico e tecnológico, e seus reflexos no meio ambiente, em todos os níveis de formação.

Tomando como referência os aspectos e experiências aqui apresentados e discutidos, fomos investigar a abordagem de questões ambientais em cursos de Licenciatura em Química, as quais passamos a relatar, iniciando pela apresentação dos aspectos acerca da construção da amostra de investigação e da escolha do instrumento de análise das informações construídas ao longo do processo investigativo.

3. PERCURSO METODOLÓGICO

Passamos a abordar na sequência a caracterização das instituições analisadas, dos documentos selecionados e dos professores formadores entrevistados. Descrevemos também os critérios de construção dos dados, além dos procedimentos analíticos qualitativos aos quais foram submetidas essas informações.

3.1. OS CRITÉRIOS PARA A COMPOSIÇÃO DA AMOSTRA

Em busca da resposta ao nosso problema de pesquisa — *“Em que perspectiva as questões ambientais vêm sendo abordadas em componentes curriculares de Química Ambientais e afins em cursos de Licenciatura em Química das regiões sul e sudeste do Brasil?”* —, selecionamos Instituições Públicas de Ensino Superior que oferecem o curso de Licenciatura em Química nas regiões sul e sudeste do país, utilizando como critério principal a escolha de, no mínimo, uma Universidade Federal por estado. Partindo desse critério inicial, foram selecionadas nove IES, a saber: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Como algumas dessas Instituições de Ensino Superior possuem cursos diurnos e noturnos, com estruturas curriculares diferenciadas, o total foi de 12 (doze) cursos analisados, isto é, doze currículos de Licenciatura, pertencentes a nove IES. Outro critério adotado para análise do(s) currículo(s), é que estes deviam estar em vigor no primeiro semestre do ano de 2009.

No tocante à seleção de disciplinas, os critérios a examinar foram:

- a) As disciplinas oferecidas pelo Departamento de Química das instituições selecionadas;
- b) As disciplinas com adjetivo ambiental ou termos afins (como ecologia, poluição etc.) presentes nos currículos dos cursos de Licenciatura;

- c) As disciplinas optativas oferecidas regularmente e definidas pela coordenação de cada curso selecionado.

No processo de levantamento das informações, visando caracterizar possíveis aspectos ambientais constitutivos das disciplinas, utilizamos descritores tais como: ementas, súmulas, objetivos, tópicos, conteúdos, programas e/ou bibliografias presentes nos planos de ensino das disciplinas. Enfim, indicativos que apontassem uma intencionalidade na realização de estudos sobre questões ambientais atinentes e relacionadas com a Química. Isto possibilitou, então, a seleção das disciplinas de interesse ao processo investigativo.

A partir do processo de construção desses dados, foram escolhidas algumas disciplinas para a realização de entrevistas semiestruturadas (Anexo A) com os professores formadores ministrantes. Como o número de disciplinas selecionadas, de professores e o volume de dados relativos às entrevistas eram muito grandes — e considerando que nossa dissertação está inserida dentro de um projeto de pesquisa do GIEQ —, nosso trabalho concentrou-se em analisar as manifestações dos professores responsáveis por disciplinas que apresentassem em sua nomenclatura a palavra “Ambiental” ou algum termo afim, como ecologia, meio ambiente ou recursos naturais, por exemplo.

Neste sentido, o objetivo central de nosso trabalho foi analisar em que perspectiva as questões ambientais vêm sendo abordadas em componentes curriculares de Química Ambientais e afins cursos de Licenciatura em Química das regiões sul e sudeste do Brasil, identificadas a partir da fala dos professores formadores e de documentos curriculares, além de suas possíveis aproximações com a perspectiva da Química Verde.

Dessa forma, seguem abaixo algumas informações acerca dos cursos investigados e dados correlacionados.

3.2. O UNIVERSO DA PESQUISA: AS INSTITUIÇÕES E OS CURSOS DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Diante dos critérios de seleção para as IES das regiões sul e sudeste do país, e na construção dos dados qualitativos, identificamos características que expressam a estrutura dos cursos de Licenciatura em

Química analisados como, por exemplo, seu regime de oferta, carga horária e objetivos. Estes dados vêm complementar a pesquisa, no sentido de obter informações e aspectos gerais que caracterizam os cursos analisados.

No estado do Rio Grande do Sul, optou-se por analisar os cursos de Licenciatura em Química, oferecidos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), dado que o primeiro se dá na maior e mais tradicional universidade pública do Estado e a segunda por ser uma IES do interior, referencia na discussão de questões ambientais.

O departamento de Química da UFRGS oferece, em regime semestral, os cursos de Química com habilitações em Bacharelado, Licenciatura e Química Industrial. Foram examinados os currículos para os cursos de Licenciatura em Química, oferecidos nos períodos noturno e diurno, que se distinguem apenas por oferecer em semestres diferentes (alternados) as mesmas disciplinas. O acadêmico deve completar um total de 3.195 horas/aula, entre 2.754 horas destinadas às disciplinas obrigatórias, 240 horas às eletivas e 210 horas de créditos complementares. Segundo informa a Pró-reitoria de Graduação (PROGRAD) da instituição, o curso de Licenciatura em Química tem como objetivo:

[...] formar professores de química, com uma forte base humanística, para atuar principalmente no ensino médio. O Licenciado em Química deve atuar com capacidade crítica em relação aos conteúdos a serem ministrados, com competência para elaborar e analisar programas e currículos, montar laboratórios de ensino e ser capaz de indicar bibliografia adequada aos estudantes deste nível de ensino.²²

Já a FURG possui os cursos com habilitação em Bacharelado e em Licenciatura em Química. O curso de Licenciatura é estruturado em disciplinas que funcionam no regime seriado e anual. O estudante deve cumprir quatro séries, num total de 3.050 horas/aula, distribuídas em duas grandes dimensões: disciplinas que se articulam na formação do pensamento químico (1.875 horas/aula) e disciplinas que se articulam na

²²Pró-reitoria de graduação da UFRGS. Disponível em: <http://www.prograd.ufrgs.br/guiaprofissoes/curso_q.htm>. Acesso em: 12/01/2010.

formação do pensamento do professor (885 horas/aula). Para complementar a formação, são necessárias 200 horas/aula de atividades acadêmico-científico-culturais ao longo do curso; o mínimo de 90 horas/aula em disciplinas optativas e a apresentação de uma monografia de conclusão de curso. O Estágio Supervisionado começa já a partir do segundo semestre da segunda série, distribuindo-se até o último semestre do curso e totalizando 405 horas/aula.

Essas estruturas curriculares seguem as Diretrizes Curriculares Nacionais para Formação de Professores da Educação Básica (BRASIL, 2002a), em que a carga dos cursos de Licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior, definida pela Resolução CNE/CP nº2 de 19/02/2002, é efetivada mediante a realização de, no mínimo, 2800 horas, distribuídas da seguinte forma:

- “I - 400 (quatrocentas) horas de prática como componente curricular, vivenciadas ao longo do curso;
- II - 400 (quatrocentas) horas de estágio curricular supervisionado a partir do início da segunda metade do curso;
- III - 1800 (mil e oitocentas) horas de aulas para os conteúdos curriculares de natureza científico-cultural;
- IV - 200 (duzentas) horas para outras formas de atividades acadêmico-científico-culturais.”(BRASIL, 2002b).

Além da preocupação com o cumprimento da legislação, o curso visa:

[...] preparar profissionais que desenvolvam a capacidade de interpretar a realidade em que estamos inseridos, em seus aspectos sociais e políticos e em suas relações com a aplicação pedagógica do conhecimento da Química e áreas afins.²³

²³ Curso de Licenciatura em Química FURG. Disponível em: <<http://www.furg.br/furg/gradua/97.html>>. Acesso em: 12/01/2010.

Em Santa Catarina²⁴, o Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), oferece três habilitações: Licenciatura, Bacharelado, além do Bacharelado em Química Tecnológica, todas em regime semestral.

Em função do recorte que adotamos em nossa pesquisa, analisou-se tanto o currículo antigo do curso de Licenciatura, que ainda está em vigência (em fase de extinção), como também o novo currículo — organizado segundo as normas do Conselho Nacional de Educação (BRASIL, 2002b) —, adotado pela instituição a partir do primeiro semestre de 2009. Este curso novo possui carga horária total de 3538 horas/aula, das quais 216 horas correspondem às disciplinas optativas. O objetivo geral do novo curso de Licenciatura em Química da instituição é “[...] possibilitar aos alunos, a partir dos conhecimentos das áreas de Química e Educação, construir as competências necessárias para sua atuação como professor de Química no Ensino Médio”²⁵.

Já o currículo do curso antigo possuía 3822 horas/aulas²⁶, sem carga horária destinada a disciplinas optativas, e tinha como objetivos os mesmos definidos para o novo curso em vigência.

O Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná (UFPR) oferece também três habilitações: Licenciatura, Bacharelado e um único curso com as duas habilitações, de Licenciatura com Bacharelado. As disciplinas analisadas foram aquelas oferecidas no currículo de Licenciatura em Química, cujo regime é anual. O que diferencia o currículo do curso de Licenciatura do curso de Licenciatura com Bacharelado — com entrada distinta — é que este último possui cinco anos de duração²⁷, ao longo do qual são oferecidas algumas disciplinas em semestres distintos, ou seja, alternadas às do curso de Licenciatura, além de outras disciplinas, oferecidas apenas para a

²⁴ O Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), campus São José, possui desde 2009 o curso de Ciências da Natureza com Habilitação em Química. Em função do recorte da amostra, optamos por não analisar esse curso.

²⁵ Curso de Licenciatura em Química UFSC. Disponível em: <http://www.qmc.ufsc.br/newsite/download/estrutura_curricular/mais_licenciatura.pdf>. Acesso em: 12/01/2010

²⁶ Curso de Licenciatura em Química da UFSC, em extinção. Disponível em: <<http://www.cagr.ufsc.br/relatorios/curriculoCurso?curso=205&curriculo=20091>>. Acesso em: 12/01/2010.

²⁷ Grade curricular do curso de Licenciatura em Química da UFPR. Disponível em: <http://www.ufpr.br/adm/templates/p_index.php?template=1&Cod=392&hierarquia=6.3.2.43.1>. Acesso em: 12/01/2010.

habilitação conjunta e que possui um número maior de disciplinas optativas.

A carga horária total do curso de Licenciatura é de 3.060 horas/aula, sendo que 400 horas correspondem a práticas como componente curricular, 405 horas a estágios curriculares supervisionados, 200 horas a atividades acadêmicas, científicas e culturais e 1.940 horas de aulas para os conteúdos curriculares de natureza científico-cultural²⁸.

O objetivo do curso de Química da UFPR é:

[...] formar o Químico (Bacharel ou Licenciado) com percepção crítica da realidade e situado dentro do seu perfil profissional, com formação generalista, mas sólida e abrangente dos conteúdos da Química em todas suas áreas de atuação, e com domínio das técnicas básicas de manuseio de equipamentos e conhecimento laboratorial, e com condições de atuar em todos os campos de atividades de envolvam transformação da matéria, controle de produtos, interpretação de efeitos e resultados de processos químicos²⁹.

No estado de São Paulo duas instituições foram analisadas, uma localizada no interior, a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), escolhida pela facilidade na obtenção dos dados, haja vista a participação de uma professora desta instituição no projeto de pesquisa desenvolvido junto ao GIEQ, além dos cursos de Licenciatura, Integral (cujas aulas se dão nos períodos matutino e vespertino) e Noturno oferecidos pela Universidade de São Paulo (USP), instituição localizada na capital deste estado, selecionada pela sua importância e pioneirismo.

O curso de Química da USP possui como habilitações o Bacharelado, a Licenciatura e o Bacharelado em Química Ambiental. O Bacharel em Química, cursando disciplinas optativas de seu interesse após um núcleo básico de dois anos, pode obter também o grau de Licenciado em Química, e/ou as atribuições Tecnológicas

²⁸ Seguindo, portanto, as orientações da Resolução CNE/CP 2, de 19 de fevereiro de 2002 (BRASIL, 2002b), publicada no Diário Oficial da União, Brasília, 4 de março de 2002. Seção 1, p. 9.

²⁹ Sobre o curso de Licenciatura em Química da UFPR. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/cqui/Sobre_o_Curso_de_Quimica_da_UFPR.html>. Acesso em: 12/01/2010.

Biotecnológicas e a habilitação com ênfase em Bioquímica e Biologia Molecular.

Nesta instituição, o aluno tem a opção de cursar a Licenciatura em Química em período integral ou noturno. O curso integral possui uma carga horária de 2.700 horas/aula, em que 2.580 horas correspondem às disciplinas obrigatórias e 120 horas às disciplinas optativas eletivas. Já o curso noturno, por possuir uma grade curricular diferenciada, apresenta carga horária um pouco maior, totalizando 3.210 horas/aula, com 3.090 horas de disciplinas obrigatórias e 120 horas de optativas. Ambos os cursos são de caráter semestral, embora o noturno possua um semestre a mais para a integralização curricular.

Nos cursos de Licenciatura da USP (Integral e Noturno), as disciplinas da parte pedagógica integram conhecimentos do campo da Educação na área da Química, com o objetivo de “dar uma formação técnica e humanística ao profissional formado, capacitando-o a exercer a tarefa educativa e contribuindo para preparar os jovens para o exercício de sua cidadania”³⁰. Os cursos estão estruturados:

[...] de forma a associar os conhecimentos químicos a outros interdisciplinares, ampliando a visão do futuro professor, e a outros conhecimentos de caráter mais geral, como História da Ciência e Filosofia das Ciências, garantindo uma visão abrangente da Química como ciência essencial na formação do profissional do ensino.³⁰

Apesar de não ser objeto de nossa análise, destacamos a importância, e também a singularidade, do curso de Bacharelado em Química Ambiental oferecido pela USP, dado que muitas disciplinas podem ser compartilhadas entre os cursos, além dos professores atuantes nos mesmos, podendo assim influenciar na formação dos licenciados numa perspectiva ambiental.

A UFSCar oferece duas opções de graduação: Bacharelado e Licenciatura. Esses cursos³¹ têm caráter semestral, e para a obtenção do

³⁰ Sobre o curso de Licenciatura em Química da USP. Disponível em: <<http://www2.iq.usp.br/graduacao/index.dhtml?pagina=1193&chave=z55>>. Acesso em: 12/01/2010.

³¹ Sobre o curso de Química da UFSCar. Disponível em: <http://www.dq.ufscar.br/index.php?option=com_content&task=view&id=5&Itemid=26&limit=1&limitstart=1>. Acesso em: 12/01/2010

título de Licenciado em Química o aluno deve cursar um mínimo de 3.090 horas/aula, a serem integralizadas através de 2.040 horas aulas para os conteúdos curriculares de natureza científico-cultural, 420 horas de práticas ao longo do curso, outras 420 horas de estágio curricular supervisionado e 210 horas para outras formas de atividades acadêmico-científico-culturais, também implementando, assim, as normas da Resolução CNE/CP nº2 (BRASIL, 2002b). O objetivo do curso é “preparar professores com sólida formação conceitual e pedagógica para o ensino fundamental e médio, contribuindo para diminuir a carência ainda existente na área de ensino da Química”.³²

Ainda na região sudeste do país, uma importante instituição selecionada foi a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Também em caráter semestral, a universidade oferece o Bacharelado e a Licenciatura em Química em dois períodos, o curso diurno e o noturno. Neste caso, ambas as alternativas foram examinadas. Os cursos possuem carga horária total de 3.060 horas/aula, das quais 405 horas são destinadas aos estágios curriculares e 450 horas às disciplinas optativas e complementares.

Na UFMG, a Licenciatura tem como objetivo:

[...] possibilitar aos alunos a aquisição dos conhecimentos estruturadores do pensamento químico, dos processos sócio-educacionais, psicológicos e pedagógicos e desenvolver habilidades específicas para atuar na Educação Básica de forma crítica e reflexiva, bem como para prosseguir estudos em nível de pós-graduação.³³

Outra instituição analisada foi a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que oferece os cursos de Licenciatura e o Bacharelado com atribuições Tecnológicas, ambos em caráter semestral. Para fazer jus ao diploma de Licenciado em Química nesta instituição, o aluno deve cumprir no mínimo 3450 horas/aula. Deste total, 2460 horas correspondem às disciplinas obrigatórias, enquanto 990 horas a requisitos curriculares suplementares.

³² Projeto Político Pedagógico do curso de Licenciatura em Química da UFSCar. Disponível em: <http://www.prograd.ufscar.br/projetoped/projeto_licquimica.pdf>. Acesso em: 12/01/2010.

³³ Sobre os cursos de Química da UFMG. Disponível em: <<http://www.qui.ufmg.br/graduacao/cursos/>>. Acesso em: 12/01/2010.

Aqui, a Licenciatura:

[...] prepara os seus alunos principalmente para serem Professores de Química no Ensino Médio. Portanto, se propõe formar profissionais éticos, preocupados com os problemas educacionais brasileiros, e com a natureza do processo ensino-aprendizagem em Química que ocorre neste segmento escolar. Além disso, procura desenvolver no aluno a capacidade de aprender a aprender, para construir sua própria metodologia do processo ensino-aprendizagem em sua futura atuação profissional. Assim, ao lado do desenvolvimento do domínio de modelos explicativos da Química, o curso se propõe formar alunos com conhecimentos básicos nas teorias explicativas dos processos de como ocorre a aprendizagem, de como são desenvolvidas as habilidades e os diferentes processos didático-metodológicos relativos ao ensino de Química.³⁴

No estado do Espírito Santo, o currículo do curso investigado foi o da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)³⁵. Os cursos oferecidos são os de Bacharelado e Licenciatura em Química. O currículo do curso de Licenciatura é semestral e integralizado em uma carga horária mínima de 3.205 horas/aula, em que 2.835 correspondem às disciplinas obrigatórias e 370 horas às optativas. O curso possui como objetivo geral “a formação de um profissional da Química que tenha conhecimentos sólidos dessa ciência com habilidades e competências como educador, para atuar na área do ensino da Química”.

A caracterização desses cursos e instituições possibilita, juntamente com a análise dos documentos de interesse, identificar as características distintivas de cada um deles, seja no que tange aos seus mais variados objetivos, seja nos aspectos de orientações e de estruturas

³⁴ Sobre o curso de Licenciatura em Química da UFRJ. Disponível em: <http://www.iq.ufrj.br/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=48&Itemid=108>. Acesso em: 12/01/2010.

³⁵ Sobre a grade curricular dos cursos de Química da UFES. Disponível em: <http://www.prograd.ufes.br/cursos_de_graduacao/grades_curriculares/grade_quimica_2006.pdf>. Acesso em: 12/01/2010.

curriculares. A seguir, passamos então a descrever os critérios de seleção dos materiais.

3.3. PROCEDIMENTOS PARA A CONSTRUÇÃO DO *CORPUS* DE ANÁLISE

Durante o processo de construção dos dados foram analisados os planos de ensino e as ementas de todas as disciplinas de Química que faziam parte da matriz curricular dos doze cursos selecionados, incluindo as componentes curriculares integradoras e as optativas ou eletivas, ofertadas pelo departamento de Química de cada uma dessas instituições. Parte do material foi obtida através do sítio eletrônico das respectivas instituições. Contudo, como em alguns casos os cursos não possuíam os documentos disponíveis *on-line*, estes foram adquiridos através de contato direto com as respectivas coordenadorias dos cursos.

Através desse levantamento preliminar foram selecionadas e analisadas as ementas e os planos de 321 (trezentos e vinte e uma) disciplinas³⁶ das várias componentes curriculares que compõem os doze cursos considerados. É preciso lembrar que se buscava identificar disciplinas que apresentassem indícios de tratamento de questões ambientais e sua relação com a Química. Após esse primeiro refinamento, somente 53 (cinquenta e três) foram selecionadas. Apresentamos um gráfico (identificado abaixo como gráfico 1) com a representação percentual entre essas disciplinas.

³⁶ Esse total de disciplinas corresponde ao universo da pesquisa desenvolvida pelo GIEQ, no âmbito do Projeto CNPq 473341/2008-5, sob a coordenação do Prof. Dr. Carlos Alberto Marques.

Gráfico 1 – Representação percentual entre as disciplinas analisadas:

- Disciplinas com indícios de tratamento ambiental
- Disciplinas sem indícios de tratamento ambiental



As informações referem-se à possível abordagem de questões ambientais nas disciplinas de análise. Do total de disciplinas analisadas, somente uma pequena parcela (17%) apresenta indícios de abordagens de questões ambientais, relacionando-as com os conhecimentos químicos. Isso pode ser reflexo da falta de preparo ou preocupação com o tratamento dessa temática nos cursos investigados.

Partindo, então, desse refinamento, e apoiando-se nos critérios já expostos, todas as cinquenta (53) disciplinas selecionadas foram classificadas, a partir de seus planos de ensino (observando suas ementas, objetivos e programa), em quatro grandes grupos, a saber:

1) Áreas clássicas da Química – inclui as disciplinas das áreas de Química Geral, Inorgânica, Orgânica, Analítica e Físico-química que apresentaram alguma relação entre a Química e as questões ambientais. Neste grupo foram classificadas apenas dez (10) disciplinas;

2) Disciplinas das áreas clássicas da Química voltadas aos procedimentos laboratoriais – inclui disciplinas das áreas citadas que demonstraram preocupações com as atividades experimentais e o meio ambiente, enquadrando-se dezoito (18) disciplinas;

3) Disciplinas integradoras – inclui as disciplinas de cunho pedagógico que apontaram para o tratamento das questões ambientais, totalizando dez (10) disciplinas;

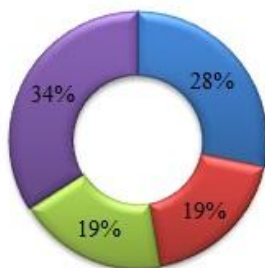
4) Disciplinas Ambientais ou afins – aquelas que na própria nomenclatura constava o termo Ambiental ou alguma palavra que

remetia ao ambiente, como toxicologia, poluição, remediação etc., totalizando quinze (15) disciplinas.

Para uma melhor visualização, apresenta-se a distribuição gráfica também dessas disciplinas (gráfico 2):

Gráfico 2 – Representação percentual entre os grupos de disciplinas selecionadas:

■ Ambiental ■ Clássicas ■ Integradoras ■ Segurança Laboratorial



Constatou-se a existência de uma grande preocupação nas disciplinas experimentais, ou com carga horária dentro do programa destinada às práticas laboratoriais, pois indicavam a abordagem sobre cuidados e segurança com a prática química dentro dos laboratórios de ensino da Química. Índícios que poderiam estar ligados também à questão de conscientização ambiental, na formação dos alunos, envolvendo aspectos como os cuidados no tratamento e na geração de resíduos, ou ainda um trabalho voltado à utilização dos princípios da Química Verde. Estas foram analisadas conjuntamente àquelas classificadas no grupo das disciplinas das áreas específicas.

Quanto às disciplinas que continham na nomenclatura o termo ambiental ou palavras afins, tomamos isso como uma indicação inequívoca de interesse pelo estudo desses assuntos relacionados com o meio ambiente e as possíveis relações com os conhecimentos Químicos.

Já o equilíbrio entre o número das disciplinas das áreas clássicas da Química e das integradoras pode estar refletindo, mesmo que quantitativa ou formal, e ainda que incipiente, uma tendência pela inserção das questões ligadas ao meio ambiente nos processos formativos de professores de Química.

Como anteriormente mencionado, ainda que esta pesquisa seja parte integrante do projeto de pesquisa mais amplo, desenvolvido pelo

GIEQ, o *corpus* de análise se difere deste último dado que, em nossa dissertação, foram analisados somente os documentos das disciplinas classificadas no grupo das “Ambientais ou afins”. A Tabela 1, a seguir, apresenta de forma panorâmica as disciplinas selecionadas, assim como sua carga horária e forma de oferta.

Tabela 1 – Disciplinas com denominação Ambiental ou termos afins dos cursos de Licenciatura analisados

IES	Disciplina
FURG	Química Analítica Ambiental (180h/a, obrigatória)
UFRGS (D/N)	Introdução à Química Ambiental (60h/a, eletiva)
UFSC (1)	Química Ambiental (72h/a, obrigatória)
UFSC (2)	Não há indicação dessas disciplinas no Currículo
UFPR	Ecologia Química (30h/a, optativa); Química Ambiental (30h/a, optativa); Poluição Ambiental e Processos de Remediação (30h/a, optativa); Química de Recursos Renováveis (30h/a, optativa); Química Toxicológica (30h/a, obrigatória); Toxicologia e Segurança Química I (30h/a, optativa); Toxicologia e Segurança Química II (30h/a, optativa)
UFMG (D)	Fundamentos de Química Ambiental (60h/a, obrigatória)
UFMG (N)	Química Ambiental C (60h/a, obrigatória)
UFSCar	Introdução à Química Ambiental (60h/a, obrigatória)
USP (I)	Não há indicação dessas disciplinas no Currículo
USP (N)	Química, Meio Ambiente e Educação (60h/a, obrigatória)
UFRJ	Não há indicação dessas disciplinas no Currículo
UFES	Química Ambiental (60h/a, obrigatória)

Notas: IES – Instituições de Ensino Superior; I – Regime Integral; N – Curso Noturno; D – Curso Diurno; 1 – Currículo em vigor, porém em extinção; 2 – Currículo em implementação.

Uma primeira impressão, a partir dessa tabela, é que os Cursos apresentam em seus currículos disciplinas que buscam dar alguma forma de tratamento às questões ambientais e sua relação com a Química, e isso se deu em quase todas as instituições de investigação, com exceção

da UFRJ, do Curso Integral da USP e do novo Curso de Licenciatura da UFSC, que foram identificadas na tabela como “Não há indicação dessas disciplinas no Currículo”. No novo curso da UFSC, a ausência deve-se ao fato de que as disciplinas analisadas correspondem apenas ao primeiro semestre de 2009, que coincidiu com o início da oferta do curso. Cabe ainda uma observação quanto à disciplina oferecida pelos cursos da UFRGS, por serem classificadas como “eletivas”. Nesta instituição, esse termo é utilizado para designar as disciplinas que são optativas, ou seja, o aluno não possui obrigação de cursá-la.

Em função das disciplinas selecionadas, passou-se, então, à definição dos critérios para a realização das entrevistas, deste modo, a amostra foi constituída pela seleção de pelo menos uma disciplina por instituição, o que resultou na realização de 08 (oito) entrevistas. Visando resguardar a identidade dos sujeitos de pesquisa, durante o processo analítico, os professores formadores entrevistados foram identificados com a seguinte codificação: P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8.

O número de entrevistas realizadas deu-se em função de que o curso da UFRJ, o Integral da USP e o novo da UFSC não apresentam disciplinas com nomenclatura ambiental ou afim, além disso, na UFMG, o professor formador entrevistado é responsável pelas disciplinas tanto do curso Diurno quanto do Noturno. Já na UFRGS a disciplina oferecida nos dois períodos é a mesma. Ressalta-se que o roteiro utilizado foi discutido e elaborado coletivamente pelos membros do projeto de pesquisa coordenado pelo GIEQ, o qual se encontra no Anexo A.

As entrevistas, assim como os documentos obtidos junto aos cursos, foram analisados de acordo com os princípios da Análise Textual Discursiva — ATD — (MORAES, 2003; MORAES; GALIAZZI, 2006), que serão apresentados a seguir.

3.4. A ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA: INSTRUMENTO ANALÍTICO

Em nossa pesquisa, alguns dos principais pressupostos teóricos que orientaram a análise das informações foram apresentados e discutidos nos capítulos anteriores. Da mesma forma, salienta-se que neste trabalho optamos por uma pesquisa de abordagem qualitativa, em que a construção das informações deu-se a partir de uma pesquisa documental que, segundo Caulley (1981 *apud* LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 38), procura identificar informações factuais nos documentos a partir

de questões ou hipóteses de interesse. Considera-se como documento, por exemplo, qualquer registro escrito, como regulamentos, atas, livros, relatórios, arquivos, pareceres, cartas, jornais, revistas, planos de aula e livros didáticos (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 2004).

Para a compreensão e apreensão das questões de investigação, através da pesquisa documental e das respostas dos professores formadores às entrevistas, utilizou-se como instrumento analítico o processo da Análise Textual Discursiva. Este instrumento possui como objetivo a construção de metatextos a partir de textos já existentes, como produções escritas previamente, entrevistas ou depoimentos, por exemplo, ou ainda imagens ou outras expressões linguísticas, para ser compreendido no sentido mais amplo. Considera que novos entendimentos emergem de uma sequência de três ciclos, a saber: a unitarização, a categorização e a comunicação (MORAES, 2003; MORAES; GALIAZZI, 2006).

No primeiro momento o material é fragmentado ou desconstruído, facilitando, assim, a análise detalhada do *corpus*³⁷ e dando origem às unidades de significado, também denominadas unidades de análise ou de sentido (MORAES, 2003), que são extraídas com base nas teorias e pontos de vista do pesquisador em função de sentidos pertinentes à pesquisa. Ressalta-se que o *corpus* de nossa pesquisa corresponde aos documentos derivados dos currículos prescritos, a partir das matrizes curriculares dos cursos de investigação, pontualmente os planos de ensino e as ementas das disciplinas de interesse, além das informações derivadas do currículo oculto, obtidas através das entrevistas realizadas.

Já no processo de categorização, essas unidades de significado são agrupadas segundo suas semelhanças semânticas, cujo objetivo é estabelecer relações que facilitem a compreensão desses elementos unitários constituindo, assim, categorias temáticas que podem ser definidas *a priori* ou então serem emergentes; estas são construídas a partir das informações contidas no *corpus* do texto. Para esta pesquisa optou-se por trabalhar com as categorias emergentes, por serem construídas a partir das informações contidas no *corpus* e em consonância com os objetivos da pesquisa.

Por fim, segue a etapa de comunicação, que consiste na elaboração de textos descritivos e interpretativos, chamados metatextos,

³⁷ O conjunto de documentos analisados é denominado *corpus*.

que descrevem e interpretam os fenômenos investigados a partir das categorias determinadas.

Os textos constitutivos do *corpus* da pesquisa foram analisados conjuntamente, e a análise dos documentos e das entrevistas resultaram em várias categorias, as quais serão apresentadas e discutidas na sequência, no próximo capítulo.

4. AS QUESTÕES AMBIENTAIS NAS VOZES DOS FORMADORES DE PROFESSORES DE QUÍMICA

Partindo do pressuposto que é imperativo que se atue de modo responsável e consciente nas questões que envolvem o meio ambiente, é possível e necessário, portanto, utilizar-se dos conhecimentos científicos ensinados nas escolas e universidades. Obviamente está implícita a necessidade de se superar o senso comum a esse respeito, especialmente porque o tema envolve variáveis com certo grau de complexidade. Por essa razão, optamos por ouvir a voz dos formadores de professores de Química nesse sentido.

Moraes, Lima Jr. e Schaberle (2000) comentam que as tomadas de decisão derivam do entendimento que os indivíduos possuem sobre o que se tem em questão, para tanto, o enfrentamento dos problemas ambientais, inclusive aqueles ocasionados pela ciência e pela tecnologia, depende de como as questões ambientais são compreendidas.

Sendo assim, passamos a discutir tais compreensões por meio das categorias de análise que emergiram da fala dos professores entrevistados e dos documentos curriculares analisados, responsáveis pelas disciplinas de cunho ambiental. Nas entrevistas, encontramos o que esses formadores entendem e afirmam praticar na docência das disciplinas, dos cursos de licenciatura de suas instituições, em relação às questões ambientais, principalmente sobre o tipo de relação que estabelecem entre estas e a Química.

Um de nossos pressupostos já discutidos anteriormente é que as ações pedagógicas voltadas à abordagem de questões ambientais estão pautadas nas crenças e convicções dos docentes, logo, suas práticas devem alicerçar-se fortemente no entendimento que estes possuem sobre o meio ambiente. A respeito disso, Moraes (2004) comenta que a tomada de decisões, de atitudes e de ações está diretamente associada ao modo como as situações (ambientais e pedagógicas) são compreendidas. Portanto, novamente concluímos que é de se esperar que as ações educativas comprometidas com o ambiente derivem da compreensão sobre o meio ambiente desses pelos professores.

Em função disso, e por acreditarmos que o ensino de ciências/Química possa contribuir com a (re)construção das representações de meio ambiente dos futuros professores, algo que influencia diretamente na prática pedagógica, é que constituímos um dos objetivos de nossa investigação: identificar, por meio de comentários

sobre a prática do currículo por parte dos professores formadores entrevistados, como a relação entre a Química e as questões ambientais está sendo concebida e qual a visão de meio ambiente que os sujeitos entrevistados possuem.

Todavia, é imperativo recordar o exposto por Reigota (1997), que relata não existir um consenso na comunidade científica em geral sobre o que é denominado “meio ambiente”, muito embora o autor não deixe de buscar uma definição:

Lugar determinado ou percebido, onde os elementos naturais e sociais estão em relações dinâmicas e em interação. Essas relações implicam processos de criação cultural e tecnológica e processos históricos e sociais de transformação do meio natural e construído (*Ibidem*, p. 14).

Tal definição, contudo, expressa uma compreensão mais ampla acerca das questões atreladas ao ambiente, onde as relações não se resumem aos aspectos naturais (físicos ou biológicos) do meio, mas que inserem relações entre os sistemas que o compõem e que nele estão envolvidos. Essa compreensão é resultante de uma visão globalizante de meio ambiente — e, como já exposto, trata-se da perspectiva por nós compartilhada.

Conforme descrito no capítulo anterior, a definição do grupo de professores entrevistados se deu pela seleção de disciplinas que continham em sua denominação a palavra ambiental ou algum termo afim, que pudesse remeter ao termo Ambiente, tais como ecologia, toxicologia ou poluição. Conforme apresentado anteriormente, isso nos levou a trabalhar com 15 (quinze) disciplinas de 12 (doze) cursos em 09 (nove) IES distintas.

A partir dessas entrevistas e de suas análises — derivadas da utilização da Análise Textual Discursiva (ATD) —, o que segue expressa um rol de categorias que emergiram da fala dos entrevistados, as quais, para efeito de construção dos metatextos (MORAES, 2003; MORAES; GALIAZZI, 2006), foram agrupadas em conjuntos de subcategorias compostas por diversas dimensões ou focos temáticos que se aproximaram ou envolveram tanto nosso problema central como nossas questões de pesquisa. A primeira delas diz respeito às visões de meio ambiente dos investigados, que se expressou no **“Predomínio de uma Visão Restrita de Meio Ambiente”**, composto por subcategorias

identificadas como: O Ambiente como Natureza e A Natureza a Serviço do Ser Humano.

Foram também manifestadas compreensões que constituíram uma segunda categoria identificada como “**A Superação de Visões Restritas de Meio Ambiente**”. Já a terceira categoria de análise foi descrita como “**A Química e Ambiente: uma relação com diferentes compreensões**”, a qual se associam ainda três subcategorias, a saber: Problemas Ambientais como Resultantes de Atividades Químicas; A Química como Remediadora de Problemas Ambientais e Prevenção de Problemas Ambientais: a Química para além da remediação. A quarta categoria trata de aspectos relacionados a “**Sinergias na Abordagem Ambiental em Sala de Aula**”, cujas subcategorias são: O Aporte da Educação Ambiental e da Química Ambiental no Tratamento de Questões Ambientais; A Importância do enfoque CTS nos Estudos sobre a Relação da Química e Ambiente; Aproximações entre Química Verde e Química Ambiental, e Possíveis Interfaces entre a Perspectiva da Educação Ambiental e os Enfoques da Química Verde e Ambiental.

4.1. PREDOMÍNIO DE UMA VISÃO RESTRITA DE MEIO AMBIENTE

Durante a análise das entrevistas foi possível identificar características que nos levaram a entender como o meio ambiente é compreendido por esses formadores. De modo muito expressivo se percebeu a primazia de uma visão restrita de meio ambiente, demarcada por entendimentos em que o ambiente é percebido como natureza, restrito a elementos naturais da fauna e da flora, além de compreensões predominantemente antropocêntricas, em que os recursos naturais são concebidos às necessidades dos seres humanos.

O AMBIENTE COMO NATUREZA

Apesar da diversidade de concepções apresentadas, algumas delas nos remeteram a entendimentos em que o meio ambiente é percebido como sinônimo de natureza. Nessa compreensão o ser humano é descrito como predador e deturpador do meio, caracterizando assim um modo *naturalista* de compreender os aspectos envolvidos no ambiente

(REIGOTA, 1997). Para Godard (1984 *apud* MORAES; LIMA JR.; SCHABERLE, 2000), as representações de meio ambiente, carregadas pelos sujeitos, são dependentes de um sistema de referência. Sendo assim, em abordagens naturalistas, os seres humanos são considerados como referência, e “[...] o meio ambiente como co-sistema de mesmo nível hierárquico que o sistema de referência e exterior a ele [...]” (*Ibidem*, p.91).

Nessas representações, o ambiente é reduzido ao ecossistema, sendo compreendido como um espaço natural, excluindo desse meio os seres humanos e suas inter-relações, podendo assim ser identificado na fala de um dos professores: “[...] se for no primeiro grau né, da quinta à oitava série, os alunos precisam **estudar a água, os solos, precisam estudar os seres vivos né**, embora eles não entrem diretamente na parte de poluição, mas esse enfoque todo [...]” (P1 - grifo nosso).

Apesar de se referir ao ensino no nível fundamental, o professor reconhece a necessidade e a importância de se estudar aspectos relacionados ao meio ambiente. Ao citar os estudos das esferas do ambiente como a água e o solo, acaba restringindo a abordagem aos sistemas físicos do mesmo, ainda que não os reduzindo ao estudo de contaminações ambientais. Vale ressaltar que o formador, ao mencionar os seres vivos, em momento algum os relaciona ou os trata como integrantes do sistema, mas os cita como conteúdos a serem ensinados. Essa visão fragmentada do meio favorece um entendimento reducionista, que acaba passando do professor ao aluno, não contribuindo para a superação de visões simplistas do meio ambiente, como no caso da naturalista, pois não aponta as possíveis interações entre as partes que constituem o meio, ou seja, sua totalidade.

Neste sentido, Tozoni-Reis (2002) infere que a educação assim encarada se reduz apenas à busca pela adaptação dos indivíduos a um mundo que é definido/determinado antecipadamente por processos naturais, o que pode não resultar em mudanças de posturas e atitudes dos alunos.

Outras características dos entendimentos derivados da visão naturalista de meio ambiente ficaram evidentes na fala de mais três educadores entrevistados, quando um deles aponta que: “[...] nas questões ambientais, da esfera, em termos assim, **de poluição, de imediato, com contaminações**, por exemplo, **de rios, mares, lagoas e também da atmosfera tá** [...]” (P3 - grifos nossos).

Apesar de compreender o meio pelo viés de suas partes, difere do entendimento apresentado anteriormente por destacar uma visão em que

as questões atreladas ao ambiente estão diretamente associadas a aspectos de poluição e contaminação. Sendo assim, acaba por caracterizar ações **sobre** os meios bióticos e também abióticos, ainda que por uma conotação negativa das intervenções do ser humano na natureza.

O mesmo entendimento é ainda salientado na fala de outro formador:

[...] **uma movimentação biogeoquímica que leve ao impacto num pequeno recurso hídrico de uma água no meio urbano**, por exemplo, né, isso pode acarretar um comprometimento tal, é, desse corpo hídrico, a princípio em pequena escala, depois em grande escala, atingindo um outro corpo hídrico, ou então essa movimentação de diferentes espécies químicas pode levar a **uma contaminação de atmosfera, de solos, de águas subterrâneas** [...] (P6 – grifos nossos).

Percebe-se que o professor, além de destacar aspectos que resultem na contaminação do meio ambiente, os relaciona a diferentes espécies químicas — por nós interpretadas como substâncias lançadas no ambiente —, como os próprios resíduos químicos. Parece destacar ainda apenas aspectos negativos relacionados à própria Química, pois designa suas substâncias como a causa dos problemas ambientais.

Contudo, em outro momento da fala desse mesmo formador é possível constatar que, apesar de confirmar seu entendimento acerca do meio ambiente, reduzindo-o às esferas da natureza, destaca ainda que a Química pode ser utilizada no controle da geração de resíduos:

Bom, o curso de licenciatura, ele tem uma disciplina introdutória de Química Ambiental, onde são tratados esses conceitos, **ou que permeiam esses conceitos de percepção ambiental**, conceito de evolução de pensamento ambiental e ao mesmo tempo **uma grande carga de biogeoquímica, de química aplicada à gestão de resíduos sólidos, resíduos líquidos e atmosfera** [...] (P6 – grifos nossos).

Desta forma, parece reconhecer o importante papel dessa ciência na remediação dos problemas ambientais, gerados pelo lançamento de substâncias possivelmente tóxicas — já que contaminam o solo, as águas e a atmosfera — na própria natureza, fruto do desenvolvimento de ações ligadas à produção e ao descarte desses resíduos. Esse entendimento resulta, provavelmente, de uma visão naturalista de meio ambiente, pois além de entender os problemas ambientais somente como aqueles localizados no solo, nas águas e no ar, acaba por enfatizar, mesmo que indiretamente, a defesa e a proteção do meio natural.

Todavia, foi ainda possível constatar uma compreensão mais ampla no que diz respeito às questões ambientais, apresentada por um dos professores entrevistados:

As questões ambientais são tudo aquilo que tá relacionado com o meio ambiente, todas essas variáveis, qualquer coisa, um papo, um aspecto, um *outdoor*, contaminação, tudo isso entendo que tá aí no ambiente. Uma questão ambiental é um termo meio assim, **definido com várias variáveis**. O que se trata de uma questão ambiental, aí você tem que ver sob que aspecto, o ponto de vista (P7 – grifos nossos).

A fala do formador remete a um entendimento mais abrangente acerca dos aspectos ambientais, e mesmo que tenha se limitado às exemplificações e generalidades, parece querer expressar uma compreensão em que o ambiente é composto ou resultante de múltiplas variáveis. Pode-se presumir que esse entendimento está representando uma visão mais abrangente do meio.

Cabe registrar que mais abrangente não significa mais crítica e que tais observações foram feitas somente ao final da entrevista, quando o formador foi questionado sobre o entendimento acerca de *questões ambientais*, pois até então havia manifestado explicitamente uma compreensão de problemas ambientais como aqueles relacionados à poluição **do e no** ambiente, como expresso no fragmento a seguir:

[...] a Química Ambiental ela cresceu tanto o aspecto ambiental e são poucas horas pra você falar **de tudo isso, então você falar da poluição do ar, do solo, das águas e fazer todas as interações possíveis**, que a gente sabe que existe, é muito pouco tempo pra você ensinar pro aluno,

então você acaba tendo isso. **Aqui eu procuro relacionar muito, chamar atenção** - aquilo que você aprendeu na físico-química, aquilo que você aprende na analítica, na inorgânica - **é relacionar e pedir a ele pra aplicar aquele conhecimento dentro daquele aspecto de contaminação ambiental** [...] então eles começam a voltar lá naquilo que ele aprendeu com a Química, e vêm uns aspectos também, que é uma prática dentro da Química, que são os acidentes ambientais, como surgiu, como poderia ser evitado, como deveria ser tratado e depois vai abrindo: água, solo, ar, e fechando esse aspecto [...] (P7 – grifos nossos).

É possível inferir características que já foram discutidas anteriormente, pois o formador relaciona os aspectos ambientais à poluição e à contaminação das partes ou compartimentos do meio. Quando fala que é possível relacionar e aplicar os conceitos químicos, parece estar se referindo e reduzindo àqueles derivados das áreas específicas da Química para o tratamento de contaminações ambientais. Não leva em consideração variáveis mais abrangentes, como aquelas ligadas, por exemplo, a aspectos econômicos e políticos, as quais podem estar associadas à poluição do ambiente. Isso nos parece evidenciar uma concepção predominantemente naturalista de meio ambiente, que foi trazida por esse docente.

Cabe destacar, novamente, que a representação carregada pelos professores formadores nas atividades didáticas de sala de aula pode resultar em implicações pedagógicas que não favoreçam os processos de (re)construção das compreensões de meio ambiente junto aos futuros professores. Assim interpretada, uma representação naturalista de meio ambiente, por ser uma concepção fragmentada, em que os seres humanos não são compreendidos como parte do meio (MORAES; LIMA Jr.; SCHABERLE, 2000; COELHO; MARQUES; DELIZOICOV, 2009), não auxilia na (trans)formação dos sujeitos. É importante que se tenha como objetivo a superação de compreensões restritas como essa, pois dessa forma os docentes podem estar sendo preparados para o trabalho com as questões ambientais **da, na e para** o ambiente.

Na mesma direção, Silva (2009) destaca a necessidade do rompimento com visões simplistas de meio ambiente, como a naturalista, da parte dos futuros professores, pois julga — assim como nós — que somente com uma abordagem problematizadora de meio

ambiente os educandos serão capazes de promover o desenvolvimento de atitudes, ações e habilidades que resultem práticas efetivas em prol da sustentabilidade do planeta.

A NATUREZA A SERVIÇO DO SER HUMANO

Associadas às visões naturalistas, nas entrevistas apareceram falas que reforçaram as visões restritas de meio ambiente, vinculadas à ideia de que a natureza está a serviço dos seres humanos, portanto, suas ações sobre o meio são normais, bem como qualquer consequência.

Foi a partir dessas visões de meio ambiente que surgiu a compreensão conhecida como *antropocêntrica* (MEDEIROS, 2002). Um entendimento que coloca o ser humano em uma posição hierarquicamente superior aos outros componentes do ambiente, sendo descrita por Furtado (2004) como:

[...] a relação do homem com a natureza nega o valor intrínseco do meio ambiente e dos recursos naturais, o que resulta na criação de uma hierarquia na qual a humanidade detém posição de superioridade, acima e separada dos demais membros da comunidade natural. Essa visão priva o meio ambiente de uma proteção direta e independente. Os direitos fundamentais à vida, à saúde e à qualidade de vida são fatores determinantes para os objetivos da proteção ambiental. Assim, o meio ambiente só é protegido como uma consequência e até o limite necessário para proteção do bem-estar humano (*Ibidem*, p.151).

Essa concepção ressalta que a natureza encontra-se a favor dos interesses e das necessidades da humanidade, ou seja, existe para servir aos seres humanos, reforçando, assim, uma dicotomia homem-natureza, já que a segunda existe para beneficiar a humanidade. Há o predomínio de uma noção em que a gestão dos recursos naturais é resultante da manutenção e sobrevivência da vida humana.

Neste sentido, embora manifestada por apenas um formador, julgamos necessário também discutir essa compreensão em torno do antropocentrismo, pois esse entendimento instaura uma informação

importante para nossa investigação. É possível identificar o entendimento acerca do meio ambiente, desse docente, já no início de sua fala, quando expõe:

A Química está presente em todos os processos ambientais e, ao contrário do que normalmente se divulga, **não apenas nas questões associadas à poluição ambiental**. Mesmo em um ambiente totalmente isento de interferência, **em virtude de atividades antrópicas** os processos químicos apresentam grande relevância. A compreensão destes processos desempenha um papel decisivo no conhecimento real **dos possíveis impactos associados às atividades desenvolvidas pelo homem** [...] (P4 – grifos nossos).

O professor expressa uma compreensão de que a Química não somente é causadora da contaminação ambiental, mas destaca que ela faz parte do meio ambiente, mesmo que este não esteja poluído. Logo seu entendimento é de que a Química é constituinte do ambiente, presente em compostos e em processos. Além dessas considerações, demonstra uma percepção em que os danos causados **no e ao** meio estão associados a ações antrópicas, ou seja, caso uma substância química seja lançada, prejudicando o ambiente, ela é resultante de atividades do ser humano. Esse entendimento do professor pode abrir espaço para compreensões, principalmente em processos formativos, ligados a conhecimentos para controlar e dominar a natureza, no sentido de colocá-la a serviço do ser humano, ou seja, tal visão, de base naturalista, como a expressa pelo formador, abre precedentes para outra compreensão, em certo ponto, de cunho antropocêntrico, devido à ausência da problematização crítica-transformadora.

É possível afirmar que essa visão apresentada pelo formador está diretamente associada à disciplina que ministra, pois vai ao encontro dos objetivos expressos no plano de ensino da mesma:

Objetivos (competência do aluno): Adquirir o conhecimento básico sobre o meio ambiente, através de uma visão holística, capacitando-o a entender a ligação íntima que existe entre todos os reservatórios (ou compartimentos) do ecossistema. **Adquirir igualmente a capacidade de compreender as mudanças que têm sido**

provocadas no meio ambiente como consequência de atividades antrópicas.

Compreender os mecanismos causadores de fenômenos adversos, bem como sua consequência para nosso planeta e possíveis atividades mitigadoras (Plano de Ensino da disciplina Química Ambiental – grifo nosso).

Por ser tratar de uma disciplina que discute conteúdos atinentes à presença da química **no** ambiente, alguns aspectos destacados pelo professor durante a entrevista são relativos à finalidade da própria disciplina. Logo, nesse aspecto, o currículo oculto parece se aproximar do currículo prescrito.

Cabe ainda destacar que o entendimento de uma “visão holística” parece estar relacionado apenas aos conhecimentos necessários para a compreensão das partes constituintes da natureza, aqui interpretada, por exemplo, como a água, o solo e a atmosfera, não priorizando, assim, um entendimento integral do meio, dado que não exprime a necessidade e importância na abordagem de conhecimentos atrelados a esses sistemas, além de não relacioná-los com os das demais áreas. Novamente, salienta-se que o ser humano é o responsável pelas alterações no meio ambiente, mas é preciso ter cautela ao se fazer uso dessa afirmação, afinal nem todas as atividades humanas são prejudiciais ou estão associadas à emissão de poluentes.

De acordo com Quadros (2009), enquanto se mantiver essa visão antropocêntrica, a proteção ao ambiente natural será limitada, dada a exploração do meio biótico e abiótico. A autora destaca ainda que a escola e a academia possuem papel fundamental para a superação dessas compreensões, necessária para as mudanças posturais, atitudinais e de hábitos em prol do meio ambiente. Isso favorecerá um entendimento de que fazemos parte de uma totalidade, e que seres humanos/natureza são um só. Afinal, os processos educacionais são determinantes para a (trans)formação de concepções acerca do ambiente.

Torna-se, então, necessária a superação de uma visão antropocêntrica de meio ambiente, para que resulte em mudanças éticas, comportamentais e atitudinais, com ações críticas e reflexivas na execução e no tratamento das questões ambientais, pois se os recursos naturais continuarem a ser tratados de forma desprovida de responsabilidade, por influência das ações humanas, danos irreparáveis podem (e já são) ser causados ao meio ambiente.

4.2. A SUPERAÇÃO DE VISÕES RESTRITAS DE MEIO AMBIENTE

Como a crise ambiental desponta desafios aos mais variados sistemas, compreendemos a importância e a necessidade de se realizar mudanças efetivas nos elementos que os definem ou que os originam, dando destaque às ações, às atividades e ao comportamento humano, pois disso derivam os reflexos que podem resultar em situações favoráveis ou não ao ambiente (BIGLIARDI; CRUZ, 2007).

Mudanças culturais e sociais poderão proporcionar alterações no modo como as questões ambientais são compreendidas e tratadas, internalizando as responsabilidades individuais e coletivas. Reconhecemos o papel da educação nesses processos de transformação, dando destaque à contribuição derivada, especialmente do ensino das ciências naturais, proporcionada por uma formação ampla, tanto aos docentes quanto aos estudantes. Silva (2009) ressalta a necessidade e a importância do embasamento de reflexões em torno do meio ambiente na educação formal, pois esta favorece a “[...] formação de cidadãos aptos para a aquisição de valores, tomadas de decisões e atitudes condizentes com o ambiente e a sociedade” (p.2). Para que esses objetivos sejam alcançados, visões reducionistas de meio ambiente devem ser superadas, pois diversas variáveis devem ser consideradas quando se almeja a (trans)formação dos sujeitos em prol do ambiente, e essas ações derivam diretamente da forma como o ambiente é compreendido.

A esse respeito, em nossa investigação apenas três professores parecem apresentar a superação de entendimentos em que o ambiente é reduzido a aspectos naturais ou ainda como sendo tratado de forma a prover a sobrevivência humana. A compreensão por eles apresentada é resultante de uma visão mais abrangente de meio ambiente, pois envolve mais variáveis na abordagem de aspectos relacionados ao meio, além de incluir também o ser humano nesse entendimento, resultando assim em uma concepção *globalizante* de ambiente (REIGOTA, 1997). Em um entendimento como esse, Moraes, Lima Jr. e Schaberle (2000), citando Godard (1984), comentam que o meio ambiente é compreendido como “[...] um sistema englobante que não pode ser compreendido sem se incluir o sistema de referência que faz parte dele” (p. 91), confirmando assim que, em uma visão globalizante, os seres humanos fazem parte do meio ambiente.

Como exposto, tal entendimento pôde ser identificado na fala de poucos educadores, sendo que, dentre as visões de ambiente explicitadas pelos três professores, um deles parece demonstrar uma busca pela **superação** do entendimento de meio ambiente compreendido como *antropocêntrico*, pois além de preconizar a presença do ser humano, dá destaque a suas ações no ambiente:

[...] quando a gente fala de meio ambiente a gente não tá falando só pra eles né, quer dizer, dessa maneira que você tá falando **que ele pensa só nele né**, quer dizer, **você tem que pensar em como você vai deixar o planeta, no futuro, como que você vai educar as pessoas pra elas continuarem cuidando bem do seu planeta [...]** (P5 – grifos nossos).

O fragmento mostra um entendimento em que o ser humano faz parte do meio, pois os indivíduos não devem pensar somente em si próprios. Parece, então, buscar superar a dicotomia entre os seres humanos e o ambiente. Todavia, o professor ainda mantém a ideia de preservar o meio ambiente, com cuidados que precisam ser tomados, levando em consideração a sobrevivência futura para a humanidade. Ainda que de forma restrita, o formador apresenta também um entendimento acerca da sustentabilidade planetária que vai ao encontro da definição apresentada no Relatório Brundtland (CMMA, 1991), pois destaca que a preocupação e os cuidados ambientais devem propiciar o futuro do planeta, e como no Relatório, também o das gerações futuras.

Apesar de apresentar uma visão que remete a um entendimento mais amplo acerca de questões do meio ambiente, não é possível afirmar que esse professor possua uma representação socioambiental do meio, porém reconhecemos que sua compreensão caracteriza a superação de visões reducionistas de ambiente, como as apresentadas anteriormente por outros professores formadores entrevistados. Mesmo não expressando explicitamente o tratamento e a inserção de variáveis políticas, culturais, econômicas, históricas e/ou sociais em seu entendimento acerca do meio ambiente, por relatar uma percepção em que o ser humano encontra-se inserido no meio, fazendo parte do mesmo, pode estar favorecendo uma formação mais ampla (abrangente) de futuros professores de Química, dado que a visão de ambiente carregada pelos sujeitos pode estar diretamente associada à sua prática docente.

Tais observações remetem à fala de outro formador entrevistado (reportada abaixo), pois dá destaque à valorização de diferentes campos do conhecimento para a discussão e, conseqüentemente, à abordagem das questões ambientais:

[...] agora as outras questões ambientais, por exemplo, tem um curso de Química [nome do curso], que são de um ponto de vista mais técnico, mais são desenvolvidos por outros professores né, nessa disciplina que eu te falei [disciplina cuja qual o professor é responsável] a **gente procurava sim, trazer textos até da economia, de economistas, do pessoal de educação ambiental né, maneira mais ampla é de, textos que até, isso até era um problema, era uma linguagem, um tema e um olhar do mundo que o aluno da Química não tá acostumado, ou principalmente de cara não vê tanta relação ou importância**, esse foi um dos problemas que essa disciplina que eu te falei [...]. (P8 – grifo nosso).

O entrevistado faz um contraponto entre uma disciplina, em que o enfoque das questões ambientais é predominantemente técnico, e a sua disciplina, na qual o tratamento se dá pela abordagem de aspectos relacionados a outras áreas do conhecimento, ou seja, uma abordagem multidisciplinar, isto é, não apenas concebida a partir de conhecimentos técnico-científicos relacionados à Química, mas sim através do uso de saberes de outras áreas do conhecimento. A partir de sua fala é possível afirmar que essa relação está mais associada à sua visão de meio ambiente do que propriamente aos objetivos de sua disciplina, expressos no plano de ensino:

Objetivos: [...] **Dar subsídios para a compreensão e análise das implicações ambientais relacionadas a processos químicos utilizados no sistema produtivo.** Reflexão sobre a responsabilidade social do profissional da química e o papel da educação frente a essa problemática. **Aprofundar os conhecimentos sobre a questão educacional voltada à análise e propostas de resolução de problemas ambientais relacionados à química.** Contribuir para a capacitação dos alunos na análise, planejamento, implantação e avaliação de projetos

voltados à educação ambiental (Plano de ensino da disciplina Química, meio ambiente e educação – grifos nossos).

Em relação aos objetivos da disciplina, estes se orientam ao **campo e ao ensino da Química** e sua relação com a problemática ambiental, enquanto que a compreensão do professor entrevistado parece estar vinculada a um entendimento mais amplo das questões do ambiente. Isso se dá principalmente porque ele considera necessário o emprego de outros conhecimentos e entendimentos, derivados de outras áreas, para o tratamento de questões acerca do meio ambiente, mesmo que seu discurso explicita apenas aqueles derivados da economia e da Educação Ambiental. Podemos, então, afirmar que o entendimento apresentado pelo professor é resultante de uma visão *globalizante* (REIGOTA, 1997) de meio ambiente, dada a amplitude de variáveis envolvidas no tratamento de questões ambientais.

O formador ainda dá ênfase aos problemas relacionados à linguagem utilizada por outras áreas, já que o aluno de Química — neste caso, especificamente o da licenciatura — não está habituado. Acreditamos que tais dificuldades podem estar diretamente associadas a seus processos formativos, cuja predominância pode se dar na racionalidade técnica (GOUVEIA; OLIVEIRA; QUADROS, 2009).

Discussões proporcionadas por essas disciplinas/professores favorecem um processo de reconstrução do entendimento acerca do meio ambiente, contribuindo para uma formação mais ampla, demonstrando a importância de se utilizar outros conhecimentos, não apenas científicos, no tratamento da temática ambiental.

O fragmento abaixo, extraído do discurso de outro professor, ilustra uma relação entre esse pensar e o envolvimento social com o tema ambiental:

[...] então eu uso muito o que tá no jornal né, e é incrível porque sempre acontece alguma coisa, de uma semana pra outra que eu posso usar como exemplo, seja lá o quê for que tiver dando. Eu lembro assim, coisas como, por exemplo, a uns cinco ou seis anos atrás, ou um pouco mais, afundou um navio aqui em [nome da cidade] carregado de ácido sulfúrico, nossa, aquilo ali a gente discutiu um semestre inteiro, **vários aspectos, a posição do governo, a posição, porque eu falo muito de direito, eu falo muito**

de relações sociais, falo muito de economia, falo muito de psicologia, porque Química Ambiental é tudo isso, não é Química simplesmente, então eu falo da mídia, como é que foi que reagiu [...] (P2 – grifos nossos).

O entrevistado deixa explícito que para se tratar de questões relacionadas ao meio ambiente é necessário que diferentes temas, assuntos e também interesses envolvidos na sociedade sejam abordados em situações de ensino, dada a complexidade dos aspectos e situações atreladas ao ambiente. Essa percepção está diretamente associada a uma visão globalizante de meio ambiente, carregada pelo formador. Também ressalta que a Química por si só não consegue dar conta de explicar e resolver todos os problemas ambientais, única e exclusivamente através de seus conhecimentos científicos e tecnológicos. A esse respeito, Silva (2009) comenta que para o ensino de ciências é oportuno trabalhar-se com a perspectiva globalizante de meio ambiente, pois reflete a importância de discussões pautadas em aspectos históricos, sociológicos e filosóficos na educação científica.

Valendo-se ainda dessa linha de raciocínio, na sequência de sua fala, o professor entrevistado comenta que:

Um terremoto não é poluição, um vulcão não é poluição, quer dizer vai causar um dano, mas que não é classificado como poluição, então **por causa disso eu preciso ter um conceito mais amplo do meio ambiente, esse conceito mais amplo do meio ambiente, eu preciso ter muito mais conceitos** de Biologia do que de Química, porque eu vou afetar a Biologia. Como eu disse, um biólogo é bem mais ecologista do que um químico é claro, ele tá se defendendo não - só agride, só defende -, então, ele claro, vai estar sempre mais pronto pra se defender do que o químico, **o químico tem que primeiro se conscientizar disso pra depois sair defendendo** [...] (P2 – grifos nossos).

Através desse fragmento, é possível confirmar a afirmação feita acima, pois o formador demonstra a necessidade e a importância de que os sujeitos possuam uma compreensão abrangente do ambiente, e essa consonância deriva realmente da visão globalizante de meio ambiente

que possui o professor. Nela não existe uma dicotomia entre o ser humano e a natureza, pois os seres humanos precisam se conscientizar de seu papel e, a partir da ampliação de seus conhecimentos, atuar preventivamente frente aos danos causados ao meio ambiente, que podem ser então resultantes da superação de visões reducionistas e fragmentadas do meio. Desta forma, expande-se também a compreensão em torno da problemática ambiental para além, exclusivamente, das partes do meio, como a água, o solo e o ar, pois se passa a perceber o que realmente põe em risco a vida e a sobrevivência do planeta.

As concepções apresentadas pelos professores entrevistados levantam indícios de que é necessário o desenvolvimento de atividades e ações que insiram a discussão de aspectos mais abrangentes envolvidos no ambiente, dando assim subsídios para que se compreenda o meio de forma mais ampla, para além de aspectos naturais, já que foi possível inferir que a visão de meio ambiente predominante entre os professores é aquela entendida como *naturalista*. Os resultados obtidos corroboram com pesquisas já desenvolvidas, as quais apresentam como concepção predominante entre professores a mesma visão naturalista de meio ambiente (REIGOTA, 1997; MARQUES *et al.*, 2007; COELHO; MARQUES; DELIZOICOV, 2009).

Em nossa investigação, dos oito professores entrevistados, quatro apresentaram, predominantemente, uma compreensão em que o ambiente se caracteriza como natureza, reduzindo-o exclusivamente a elementos naturais, e um deles apresentou ainda um entendimento em que a natureza encontra-se a serviço dos seres humanos. Acreditamos que essas compreensões reducionistas de ambiente possam ser resultantes ou um reflexo cultural, pois, como constatou Crespo (2001) em sua investigação subsidiada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), a população brasileira percebe o meio ambiente como sinônimo de fauna e flora. Outra possível justificativa pode estar associada à visão de mundo fragmentada das sociedades ocidentais, que desconsidera a complexidade do mundo, suas interações, inter-relações e inter-retroações (MORAES, 2004). Um forte indício pode estar associado aos processos formativos desses próprios docentes universitários, pautados predominantemente, se não exclusivamente, em processos científicos e tecnológicos, possivelmente baseados no racionalismo técnico e com pouca — ou nenhuma — formação pedagógica.

Todavia uma parcela de professores (três, dos oito entrevistados), apresentou visões mais ou menos estruturadas sobre formas de

superação nas compreensões mais restritas de meio ambiente, percebendo o ser humano como parte do meio. Um desses formadores percebe essa relação, salientando ainda as ações dos seres humanos **sobre** o ambiente, compreensão que caracterizamos como uma superação à visão antropocêntrica de meio ambiente. Contudo, foi possível identificar apenas na fala de dois entrevistados uma compreensão globalizante do meio, pois consideram como essencial o emprego do conhecimento de outras áreas para um efetivo entendimento e atuação frente à complexidade de questões envolvidas na temática e nos assuntos acerca do meio ambiente.

Como destacamos anteriormente, as ações educativas são associadas às representações de meio ambiente carregadas pelos educadores, logo os futuros professores de Química podem acabar reproduzindo uma prática de ensino fundamentada e baseada nas representações de seus formadores. Sendo assim é necessário que os cursos de formação de professores de Química levem em consideração e busquem estratégias educacionais problematizadoras dessas visões e que proporcionem a construção de conhecimentos integrados, derivados de entendimentos abrangentes de meio ambiente, especialmente de sua relação com a Química.

4.3. QUÍMICA E AMBIENTE: UMA RELAÇÃO COM DIFERENTES COMPREENSÕES

Uma compreensão que seja abrangente e que englobe a complexidade dos aspectos envolvidos nas questões ambientais pode favorecer o desenvolvimento de práticas e ações mais responsáveis em prol do meio ambiente, inclusive àquelas relacionadas a atividades pedagógicas numa perspectiva de ensino em favor da cidadania. Associada a essa visão de meio ambiente está a da representação de ciência por parte dos sujeitos envolvidos nos processos formativos. E, no caso da educação química, os entendimentos acerca das questões ambientais e suas diferentes relações com as atividades químicas têm um grau de importância maior. Aspectos fundamentais que têm consequências nos processos de ensino. E foi nesse sentido que também buscamos inferir de que forma os professores entrevistados compreendem (ou não) a relação existente entre as questões ligadas ao

meio ambiente e o desenvolvimento da ciência Química e o uso de seus produtos.

A partir da análise das falas, foi possível identificar três entendimentos predominantes em torno da relação entre a Química e as questões ambientais³⁸. Elas são enunciadas por percepções em que a Química — e suas atividades — é interpretada ou como a causadora dos problemas ambientais, ou ainda no reconhecimento dela como responsável também pela resolução (remediação ou *remediation*) dos problemas ambientais, ou, por fim, a admissão que a Química pode agir na prevenção dos problemas prejudiciais ao meio ambiente.

PROBLEMAS AMBIENTAIS COMO RESULTANTES DE ATIVIDADES QUÍMICAS

De forma geral, os professores apresentaram entendimentos de senso comum, no sentido de como compreendem a relação entre as questões ambientais e a Química. Talvez porque todos expressaram uma visão reducionista, relacionando as questões de meio ambiente somente como problemas. Dos investigados, uma parcela (três formadores) atribui exclusivamente à Química — e suas diferentes esferas de atividades — a responsabilidade pela geração desses problemas. Tais interpretações, de acordo com Marques e Cols. (2007), reforçam uma conotação negativa à Química, além de serem resultantes de entendimentos fragmentados sobre o que são os problemas ambientais. Afinal, aspectos econômicos, políticos, culturais e sociais a eles atrelados parecem não ser problematizados, consolidando uma percepção culposa à ciência (Química), desconsiderando também suas contribuições ao desenvolvimento científico, tecnológico e social.

Essa forma de entender a relação entre a Química e as questões ambientais encontra-se expressa no seguinte fragmento:

A distribuição de poluentes não tratava de Educação Ambiental tá, quer dizer, **o enfoque**

³⁸ Convém lembrar que “questões e problemas ambientais” não se referem à mesma coisa. Em nosso estudo, o termo “questões ambientais” é mais amplo, pois engloba diversos aspectos, incluindo, dentre eles, os próprios problemas ambientais. Destaca-se que muitos entrevistados não fazem essa distinção.

tava na **Química mesmo**, no conteúdo, e a questão ambiental tava junto, **quer dizer, era o problema, gerador do problema, como é que um poluente, quer dizer, uma substância química, pra onde ela vai para o ambiente**, propriedades, de acordo com as propriedades dela, o que você pode prever, de onde ela vai tá e [em] que compartimento ela vai preferencialmente estar né, era um pouco este o enfoque (P8 – grifos nossos).

O professor refere-se ao tipo de tratamento dado às questões ambientais ao longo do desenvolvimento de sua disciplina, deixando evidente seu entendimento: essas questões estão diretamente associadas à geração de problemas ambientais, cuja responsabilidade é da Química.

A Química sendo interpretada como causadora de problemas ambientais pode ser resultante de uma visão limitada e pouco refletida de seu papel, afinal seus conhecimentos deveriam ser utilizados para ampliar a visão dos estudantes — neste caso, os futuros professores de Química — para uma atuação consciente frente à temática ambiental e ao papel que um professor de Química pode desempenhar na formação crítica e socialmente comprometida dos seus alunos.

De forma específica, relaciona as substâncias químicas a essas adversidades produzidas no meio, cujo entendimento e interpretação são dados a partir de conteúdos químicos, ou seja, os conhecimentos derivados e desenvolvidos pela Química. Este último aspecto é bastante positivo, pois se refere ao uso do conhecimento na interpretação de problemas relevantes. Todavia, permanece ou reforça a ideia de que a Química é ruim e a que causa os problemas ambientais.

Podemos ainda inferir que a abordagem e o tratamento dessa temática se dão por meio da Química **no** ambiente, por preocupar-se em investigar o destino (e a distribuição) dessas substâncias, além de suas propriedades, e assim suas interações com as partes constituintes do meio, podendo então ser resultante de estudos e entendimentos derivados da própria Química Ambiental, já que se dedica também ao estudo de processos e modificações que ocorrem no meio, decorridos, ou não, de ações antrópicas.

Outro investigado, quando questionado sobre a possível relação existente entre as questões ambientais e a Química, apresentou entendimento similar ao sujeito acima, perceptível através de seu depoimento:

[...] eu dou aula de Química Ambiental e a minha primeira aula, no primeiro dia eu sempre faço a mesma pergunta pros alunos, eu pergunto se a Química polui. Invariavelmente eles dão como resposta – depende – e aí eu digo pra eles que **não depende coisa nenhuma, que ela polui sempre**. Eles ficam meio chocados. Eu sempre faço essa pergunta porque **a gente tem a tendência de querer desculpar a Química**, então tu vem com aquela história que depende, se tu fizer direitinho, **se não deixar nenhum resíduo, não vou gerar poluição**. Ué, **ela vai poluir sempre** [...] (P2 – grifos nossos).

É explicitamente anunciada pelo professor sua percepção de que a Química polui, e é responsável então pela produção dessa poluição, por mais que cuidados sejam tomados nos processos e que nenhum resíduo seja gerado. Para ele é inevitável que poluição seja originada. Assim, como no fragmento anterior, o formador expressa uma compreensão parcial do que vem a ser a Química e seu papel na sociedade, pois parece não reconhecer suas contribuições, fortalecendo assim uma visão negativista da ciência (Química).

Segundo Moraes (2004), reduzir questões ambientais a problemas ambientais é, na verdade, um reflexo de visões fragmentadas de meio ambiente. E a poluição, explicitada pelo professor, não pode ser interpretada de outra forma que não seja prejudicial ao ambiente, porém, isso não significa que toda a poluição seja química ou gerada pela indústria química. Por outro lado, cabe destacar que, paradoxalmente, esse investigado é o mesmo que expressou uma visão mais abrangente de meio ambiente, conforme discutido anteriormente, e que também expressou um entendimento de que a Química isoladamente não dá conta de solucionar e resolver os problemas ambientais. Apesar de associar a Química à contaminação ambiental, percebe a necessidade da apropriação e utilização de conhecimentos de outras áreas para o entendimento e enfrentamento dos problemas ambientais, e, nesse sentido, contraria, de certo modo, a afirmação expressa por Moraes (2004) relativa às visões fragmentadas de meio ambiente.

Já de acordo com Coelho, Marques e Delizoicov (2009) é necessário que se problematize o entendimento acerca dos problemas ambientais, dado que sua apreensão resulta em “[...] implicações às ações pedagógicas que apontem para uma compreensão e atuação

capazes de contribuir em sua superação [...]” (p.3), afinal a abordagem de questões ambientais nos processos formativos é importante, especialmente para os químicos, incluindo os professores de Química. É necessário compreender os processos que interferem e modificam o ambiente, já que nós químicos trabalhamos e estudamos os diferentes aspectos ligados à transformação da matéria. Se durante o processo formativo forem problematizados os diferentes entendimentos dos estudantes sobre o meio ambiente e a relação com a Química, muito provavelmente se sentirão os reflexos em suas práticas futuras relacionadas à tutela do ambiente.

Outro entrevistado demonstra um modo de pensar semelhante ao anterior, e ainda que ressalte e destaque o papel da Química, considera que intervenções mais amplas e com o aporte de outras áreas — que também constituem e fazem parte do ambiente, transformando negativamente o planeta — sejam essenciais à abordagem de problemas ambientais:

[...] Tem outras áreas ambientais que não necessariamente tão ligadas à Química né, por exemplo, outras áreas de gerenciamento, outras áreas relacionadas à administração ambiental, essas não têm muito a ver com Química. **Agora, no que se refere à poluição, contaminação e qualidade ambiental, a Química está absurdamente envolvida e necessária nessas abordagens** (P1 – grifos nossos).

Do mesmo modo que os professores citados anteriormente, esse investigado relata que a Química está associada à geração de problemas ambientais ligados à poluição e à contaminação, afinal é essencial sua abordagem no tratamento de aspectos relacionados à problemática ambiental. Ainda que manifeste que outras áreas, não associadas ou procedentes da Química, sejam necessárias à abordagem de questões atreladas ao ambiente, delega exclusivamente à Química a responsabilidade tanto pela produção de impactos ambientais quanto outorga a essa ciência a inevitável responsabilidade para o tratamento de aspectos atrelados a essas questões. Cumpre notar que os conhecimentos técnico-científicos dessa ciência podem também ser utilizados para solucionar problemas ambientais.

Podemos associar a compreensão desse formador acerca das questões ambientais à sua visão de meio ambiente, identificada

anteriormente como naturalista. Por perceber o meio de forma fragmentada, transpassa o mesmo reducionismo para tais questões, já que interpreta o meio a partir de suas partes (MORAES, 2004), além de reduzir sua relação com a Química à geração de problemas ambientais e de excluir o ser humano, suas ações e interações com o meio.

Convém destacar que em nenhum momento os três professores acima indicados referiram-se a outros aspectos relacionados à origem dos problemas ambientais, pois todos, sem exceção, desconsideraram a ação dos seres humanos no meio. Tais interpretações podem resultar em implicações pedagógicas, gerando consequência nos processos formativos, pois não levam em consideração a ação dos seres humanos sobre o meio biótico e abiótico (COELHO; MARQUES; DELIZOICOV, 2009), reforçando visões de neutralidade científica entre os futuros professores.

Neste sentido, Freitas e Cols. (2010) apontam a necessidade de organizar a percepção ambiental dos indivíduos acerca das questões ambientais. Defendem que isso seja feito pela perspectiva da complexidade ambiental, pois o estudo do grande número de processos, fenômenos e informações, ao serem cruzados, auxiliaria em uma análise mais ampla e interacionista da temática ambiental. Isto, no caso da formação de professores de Química, poderia auxiliar nas discussões e abordagens de maior qualidade e profundidade sobre a relação entre essa ciência e as questões ambientais, incluindo os próprios problemas ambientais.

A QUÍMICA COMO REMEDIADORA DE PROBLEMAS AMBIENTAIS

Também percebendo a relação que a Química possui com o meio ambiente, e mesmo que orientados pelo viés de que as questões ambientais estejam relacionadas essencialmente a problemas ambientais, quatro professores investigados expressam entendimentos de que essa relação não se resume apenas à geração de problemas, mas sim que ela pode contribuir para também solucioná-los.

Como já dito, esses entendimentos podem estar diretamente associados às visões de meio ambiente dos professores, já que é a partir da compreensão de ambiente dos sujeitos que suas ações se orientam. Os investigados que apresentam essa compreensão acerca da

remediação de problemas ambientais se orientam por visões que giram em torno do naturalismo e do antropocentrismo, ou de sua superação.

Outra característica comum por eles apresentada é que o enfrentamento de algumas questões que afetam a sociedade contemporânea está especialmente associado à produção e utilização de energia, o que pode ser constatado no seguinte trecho:

[...] Atualmente, por exemplo, **tem se tentado trabalhar de forma mais aprofundada com as questões envolvendo demandas energéticas no planeta, uma vez que a matriz energética mundial tem sido um dos fatores responsáveis por aquilo que se denomina Mudanças Climáticas Globais**, dado o incremento na produção dos chamados gases estufa decorrente principalmente da queima de combustíveis fósseis [...] (P4 – grifos nossos).

Os problemas ambientais por ele relatados derivam das demandas energéticas mundiais, pois, dependendo da fonte utilizada para a sua produção, acarretam prejuízos ao meio ambiente, dado que podem poluir, por exemplo, a atmosfera, a partir da queima de combustíveis fósseis. Como o processo é cíclico, a emissão desses gases é responsável pelos danos associados às mudanças climáticas, que estão ligados ao aumento da concentração de gases do efeito estufa, podendo então estar relacionados aos impactos causados pelo aquecimento global, pelo aumento gradativo do buraco na camada de ozônio, além do acúmulo de gases como o dióxido e o monóxido de carbono e dos CFCs na atmosfera. Neste sentido, demonstra domínio e conhecimento científico.

Apesar de admitir que esses problemas não derivem exclusivamente de atividades químicas, mas são resultantes do uso indevido ou desenfreado de suas substâncias, reconhece a necessidade e a importância de se abordar, nos processos formativos, aspectos atrelados a essa demanda energética.

Embora não seja possível afirmar, a partir do exposto por esse professor, pode-se inferir que o curso de Licenciatura em Química de sua instituição apresenta cuidados e/ou preocupações com a formação ambiental de seus licenciandos, pois o comprometimento e a atuação consciente com o meio ambiente podem estar sendo desenvolvidos e também derivados de conhecimentos acadêmicos científicos, podendo

ser foco de estudos quando se tratam de questões associadas a matrizes energéticas.

Mesmo que reconhecida a necessidade do uso de energia para a sobrevivência do planeta, paradoxalmente ao entendimento anterior, algumas afirmações de outros investigados relatam também um entendimento em que a Química é responsável pela poluição, porém percebem que a demanda energética e sua produção — derivada de fontes não renováveis — são também causadoras de danos ao meio ambiente. Tais observações são constatadas no início de outra entrevista:

Bom, eu acho que é uma relação [entre a Química e as questões ambientais] estreita e profunda, complexa né, porque **se nós pensarmos em todas as atividades que nós desenvolvemos** pra manter o nosso padrão de crescimento e desenvolvimento, conforme se entende isso né, como desenvolvimento e crescimento [...] **pra fazer isso nós precisamos de demanda de energia**, e toda vez que a gente precisa de uma demanda de energia, nós alteramos ciclos biogeoquímicos que são estreitamente correlacionados entre si, e aí com essas alterações **nós propiciamos né, ocasionamos uma série de modificações no nosso ambiente original** que acarreta com consequências que muitas vezes têm uma dimensão intercontinental planetária ou global, como se diz né, então a Química ela tá inserida nessa alteração dos ciclos biogeoquímicos, [...] **então a Química interage com todas essas possibilidades de alterações desses compartimentos de interesse ambiental, então eu acho que aí que tá a grande interface da Química com o meio ambiente né, da Química como um todo** (P6 – grifos nossos).

Importante destacar, a partir desse fragmento, extraído da fala do entrevistado, o reconhecimento da relação entre as atividades humanas com os problemas ambientais, entendimento que até então não havia sido identificado.

O formador faz também uma relação entre a problemática ambiental e a demanda energética populacional, pois da necessidade de desenvolvimento e de crescimento da população é que deriva um maior

consumo de energia. Interessante que o próprio docente problematiza os entendimentos acerca de crescimento e desenvolvimento, demonstrando possivelmente uma superação da visão salvacionista atrelada à C&T e também da linearidade de progresso, como aquela criticada por Auler (2002), pois crescimento não é sinal de desenvolvimento e tampouco o inverso, dado que vários fatores, como os próprios problemas ambientais, estão invariavelmente a eles vinculados.

Como percebe que a Química é constituinte do meio, e que ações antrópicas causam modificações na constituição do ambiente, resultando, então, em alterações, como as explicitadas pelo professor, nos ciclos biogeoquímicos dos sistemas naturais. Essas características podem também estar associadas aos estudos da própria Química Ambiental, pois, conforme exposto anteriormente, é uma área da Química que muito tem contribuído com os estudos e discussões dessa ciência frente à tutela ambiental. Mesmo que suas reflexões relacionem-se essencialmente com a composição das partes do ambiente, como a Química da atmosfera, da água e do solo, estende-se também ao estudo de ações antrópicas no meio, ou seja, da Química **no** ambiente. Seus conhecimentos — assim como os da própria QV — auxiliam na remediação de problemas ambientais oriundos de atividades humanas, que não consideram os cuidados a serem tomados, quando se objetiva a preservação do ambiente.

Esse entendimento pode estar relacionado com a própria visão de meio ambiente desse formador, pois ele o interpreta a partir de aspectos naturais, cujos problemas são associados às ações dos seres humanos **no** meio, resultantes de compreensões naturalistas do meio. Existe, então, a necessidade de que a formação docente auxilie em mudanças éticas e também comportamentais, já que suas crenças podem refletir na sua prática futura em sala de aula. Neste sentido, é importante que não apenas conhecimentos químicos sejam utilizados na proposição de soluções a problemas ambientais, mas também o de outras áreas, pois não é tão simples lidar com todas as variáveis envolvidas nas questões do ambiente.

É possível interpretar ainda o reconhecimento do papel da Química na resolução de problemas associados às demandas energéticas, a partir, por exemplo, do desenvolvimento e da produção de novas formas de energia, e que sejam menos poluentes, as quais minimizam a emissão de gases tóxicos na atmosfera, e como exposto anteriormente, acabam então favorecendo a redução da poluição ambiental. Associado a essa compreensão, e relacionando a produção

energética com sustentabilidade, um dos entrevistados comenta explicitamente essa abordagem na sua disciplina:

Bom, então, a disciplina que eu dou, Química Ambiental a gente tenta relacionar ao máximo né, da Química com os assuntos relacionados com o meio ambiente, eu dou **uma parte da Química que fala muito de energia, energia e sustentabilidade**, então a gente mostra todo problema de petróleo, de usinas hidrelétricas, usinas a carvão, usinas nucleares, efeitos desses produtos que se usa pra produzir essa energia, os efeitos disso ao meio ambiente, a população, então é Química pura, tem tudo a ver com Química, aí eu tento também depois, conforme vou seguindo essa parte da disciplina eu tento mostrar como, o que um químico, **eu tento mostrar pros alunos o que um químico poderia fazer, poderia propor pra melhorar alguma coisa, tipo reciclagens que a gente tenta mostrar [...]** (P5 - grifos nossos).

Como reconhece a relação estabelecida entre a Química e a produção de algumas formas de energia, além de seus reflexos no meio ambiente, destaca que é papel do químico solucionar problemas derivados, ou ainda formas para melhorar o desenvolvimento desta ciência.

Ao expressar o reconhecimento da Química com a origem de energia, associa ao químico o papel de desenvolver novas formas de energia, além de resolver problemas atrelados à produção/utilização vigente. Logo, reconhece as ações do ser humano **para e no** ambiente, superando uma dicotomia existente entre eles. Esse entendimento parece estar diretamente associado à sua compreensão de meio ambiente, afinal ele expõe a necessidade da superação do relacionamento antropocêntrico com a natureza, pois destaca que é preciso ter cuidados com o meio ambiente, repercutidos em ações voltadas à preservação ambiental. Essa percepção pode também estar diretamente associada à sua preocupação com a sustentabilidade planetária. O que se espera é que este modo de ver a relação ser humano-natureza também reflita em sua prática docente, envolvendo o ensinamento dos conhecimentos científicos. A esse propósito, Freitas e Cols. (2010) comentam que percepção juntamente com conscientização, aliadas ao conhecimento científico,

são potenciais que auxiliam na conservação e na preservação do meio ambiente.

O tema da sustentabilidade ambiental é um assunto muito debatido atualmente e ainda que não seja o tema central de nossa pesquisa, em casos específicos, como os ligados a matrizes energéticas, Torresi, Pardini e Ferreira (2010b) exprimem com clareza cuidados a serem considerados quando a redução de impactos ambientais é almejada visando à sustentabilidade planetária:

Há convicção de que se deve adotar uma nova matriz energética menos poluente, a partir de fontes renováveis, em substituição ao petróleo e combustíveis fósseis e que devem ser desenvolvidas novas tecnologias para o aproveitamento da biomassa para produção de intermediários químicos e novas matérias mais eficientes e biodegradáveis [...] (*Ibidem*, p.1433).

Práticas e cuidados como os sugeridos pelos autores podem ser associados aos processos derivados da Química Verde, que apesar de reconhecer o papel da remediação dos problemas ambientais, prima por sua prevenção, ou seja, procura evitar que sejam causados. Em se tratando da sustentabilidade, julgamos essencial que os princípios da QV sejam perseguidos (MACHADO, 2004) não somente por químicos bacharéis ou industriais, mas também por professores. Integrada a outras práticas, a exemplo da reciclagem defendida pelo entrevistado, estas podem se associar às ações voltadas à Educação Ambiental, as quais favorecem mudanças posturais e atitudinais nos indivíduos. Tais práticas, quando associadas a conhecimentos científicos, como os químicos, podem formar cidadãos cientes de seu papel, profissionais competentes e também atuantes na sociedade.

A formação dos licenciandos, na instituição onde esse professor exerce a docência, pode estar sendo favorecida pelos entendimentos expressos por ele, pois, se o ensino for dessa forma desenvolvido — problematizando-se, neste caso, fontes de energia; superando a dicotomia ser humano-natureza, discutindo aspectos relacionados ao papel dos químicos na resolução de problemas ambientais para que se reflita acerca da sustentabilidade ambiental — pode beneficiar entendimentos mais amplos das questões ambientais, possibilitando, assim, ações positivas na prática docente desses futuros professores de Química em prol do meio ambiente.

A mesma compreensão sobre a necessidade de se explorar o papel da Química para a solução de problemas ligados ao meio ambiente é também percebida no seguinte depoimento de um entrevistado:

Então eu sempre tô dando exemplos, dentro da aula de Ambiental, e não só falando do poluente que isso é inofensivo, o que vai causar ao ambiente, ao ser vivo né, todo o meio, **mas sim dando como e como solucionar o problema né, que é importante você dar a solução também**, eu falo com os alunos - não adianta eu te dar uma aula aqui de poluição atmosférica tudo, e dizer que determinadas fábricas poluem, e vocês saírem daqui, levantar a bandeira e bater na porta da fábrica, não é esse o caminho, **é você levar soluções pro problema ser resolvido, e vocês como químicos, vocês têm essa capacidade né** -, é mais ligando a esse aspecto, a gente tem que limpar essa imagem do químico (P7 – grifos nossos).

Apontando a importância de se abordar a problemática ambiental, expressa que é estritamente necessário tratar também dos aspectos associados à sua solução.

Como todos os professores formadores, que reconhecem o papel dos seres humanos e sua interferência tanto na geração quanto na solução dos problemas ambientais, causados pelo uso inadequado da Química, esse formador destaca que é papel do químico apresentar soluções, a partir da aplicação de seus conhecimentos, para a resolução e superação dos impactos causados por suas atividades e/ou substâncias, e de suas interações com o meio ambiente. Essa opinião reflete um entendimento sobre a relação entre as atividades desenvolvidas pelo ser humano e o ambiente, associada a visão naturalista de meio ambiente do formador, reportado no fragmento anterior.

É comum a forma como certos investigadores lidam com essa relação, afinal estes deixam transparecer um entendimento em que o meio ambiente é reduzido exclusivamente a elementos naturais, enquanto não conseguem desvincular o papel da Química e dos químicos quando tratam de assuntos relacionados a problemas ambientais. Essas representações parecem ser resultantes de visões fragmentadas de natureza, e de certo modo uma visão fragmentada de

mundo, já que “os seres humanos e suas atividades ainda são considerados de forma isolada no mundo” (MORAES, 1998, p.36).

O autor ainda destaca que é necessário que novos estilos de desenvolvimento sejam efetuados, pois o enfrentamento das questões ambientais deve ser capaz de tornar os seres humanos e suas atividades compatíveis com o meio. Ele reconhece que isso somente será possível a partir de transformações sociais e culturais, resultantes da superação da fragmentação dos conhecimentos.

O ensino de ciências, mais especificamente o de Química, pode auxiliar no desenvolvimento de habilidades ao se lidar com a complexidade das questões ligadas ao meio ambiente, formando cidadãos e profissionais capazes de atuar conscientemente junto ao ambiente (MORAES, 1998). Também, neste sentido, Coelho, Marques e Delizoicov (2009) julgam que o entendimento da gravidade dos problemas ambientais através do ensino de ciências pode contribuir para alcançar a compreensão de situações significativas, ou seja, aquelas manifestadas a partir da contradição existente no contexto em que se encontram inseridos os educandos (DELIZOICOV, 1991).

É reconhecida a relação que a Química possui com a geração de alguns problemas ambientais, quando derivados de sua utilização e aplicação desprovida de preocupação e cuidados com o meio ambiente. Da mesma forma, porém, seus conhecimentos e atividades são essenciais para a solução desses problemas, como aqueles derivados da Química Ambiental e da Química Verde, por exemplo. Aposta-se ainda na necessidade de se prevenir a geração desses problemas desde a fonte, evitando assim danos ao meio ambiente, e é disso que tratam os princípios apregoados e as pesquisas desenvolvidas pela Química Verde. Sua abordagem parece ter alguma relação com alguns temas da QA e da EA (CORTES JR, 2008), de modo que, conjuntamente, podem favorecer a formação de profissionais da Química, incluindo seus professores, mais críticos e ajudando na superação da crise ambiental.

PREVENÇÃO DE PROBLEMAS AMBIENTAIS: A QUÍMICA PARA ALÉM DA REMEDIAÇÃO

A Química não somente como prática científica, mas também como disciplina formativa, pode ser muito útil para a compreensão das questões atreladas ao meio ambiente, pois além de fazer parte do meio,

favorece estudos relativos às interações entre as substâncias que o constituem e também daquelas que o poluem. Seus conhecimentos podem ainda ser utilizados para compreender e atuar preventivamente em situações que podem causar danos ao ambiente. Aspectos que corroboram as afirmações de Melo (2005), que reconhece que o ensino da Química não pode ser restrito “[...] à compreensão das reações, à quantificação energética e à definição das propriedades físicas e químicas das substâncias envolvidas na produção de bens de consumo [...]” (p.77), mas é preciso que se estenda aos estudos dos impactos de suas atividades, para que sejam desenvolvidas ações em prol da sustentabilidade planetária, favorecidas por uma educação sistêmica, ética e contextualizada dos conhecimentos químicos.

A ciência e a tecnologia devem ser utilizadas de forma a se pensar na preservação da natureza e da vida, logo, a Química, sendo desenvolvida a partir da prevenção de problemas ambientais, representaria a superação de uma visão neutra de ciência (MARQUES *et al.*, 2007). Apesar dessa responsabilidade, há que se reconhecer que as atividades químicas e a própria contribuição da Química na resolução dos problemas ambientais não deriva exclusivamente de si mesma, afinal, como já citado, entram em jogo aspectos econômicos, políticos e sociais que são igualmente responsáveis na sua produção e solução. Quando visto desse modo, avança-se na superação de um entendimento salvacionista de ciência e de tecnologia (AULER, 2002).

Embora não interpretado exatamente dessa maneira, **somente um** dos formadores entrevistados relata a importante contribuição da Química na prevenção de problemas ambientais:

[...] então eu entendo que **atualmente a gente já tem uma Química desenvolvida pra tentar resolver os problemas que nós mesmos criamos** algum tempo atrás, quando a gente produzia Química. Os produtos que nós produzíamos era pro nosso próprio benefício, **sem se preocupar com os tipos de resíduos que eram gerados com isso, então nós fazíamos uma Química de costas para natureza** [...] então agora eu vejo de uma forma diferente, eu acho que já tem trabalhos ou grupos é, de Química, que são esses que trabalham na chamada Química de meio ambiente ou Química Ambiental, em que já se preocupam em tentar não só solucionar os problemas que existem hoje, **mas principalmente desenvolver**

trabalhos que evitem novas contaminações pro meio ambiente. Então acho que neste sentido apareceu a Química de meio ambiente [...] (P3 – grifos nossos).

Nesse trecho, o investigado demonstra preocupação com as questões ambientais, a partir das soluções de problemas derivados da Química e também das atividades causadas pelo ser humano. Essa problemática encontra-se instaurada há um longo tempo, e é resultante dos resíduos formados pelo desenvolvimento de substâncias químicas. Da mesma forma que levanta tais observações, dá também destaque ao trabalho desenvolvido pelos químicos em proveito do meio, a partir de cuidados associados à prevenção de impactos ao ambiente. Todavia, o entrevistado parece destinar a uma nova área especializada da Química essa responsabilidade de “desenvolver trabalhos que evitem novas contaminações pro meio ambiente”. Ainda que isso, de fato, ocorra, o que chama a atenção é que tanto a Química Ambiental mais contemporânea como a Química Verde vêm defendendo que as questões de prevenção ambiental sejam um princípio balizador do fazer Química, independente das áreas que compõem essa ciência.

Para o formador, além da solução dos problemas ambientais, a Química tem sido desenvolvida para evitar a produção dos mesmos, pois, apesar das vantagens provenientes da sua remediação, prevenir sua geração é uma estratégia ambientalmente promissora. Segundo ele, derivaria da Química Ambiental esse papel de não somente solucionar, mas de prevenir a origem de problemas futuros, e a isso chama de “Química **de** meio ambiente”. O emprego da preposição “de”, neste caso, nos remete à interpretação apresentada por Machado (2004), que relaciona a Química **do** ambiente ao estudo restrito das substâncias no ambiente, o que não associa aos estudos derivados da Química **para** o ambiente, que consiste na prática da Química que evita a produção e a dispersão de poluentes no meio (MACHADO, 2004). Quando nesse sentido concebida, uma Química compatível ao meio ambiente é desenvolvida, pois, ao se trabalhar com a perspectiva da prevenção, os danos causados ao meio ambiente são reduzidos.

Apesar da contribuição da Química Ambiental na solução e na prevenção da problemática ambiental, derivada das atividades químicas, inferimos que os princípios da Química Verde (ANASTAS; WARNER, 1998), apesar de não citada explicitamente por esse formador, estão diretamente associados e voltados à tomada de procedimentos que

evitem antecipadamente a geração de poluentes e resíduos tóxicos ao ambiente. Logo, ao se objetivar o desenvolvimento de uma Química sustentável, ações e práticas que visem o emprego da QV tornam-se essenciais.

Dada à complexidade em torno das questões do ambiente, pensar preventivamente a geração de problemas ambientais requer que temas e conteúdos científicos sejam articulados a aspectos econômicos, políticos, éticos, culturais e sociais, pois somente assim poderão promover conhecimentos que orientem à “[...] produção, definição e escolha dos processos e metodologias utilizados para tentar evitar os danos ao ambiente [...]” (LEAL, 2002, p.87). Sendo assim, a educação, não somente química, deve favorecer o desenvolvimento de saberes para além daqueles que visem apenas a identificação de problemas já existentes. No que tange à formação dos químicos — que inclui os docentes — apostamos em atuações interligadas, entre a QA, a EA e a QV, no que se refere a benefícios ao meio ambiente, dado que não se deve desvincular as práticas químicas — sejam elas de ensino ou de atividade industrial — do desenvolvimento de ações voltadas a uma ética ambiental. Desta forma, são indispensáveis para uma formação crítica e consciente, de valores éticos e responsáveis, para que não resultem apenas em mudanças atitudinais e comportamentais.

Mesmo reconhecendo que o uso da Química tem sua parcela de culpa em alguns dos impactos causados ao meio ambiente, admite-se que essa ciência pode auxiliar e promover entendimentos e atuações conscientes tanto na resolução quanto na prevenção desses problemas. Porém, vale destacar que essa ciência favorece o entendimento dos fenômenos químicos que ocorrem na natureza, e esses não se reduzem apenas a problemas.

Todos os professores relataram, de alguma forma, essa relação da Química — seja ela a causa, o tratamento ou a prevenção — com problemas ambientais, associando-os apenas a problemas ligados à poluição e contaminação do meio, e desconsiderando as relações políticas, econômicas, sociais e históricas a eles atrelados. Além disso, parte desses formadores (quatro no total) também não leva em conta as ações humanas no meio, e tampouco consideram, por exemplo, aspectos associados ao consumo de drogas, à fome, à pobreza, entre tanto outros, como problemas do meio ambiente, dado que os restringem a aspectos de poluição ambiental.

Embora reconheçamos o importante papel da prevenção dos impactos causados por algumas atividades ao meio ambiente, incluindo

as atividades químicas, somente um dos investigados relatou essa compreensão. Ainda que não possamos afirmar, os cursos investigados parecem estar voltados a uma formação preocupada apenas com a identificação e a resolução de problemas ambientais já existentes, o que pode não favorecer a superação de visões fragmentadas de meio ambiente, uma vez que, mesmo aqueles professores que demonstraram possuir um entendimento mais amplo de ambiente, quando questionados sobre questões ambientais, interpretaram-nas de forma reducionista, caracterizando os problemas como impactos ambientais.

Contudo, em uma abordagem de meio ambiente globalizante não se exclui a abordagem de problemas, como aqueles que afetam diretamente o meio ambiente natural, mas se expande a compreensão inserindo o ser humano integrado e intrínseco a esse meio.

Como os entendimentos apresentados por esses professores, que relacionam a Química somente à produção e à prevenção de problemas ambientais, podem ser causa da ausência de conhecimentos das diversas e complexas variáveis envolvidas nas questões ambientais, ou ainda estar associados às visões de meio ambiente desses formadores, isso poderia explicar a redução de suas discussões somente a impactos ambientais. E, assim sendo, podem ser reproduzidas nas práticas docentes dos futuros professores de Química,

Como afirmam Schnetzler e Aragão (1995), a prática docente reflete os modelos de ensino cujos indivíduos tiveram contato durante toda sua formação. Portanto, deriva da prática docente a necessidade do desenvolvimento de ações que favoreçam a (trans)formação dos sujeitos em um comportamento ético e atitudinal na dimensão ambiental, e podemos inferir a partir da fala dos professores entrevistados que os entendimentos fragmentados de meio ambiente e de suas questões atreladas, podem não estar favorecendo essa formação aos futuros professores de Química. Suas práticas devem ser problematizadas, pois suas concepções podem influenciar na abordagem pedagógica e na adoção de estratégias para a promoção da conscientização ambiental.

4.4. SINERGIAS NA ABORDAGEM AMBIENTAL EM SALA DE AULA

O objetivo principal de nossa investigação foi procurar compreender, por meio do currículo (oculto e prescrito), em que perspectiva as questões ambientais vêm sendo abordadas em

componentes curriculares de Química Ambientais e afins em cursos de Licenciatura em Química de instituições das regiões sul e sudestes do Brasil, discutindo aproximações especialmente com a Química Verde. Para tanto, julgamos importante buscar entender de que forma as visões de meio ambiente e a relação entre Química e questões de cunho ambiental podem estar influenciando o ensino no processo de formação de seus futuros professores. Como não fomos acompanhar diretamente a prática docente, procuramos, então, identificar indícios na fala dos professores formadores sobre o tratamento dado na abordagem de aspectos ligados ao meio ambiente nas disciplinas em que lecionam.

Indiscutivelmente, a expressão de interesse e o relato das experiências sobre a abordagem de questões ambientais em sala de aula girou em torno, principalmente, da denominação Química Ambiental, que em alguns casos coincide com a própria disciplina. Denominação que também pode estar refletindo uma tradição dentro da Química, isto é, a sua compartimentalização em áreas de especialização (Química Orgânica, Inorgânica etc.), que, neste caso, contém a denominação Ambiental.

A maioria dos investigados relata ainda sobre a necessidade da abordagem das questões ambientais concomitante à chamada Educação Ambiental. Já outros associaram outras perspectivas e enfoques que podem contribuir para tais estudos, a exemplo da QV e do enfoque CTS.

O APORTE DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E DA QUÍMICA AMBIENTAL NO TRATAMENTO DE QUESTÕES AMBIENTAIS

Julgamos que o desenvolvimento de valores e de atitudes em relação ao meio ambiente deva ser proporcionado por uma sólida formação, assentada em conhecimentos científicos sobre o meio ambiente, que podem ser desenvolvidos a partir de várias perspectivas de ensino e de Química como, por exemplo, aquelas que apresentamos e defendemos anteriormente, expressas pela Química Verde, Química Ambiental, Educação Ambiental, e por um ensino pautado no enfoque CTS, especialmente pela interface sinérgica entre essas perspectivas e enfoques.

Todavia, ainda que positivamente, alguns professores investigados relatam a importância de se articular os estudos da Química Ambiental aos ensinamentos derivados da Educação Ambiental, no

direcionamento da prática docente, para a abordagem de questões ambientais, como expressa a seguir um dos professores:

Quando eu dô uma aula de Química Ambiental eu tô preocupada em falar com químicos ou pessoas ligadas à Química direta ou diretamente, farmacêuticos, biomédicos, agrônomos, enfim, na área de Química, e metade do curso, metade é exagero, **um terço do curso que eu dô é Educação Ambiental**, por quê? Porque eu vou falar sobre legislação, **porque eu acho que o químico ambiental ele tem que ter essa formação de Educação Ambiental também, e na Educação Ambiental a gente discute uma coisa que não tem nada a ver com Química.** [...] agora é claro, **quando tu fala em Educação Ambiental tu tá indo, além disso, né, tu passa pela formação de, sei lá, higiene, segurança, têm outros conceitos que não são necessariamente conceitos vistos em Química Ambiental, mas na disciplina como eu dô Química Ambiental eu entro muito em Educação Ambiental né,** porque eu não consigo imaginar que eu possa fazer, **vou dar aula de Química Ambiental ou transmitir um conceito de Química Ambiental sem ter essa abrangência toda** [...] (P2 – grifos nossos).

O docente não consegue desvincular o ensino da Química Ambiental de assuntos e abordagens mais abrangentes que, segundo ele, passam pelos ensinamentos da Educação Ambiental. Note-se que não somente os químicos necessitam de saberes derivados da QA, mas também sujeitos que, de uma forma ou outra, careçam de conhecimentos científicos (incluindo químicos) para desenvolver suas atividades. Isto é, ele aponta para a importância do uso da EA por favorecer uma formação mais ampla, não restrita a saberes químicos, abrangendo conhecimentos e práticas derivadas de outras áreas, pois para atuar no meio ambiente é preciso utilizar saberes para além da Química, como aqueles derivados da Economia, da Sociologia e da História, por exemplo.

Parece-nos, então, que a partir dessa visão, sua prática pode estar sendo influenciada por um entendimento mais abrangente de meio ambiente. Isso se confirma quando diz adotar a EA associada à QA.

Neste caso, acreditamos que possa estar utilizando a primeira perspectiva, porque a mesma possui objetivos amplos, em que a partir de mudanças atitudinais e comportamentais, resultante de uma consciência ambiental, poderia refletir nos conhecimentos e práticas derivadas da QA. Lorenzetti e Delizoicov (2009) comentam que uma abordagem globalizante de meio ambiente, quando desenvolvida em uma perspectiva crítica, ética e democrática, prepara os cidadãos para atuarem de forma consciente, buscando melhor relacionamento com o mundo, e apontam que isso se dá pelo viés holístico da EA, pois sua abordagem é “[...] capaz de contribuir para a formação de uma nova sociedade, cujos valores e práticas deverão diferir em muito dos atuais. Uma sociedade onde o homem será visto como parte integrante da natureza e nunca como seu dono e senhor” (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2009, p. 7). Estes autores reconhecem então o aporte da EA para o desenvolvimento de ações efetivas e tomada de decisões que favoreçam o entendimento de que os indivíduos encontram-se inseridos no meio, sendo este formado pela interação e inter-relação entre componentes físicos, biológicos, sociais, culturais, econômicos e políticos, ou seja, uma perspectiva **interdisciplinar** do processo educativo.

Mesmo que o professor não aponte diretamente a QV, seus princípios, processos e resultados, acreditamos que, com tal compreensão, ele possa estar despertando em seus licenciandos tanto uma consciência crítica como também a necessidade de atuação em prol do ambiente, repercutindo em sua prática docente. Algo que, por sua vez, pode trazer desdobramentos na atuação docente de seus futuros alunos.

A influência de uma visão de meio ambiente globalizante e a relação com as perspectivas adotadas no tratamento da temática ambiental também foi identificada na fala de outro professor:

Era só da Química Ambiental mesmo [a referência utilizada na abordagem de questões ambientais em uma disciplina específica de seu curso], não tinha tantas relações econômicas, políticas etc., agora, a Química, meio ambiente e educação aí sim tá, então a gente trazia textos que questionavam até as **ideias de reciclagem** né, se discutia este tipo de coisa, por exemplo, voltando pra tua pergunta, **tinha uma parte muito grande do curso voltada para Educação Ambiental,**

mas as ideias bem fundadas, bem gerais da Educação Ambiental que é uma ideia de mudança de comportamento, de mudança de posicionamento até no mundo, no sistema produtivo, questionamento do sistema produtivo, isso também pegava pros alunos, eles achavam que era mais um discurso político. Tem um discurso político por trás, sem dúvida né, então eles ficavam, muitos alunos tinham resistência um pouquinho com este discurso político [...] (P8 – grifos nossos).

Assim como o investigado anterior, esse formador percebe que o trabalho desenvolvido em paralelo, entre a Química Ambiental e a Educação Ambiental, é indispensável a um ensino mais abrangente que insira diferentes dimensões na formação dos futuros professores de Química. Na disciplina que ministra, trata de questões atreladas à Educação Ambiental, associando-as a questionamentos dos sistemas produtivos; que apesar de muitas vezes serem responsáveis pela produção das condições básicas de sobrevivência da sociedade — como a produção de medicamentos e alimentos — estão vinculadas a variáveis políticas e econômicas em suas discussões. Porém, cabe destacar que o investigado, mesmo demonstrando preocupação em abordar aspectos relacionados ao que chama de sistemas produtivos, parece não problematizar as relações de consumo da população — em partes excessivas e também associadas a esses sistemas —, pois, problematizar tais relações seria uma forma de também promover nos estudantes algum tipo de mudança comportamental, além de um entendimento mais fundamentado do que seja a EA.

Na sequência, destaca ainda que os alunos percebem as discussões em torno das questões ambientais como meros discursos políticos, ou seja, apesar de muito se falar, pouco se coloca em prática. Todavia, se assim encaradas, e uma vez reconhecidas e problematizadas, podem deflagrar em seus licenciandos algum tipo de conscientização, isto é, conscientizá-los para que assim assumam as necessárias transformações em suas posturas e no modo de ver e se relacionar com essa temática e com o próprio meio ambiente. E isso parece estar indicado no próprio programa da disciplina desse formador, que possui como objetivos:

Introduzir o estudante na reflexão sobre as relações entre química, meio ambiente e

educação. Dar subsídios para a compreensão e análise das implicações ambientais relacionadas a processos químicos utilizados no sistema produtivo. **Reflexão sobre a responsabilidade social do profissional da química e o papel da educação frente a essa problemática.** Aprofundar os conhecimentos sobre a questão educacional voltada à análise e propostas de resolução de problemas ambientais relacionados à química. **Contribuir para a capacitação dos alunos na análise, planejamento, implantação e avaliação de projetos voltados à educação ambiental** (Plano de ensino da disciplina Química, meio ambiente e educação - grifos nossos).

O currículo exposto pelo professor, então, condiz com as informações do plano de ensino de sua disciplina. Neste sentido, parece afirmar positivamente o papel da educação na formação do licenciando, pois estes princípios são expressos como fundamentais para o entendimento, discussão e atuação frente às questões do ambiente. Além disso, afirma também positivamente o papel dos próprios conhecimentos químicos a serem empregados na resolução de problemas ambientais. Do mesmo modo, apresenta e discute — ainda que com algumas limitações — a importância da relação entre a Química e os sistemas produtivos, algo considerado fulcral aos objetivos a serem atingidos na disciplina em questão. Assim, o saber fragmentado parece ser superado, momento em que a abordagem da EA apresentaria várias contribuições no alcance desses objetivos.

Outro docente entrevistado também afirma trabalhar concomitantemente com os dois enfoques e conteúdos, isto é, da EA e da QA, vejamos:

[...] eu não falo muito na minha aula, eu não entro assim muito em detalhes em Química Verde, questões específicas assim, taxadas de Química Verde, isso daí eu não tenho puxado no meu [na minha disciplina], **eu falo mais de Química Ambiental e Educação Ambiental né [...]** (P5 – grifo nosso).

Além de afirmar trabalhar com a QA e a EA, deixa explícito que não aborda aspectos da Química Verde, o que indicaria também que a conhece. Embora apresente uma visão de meio ambiente que supere o antropocentrismo, e que o tratamento ambiental em sua disciplina se dá com base nas perspectivas da Química (ambiental) e da Educação Ambiental, sua fala está associada, em certa medida, ao texto apresentado na ementa de sua disciplina:

Teoria: Legislação ambiental, estudo dos principais poluentes e resíduos no ecossistema; **Tecnologia para controle ambiental. Processos de reciclagem de materiais.** Prática: Análise de poluentes em resíduos aplicando técnicas espectroscópicas, espectrométricas, cromatografia e por via úmida (Plano de ensino da disciplina Fundamentos de Química Ambiental – grifos nossos).

Os fragmentos destacados acima, como “Tecnologia para controle ambiental”, remetem a cuidados que poderiam ser tomados, por exemplo, para além da remediação de problemas ambientais, indicando a ideia de controle a partir de conhecimentos sobre riscos ambientais, da toxicidade de substâncias no ambiente e à saúde, bem como de processos industriais de fabrico, transporte, manuseio e armazenamento das mesmas.

Segundo informação extraída do documento curricular, o professor teria possibilidade de abordar aspectos da Química Verde através da aplicabilidade e discussão de seus princípios balizadores. Embora não tenha ocorrido, isso auxiliaria na associação de práticas e estudos derivados tanto da QA como da EA, permitindo assim uma formação mais abrangente a seus licenciandos, auxiliando na superação de um ensino fragmentado sobre o meio e apresentando aos futuros professores a necessidade de articulação entre diversos saberes.

Outro professor investigado, ao ser questionado a respeito do tipo de perspectiva utilizada como referência em suas aulas, quando trata da abordagem de questões ambientais, também demonstrou julgar necessário e indispensável a utilização de saberes derivados da Química Ambiental conjuntamente aos da Educação Ambiental, como se pode identificar a seguir:

[...] dentro da Química Analítica Ambiental eu entro **dentro com a Educação Ambiental e com**

a legislação ambiental também, pra eles interpretarem o que eles acharam e tentar descobrir ou se conscientizar o que foi que causou aquele problema, se é que teve problema, ou que não causou problema e como deveria ser os procedimentos dentro da comunidade, dos políticos pra resolver o que a química analítica mostrou de errado, ou continuar o que tá sendo certo, então a educação ambiental entra depois da análise feita né, junto com a legislação ambiental, algum aspecto de legislação ambiental, **então eu vejo toda ligação da química ambiental com a educação ambiental**, desde que a educação ambiental venha depois do resultado feito [...] (P1 – grifos nossos).

É possível inferir um entendimento em que a EA teria apenas um papel de instrumento interpretativo de informações, mas que poderia então conscientizar os alunos. Relaciona as duas perspectivas — QA e EA — com o diagnóstico de problemas ambientais, reservando à primeira o papel para as análises químicas de detecção dos mesmos, enquanto que a interpretação dos dados e resultados obtidos, com o auxílio de legislações ambientais, seria feita com o subsídio da Educação Ambiental. Desta forma, associa ainda as atividades desenvolvidas pela QA àquelas derivadas da própria Química Analítica, interpretação já sublinhada por Mozeto e Jardim (2002). Já a perspectiva de EA que o entrevistado possui, apesar de não concordarmos que esta possa apenas e isoladamente auxiliar na interpretação de dados quantitativos obtidos por análises de contaminantes dispersos no ambiente, reconhecemos que possa ajudar no desenvolvimento de novas condutas e valores, que resultem em mudanças atitudinais e comportamentais em proveito do meio ambiente.

De encontro à sua exposição, está a ementa da disciplina que ministra:

Conceitos Fundamentais de Ecologia e Educação Ambiental: Fatores bióticos e abióticos; Biosfera; Investigação da qualidade da água; Fluxos de matéria e energia; Ciclos da água e do oxigênio, carbono, nitrogênio e fósforo; Nutrientes: formas e concentração na biosfera; Poluição Ambiental: águas, residuais [...] (Ementa

da disciplina de Química Analítica Ambiental - grifo nosso).

Como indicado anteriormente pelo professor, e agora confirmado pelo fragmento retirado do documento curricular, a abordagem de questões ambientais, em sua disciplina, está voltada ao estudo do meio, a partir de suas partes, além de ter como objetivo identificar problemas ambientais derivados da poluição ambiental acarretada por resíduos químicos. Novamente é possível inferir que o entendimento do formador sobre aspectos ambientais está relacionado com sua visão de meio ambiente, neste caso, associada à visão naturalista. Em função dessa visão, compreende-se e trata-se o meio somente através de uma de suas partes, e o desenvolvimento de conhecimentos e a percepção da necessidade de incorporação de outras dimensões para a resolução e abordagem de questões ambientais não são favorecidos (LIMA, 2004). Isso pode levar os licenciandos, ao menos nessa disciplina, a uma formação fragmentada e limitada de meio ambiente. Além do mais, tal modo de ver e abordar os temas ambientais pode fazer com que ações pedagógicas ligadas à prática docente no ensino médio não sejam problematizadas, e que a abordagem das variáveis econômicas, políticas, culturais e sociais no tratamento e resolução de questões atreladas ao ambiente sejam completamente desconsideradas.

Ainda que se tenha reconhecido a necessidade e a importância da articulação das diversas áreas do conhecimento e de suas diferentes perspectivas em situações de ensino, para a abordagem de questões ambientais nos cursos e nas disciplinas investigadas, apenas quatro docentes afirmaram trabalhar com a Química Ambiental concomitantemente à Educação Ambiental. Por outro lado, ainda que julgemos necessário associar as contribuições da Química Verde e o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade aos processos formativos dos futuros docentes, admitimos a grande contribuição tanto da QA quanto da EA no desenvolvimento, principalmente, de atitudes e comportamentos necessários à compreensão das relações da ciência com o meio ambiente, bem como dos problemas derivados.

Isto, de certa forma, está de acordo com o defendido por Mozeto e Jardim (2002) que consideram que o estudo da Química Ambiental é importante na formação dos profissionais envolvidos com a Química, pois favorece o entendimento da integração do ser humano com a natureza (MOZETO; JARDIM, 2002). Logo, o entendimento

dependido por esses professores formadores corrobora também com o expresso por Cortes Jr, Corio e Fernandez (2009), pois:

Para que os futuros professores de Química sejam capazes de utilizar seus conhecimentos e criatividade para aprimorar e gerar novas metodologias de ensino de Química via Educação Ambiental, ou seja, educar na direção de um processo contínuo e permanente de transformação de valores, atitudes e posicionamentos relacionados à integração do ser humano e ambiente, acreditamos que eles deverão trabalhar por meio dos conhecimentos da Química Ambiental (CORTES JR; CORIO; FERNANDEZ, 2009, p.47).

Observe-se que os autores julgam necessária a articulação entre essas duas perspectivas, pois a EA tem como foco o estudo do meio, enquanto que na QA o foco dos estudos recai sob os conhecimentos químicos relativos ao meio. Os mesmos ainda afirmam que a incorporação da dimensão ambiental em cursos de formação de profissionais da área da Química, sejam eles bacharéis ou licenciados, seja dada através de uma “Educação Química Ambiental”, que deve proporcionar uma formação que associe os conhecimentos químicos do meio ambiente ao desenvolvimento de atitudes e valores, contribuindo assim a uma educação voltada à sustentabilidade (CORTES JR; CORIO; FERNANDEZ, 2009). Tal aspecto se constitui em um novo e grande desafio, pois os químicos não devem procurar apenas remediar os danos causados pela poluição, mas sim evitar a produção de substâncias que venham a prejudicar o meio ambiente, algo que tem marcado bastante o campo da QV e orientado sua crescente produção científica.

A IMPORTÂNCIA DO ENFOQUE CTS NOS ESTUDOS SOBRE A RELAÇÃO DA QUÍMICA E AMBIENTE

O enfoque CTS, como discutido anteriormente, apresenta-se como uma possibilidade curricular e pedagógica para a abordagem de assuntos associados ao meio ambiente — e não somente —, pois fornece meios ao educando que auxiliam na compreensão, reflexão e

ações, no que dizem respeito aos desdobramentos da ciência e da tecnologia, na sociedade e no ambiente (SOUZA, 2005).

Apenas um formador expressou a necessidade do questionamento e da abordagem relacional entre a Química e o desenvolvimento tecnológico. E por acreditarmos no reflexo positivo que essa sua visão de ciência possa estar resultando na formação de seus alunos, com desdobramentos no tratamento de aspectos relacionados às questões ambientais, reportamos abaixo sua fala. Vejamos:

[...] eu falo na parte de tecnologia né, como inclusive logo no início assim, **na primeira aula eu costumo mostrar pra eles né porque que a gente precisa estudar Química Ambiental hoje**, o que, porque o que que nós tínhamos antes era simplesmente a tecnologia, quer dizer a uns 30 anos atrás nós tínhamos pra Química, a preocupação **era mostrar o que era o desenvolvimento de novas tecnologias sem se preocupar com o resíduo**, com o que era gerado com essas tecnologias né, a gente tira tudo quanto é recurso natural né, da atmosfera, do mar, do solo e depois o que a gente retorna pra esses ambientes é resíduo né, **a gente procura tirar daí é o máximo possível de benefícios nosso e faz as modificações por meio de tecnologia pra gerar objetos e produtos que sejam pro nosso benefício, único exclusivamente pro nosso benefício**. A gente não tá preocupado nem com os animais, nem com as plantas, os animais a gente modifica, faz também tecnologia né melhora a ração, por exemplo, mas é porque no fim o interesse é pra que esse animal fique mais bem nutrido pra depois a gente ir lá e comer, essencialmente é, a gente tá preocupado, é com pássaro lá selvagem se a gente vai desenvolver uma planta que melhore depois a reprodutividade desse animal, se não tiver algum interesse por trás disso ou que ele vai desenvolver umas penas mais bonitas depois a gente vai lá e vai matar o bicho e pegar aquelas penas então a tecnologia única e exclusivamente pro benefício nosso, então logo assim, do início da primeira, segunda aula eu procuro mostrar pra eles assim que é a tecnologia ela tá ali apenas pra nos beneficiar e mais nada,

não é pra beneficiar o planeta não é pra beneficiar nenhum outro tipo de planta ou animal é apenas pra nós, então é aí que eu falo da tecnologia como uma coisa que é necessária a gente precisa hoje ter o ar condicionado, tem o carro etc. (P3 – grifos nossos).

A abordagem que dá às questões ambientais em sua disciplina parece estar diretamente associada à sua compreensão sobre como a ciência Química se relaciona com o ambiente, ainda que enfatize sobremaneira a dimensão tecnológica quando fala de transformações. Frisa que algumas décadas atrás a tecnologia já era desenvolvida única e exclusivamente com o objetivo de se alcançar o bem-estar dos seres humanos, sendo então produzida de costas para o ambiente; afinal resíduos eram gerados sem nenhum tipo de cuidado e/ou preocupação, culminando na geração de problemas ambientais como os da poluição e da contaminação dos sistemas, ou seja, das partes que constituem o meio. Outra percepção do formador diz respeito à utilização de recursos naturais não-renováveis nos meios de produção, lógica que orientou ou ainda orienta um tipo de desenvolvimento científico e tecnológico que não leva em consideração os danos futuros.

Importante ainda ressaltar que na compreensão do entrevistado, mais ciência e mais tecnologia não necessariamente significam mais qualidade de vida, pois o ser humano pensa e desenvolve produtos somente em prol de seus benefícios, sem levar em consideração as inter-relações entre as partes que constituem a totalidade ambiental. Podemos dizer que o ambiente é cíclico, e dessa forma fragmentado, quando apenas uma de suas partes é considerada, desequilíbrios ambientais são gerados, afetando todas as partes que formam o sistema. O professor reconhece também a necessidade de se problematizar a tecnologia com seus alunos, pois julgada como indispensável ao bem-estar dos seres humanos e da maneira como vem sendo desenvolvida, somente a sociedade humana torna-se beneficiária dela.

Apesar de estar implícita em sua fala a associação entre ciência e tecnologia, ao comentar que discute com os licenciandos a essencialidade de estudá-las associadas à Química Ambiental, ressalta que a Química está a elas relacionada. Se assim se confirma em sua prática de sala de aula, a formação de seus alunos pode estar ocorrendo de forma mais abrangente e crítica, pois o mesmo apresenta e questiona o papel da C&T na sociedade. Vale lembrar que, apesar de possuir uma visão naturalista de meio ambiente (pois associa o meio ao estudo das

partes naturais que o constituem, atrelando-as a questões de poluição), esse foi o único formador que reconheceu, explicitamente, a importância da Química para a prevenção de problemas ambientais.

É possível, então, inferir que os futuros professores de Química de sua instituição estariam recebendo uma formação em que não só os aspectos essenciais à preservação do meio ambiente são problematizados como também o papel da ciência e da tecnologia no desenvolvimento social e econômico, além da utilização de conhecimentos químicos em benefício do meio, conforme já exposto em outro momento da fala do mesmo docente. E, se trabalhadas de modo que as concepções prévias de seus discentes sejam consideradas e transformadas num processo dialógico (FREIRE, 1996), isto poderá resultar em reflexos positivos na prática docente futura de seus licenciandos, quando o ensino poderá ser voltado aos estudos **do e para** o meio ambiente.

Por mais que o formador não cite trabalhar com temas, na organização dos conceitos de sua disciplina, a abordagem de pontos relevantes relacionados ao enfoque CTS, como aqueles ligados ao modelo de desenvolvimento tecnológico por ele citado, poderia favorecer uma alternativa consistente para a abordagem de temas ambientais em uma perspectiva, na qual variáveis de diferentes sistemas pudessem ser abordadas (SOUZA, 2005).

Segundo Souza (2005), a tecnologia é “produto do conhecimento técnico-científico, mas também de valores, expectativas e influências sócio-econômicas e políticas, portanto não é algo neutro, em sua gênese, desenvolvimento e aplicação” (p.30). Se dessa forma for entendida, ou seja, através das inter-relações existentes entre esses diferentes sistemas, um ensino e uma formação ampla podem ser favorecidos, além de constituir-se numa possibilidade de superação de uma educação tradicional e acrítica, favorecendo inclusive uma abordagem interdisciplinar. Neste caso, uma proposta de ensino assentada no enfoque CTS associada à Química Ambiental, além de corresponder à integração de perspectiva de educação científica, unifica conhecimentos derivados da própria Química, favorecendo o ensino e o estudo de diferentes aspectos ambientais dentro de contextos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos.

APROXIMAÇÕES ENTRE QUÍMICA VERDE E QUÍMICA AMBIENTAL

Ao longo do trabalho, apresentamos e discutimos argumentos favoráveis à abordagem concomitante no campo da Química, da Química Verde e da Química Ambiental, ainda mais se associadas a outras áreas do conhecimento, já anteriormente expostas. Isto porque apostamos que os futuros professores de Química necessitam estar preparados para a abordagem e tratamento do complexo sistema envolvido nas questões ambientais contemporâneas; isso tudo considerando as dimensões próprias relacionadas ao processo pedagógico do ensino da Química. Como o enfoque fundamental dessas duas “áreas³⁹” da Química são temas cuja abordagem requer e produz conhecimentos químicos, necessários ao entendimento e atuação em processos que ocorrem **no** e **para** o ambiente, julgamos então imprescindível que sejam objetos de estudo em disciplinas que tenham como objetivo o estudo do ambiente. Por exemplo, nos estudos sobre a composição, sobre alterações **do** e **no** meio — sejam elas de origem antrópica ou não —, além de cuidados preventivos a essas modificações, mesmo reconhecendo a importância e a necessidade de outros saberes para seu efetivo entendimento e atuação em seu favor.

Segundo Leal (2002), a forma de encarar as relações entre a Química e a problemática ambiental podem se dar por meio de dois vieses: o da Química **do** ambiente e pelo da Química **para** o ambiente. Há outros entendimentos, mais ou menos próximos ao da autora, como os que descrevemos e comentamos no 1º capítulo e também na subcategoria “Prevenção de Problemas Ambientais: a química para além da remediação”. Mas, de acordo com Leal, a Química **do** ambiente está mais voltada para o conhecimento e identificação de problemas ambientais causados pela Química e suas tecnologias, além de produzir ferramentas para o seu tratamento, já que a relação entre os conhecimentos químicos e a problemática ambiental se reduz frequentemente aos estudos da Química da água, do solo e do ar. Já a Química **para** o ambiente busca mudar a maneira como o conhecimento químico é construído e praticado, em que a ciência passa a ser entendida como uma atividade humana não neutra, além de cultural e histórica.

39 De acordo com a IUPAC, nem a QA nem a QV são consideradas como uma área ou divisão interna da Química, portanto, área aqui tem o sentido de aglutinação de temas de pesquisa e práticas químicas comuns dentro do coletivo dos químicos. Informações disponíveis em: <<http://www.iupac.org/web/ins/303>>

Dessa forma os problemas causados pelos impactos das atividades químicas na natureza seriam prevenidos (LEAL, 2002). A esses entendimentos acrescentamos ainda a Química **no** ambiente, em que os problemas ambientais são causados por ações antrópicas de lançamento e dispersão de substâncias químicas no ambiente, os quais são então estudados na busca por remediar os riscos e mesmo sanear os danos causados.

Amparado nesses entendimentos, apenas um formador apontou atuar entre essas duas perspectivas: “No contexto da disciplina de Química Ambiental, **trabalho principalmente com aspectos relacionados à Química Ambiental e Química Verde [...]**” (P4 – grifo nosso). No entanto, ao ser questionado a respeito das referências que utiliza em sala de aula, quando trata de questões ambientais, simplesmente diz associar aspectos da QA atrelando-os aos da QV, não justificando a sua opção.

Porém, analisando os documentos curriculares é possível perceber que essa escolha vai ao encontro da própria ementa — presente no plano de ensino da disciplina de investigação: “Serão abordados tópicos sobre: **A química dos solos, das águas e da atmosfera; a poluição ambiental, sua prevenção e tratamento;** Legislação ambiental e avaliação de impacto ambiental” (Ementa da disciplina Química Ambiental – grifo nosso). Presume-se, então, que o formador trabalha tanto com a perspectiva da Química Ambiental quanto da Química Verde devido a uma opção teórica, dado que está na descrição dos tópicos abordados em sua disciplina (plano de ensino), que se associa exatamente aos objetivos desses enfoques.

Como já expusemos, a Química Ambiental pode ser definida de várias maneiras (MOZETO; JARDIM, 2002), desde entendimentos que a reduzem ao tratamento da poluição, àqueles que a percebem como a Química dos processos naturais, isto é, dos processos que ocorrem no ar, na água e no solo (CORTES JR, 2008). Podemos interpretar os estudos voltados à QA desenvolvidos na disciplina do professor entrevistado de acordo com esse último entendimento, pois a ementa expressa que na disciplina sejam abordados os estudos da Química que compõem os sistemas naturais. Apesar de reconhecermos a importância e a necessidade do tratamento dos temas e problemas derivados da Química **do** ambiente, julgamos que, para uma formação holística, essa compreensão e sua abordagem devam ir além, e nesse sentido partilhamos do entendimento acerca da QA apresentado por Silva e Andrade (2003), em que esta:

[...] procura entender a composição e o comportamento do solo, da água e do ar, quais as interações complexas entre esses sistemas, como eles são influenciados pelas atividades humanas e quais são as suas conseqüências. Os conhecimentos acumulados com esses estudos têm contribuído de forma significativa na prevenção e correção de problemas ambientais [...] (p.3).

O mesmo raciocínio é aplicado ao se falar da Química Verde. Mesmo que o termo “prevenção”, presente no fragmento extraído do documento curricular, possa ser objeto adotado também pela QA, esse é o princípio balizador da QV, a qual ainda o inclui e o articula com um conjunto de outros princípios (ver 2º capítulo). Os processos de prevenção da Química Verde são estabelecidos a partir do desenvolvimento de tecnologias limpas e ambientalmente sustentáveis, pois a partir da incorporação de seus princípios, em atividades e na produção química, a produção de rejeitos indesejados é minimizada e/ou eliminada (MACHADO, 2004; CORRÊA; ZUIN, 2009).

A utilização do corpo de conhecimentos e práticas tanto da QA quanto da QV, para a abordagem de questões ambientais na disciplina investigada, em conjunto com a fala do professor formador, parecem de algum modo garantir que os alunos da licenciatura que a frequentam recebam um conjunto de conhecimento sobre processos químicos que ocorrem no meio ambiente, sejam eles naturais ou não, seja na forma de remediação ou prevenção. Neste caso, estes conhecimentos estariam sendo proporcionados especialmente pela disciplina Química Ambiental, pois este é o seu foco principal, isto é, o estudo das partes que constituem o meio natural e a avaliação dos impactos ambientais causados por ações antrópicas.

Mas se são associados aos princípios e ao foco principal dos estudos pesquisas e produtos da QV, qual seja, o da prevenção ambiental, acreditamos que o exemplo dessa disciplina se constitua num modelo de como se pode e se tem avançado na organização e prática curricular-pedagógica nos cursos de Química, ainda que lentamente. Em outras palavras, como se tem buscado — através de diferentes aportes teórico-práticos, mas em especial com o aporte da Química Verde, que é algo mais recente em nosso meio acadêmico — dar um novo direcionamento às atividades químicas, aperfeiçoando processos, buscando maior eficiência técnica e reduzindo danos ambientais.

POSSÍVEIS INTERFACES ENTRE A PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E OS ENFOQUES DA QUÍMICA VERDE E AMBIENTAL

Conforme dito anteriormente, se aposta em um ensino que proporcione aos alunos em formação, e em nosso caso, futuros professores de Química, elementos que auxiliem no despertar da consciência ambiental, através de entendimentos mais amplos e profundos sobre o que vem a ser/constituir o meio ambiente. Saberes estes derivados dos vários sistemas que o constituem, de forma a compreendê-lo de maneira globalizante, formando, além de atitudes e valores, competências científicas e técnicas capazes de lidar tanto com os problemas quanto com as opções ligadas ao desenvolvimento econômico e social, bem como com as satisfações das necessidades primárias da vida.

Neste sentido, para um químico torna-se essencial o entendimento de seu papel e de suas atividades cujas ações trazem consequências para o meio ambiente. É necessário que saiba identificar os aspectos que podem auxiliar na formação de elementos “[...] técnico-científicos, éticos e culturais mais significativos sobre a relação entre os problemas ambientais e sua associação com as atividades químicas” (MARQUES *et al.*, 2007, p. 2051). Conforme comentamos anteriormente, advoga-se que estes elementos podem ser proporcionados seja pelos princípios seja pelos conhecimentos produzidos pela Química Verde, especialmente se agregados aos da Química Ambiental. Seria importante também associar a QV e a QA aos temas e perspectivas da Educação Ambiental para a formação dos químicos, independentemente de sua área de atuação, pois a EA contribui com o “[...] trabalho de conhecimentos do meio ambiente em estreita conexão com a formação de atitudes e valores” (CORTES JR, 2008, p. 111).

Tais considerações foram diagnosticadas na fala de dois formadores entrevistados. Um deles assim as expõe:

Olha, a nossa disciplina ela é predominantemente de Química Ambiental, mesmo porque a ementa diz isso. O tempo disponível é quase que insuficiente para uma Química Ambiental introdutória né, então assim, princípios de atuação responsável, eles são discutidos né, a importância da evolução do

pensamento como direcionador de atitudes, que levam a um ou outro comportamento né, ele é abordado. Então a gente começa lá, desde a primeira reunião das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento, quando teve aquele outro que foi lá e disse que o Brasil tinha poluição, **discutimos isso no contexto aqui até pra criar pensamento**, mas não é o trabalho de Educação Ambiental né, já temos os filósofos da Educação Ambiental né, os princípios, eu diria assim, que é um curso **importante para alguém que queira aprender Química Ambiental, tá a Educação Ambiental, que vai ter a Educação Ambiental, mas, talvez não seja nem uma tarefa que nos cabe né, na nossa própria formação, eu acho que caberia realmente pra um educador ambiental, mas é uma disciplina que propicia conhecimentos importantes para a Educação Ambiental, é uma disciplina que propicia conhecimentos importantes para quem vai realmente praticar uma Química Verde**, mas é lógico que quem vai praticar uma Química Verde precisa do conhecimento original do processo que ele tem, para fazer as eventuais modificações, substituições, eliminações e tudo mais né, então eu acho que a gente propicia um conhecimento, mas, obviamente dentro dos próprios limites né [...] (P6 – grifos nossos).

Embora aponte não trabalhar especificamente com a Educação Ambiental, dado que seu foco é o ensino da Química Ambiental, esse professor busca mudanças atitudinais e comportamentais de seus alunos no que tange à relação com o meio ambiente, pois julga que na evolução do pensamento, novos comportamentos e atitudes são desenvolvidos. Mesmo admitindo que a ementa disciplinar tenha como ponto central a QA⁴⁰, afirma discutir assuntos como a 1ª Reunião das Nações Unidas sobre Meio Ambiente — a Conferência de Estocolmo, de 1972 — na qual se debateu a necessidade de se desenvolver uma Educação

⁴⁰O plano de ensino de sua disciplina apresenta como ementa: “Ciclos biogeoquímicos dos elementos químicos na biosfera, águas naturais: usos múltiplos, quantidade e qualidade química ambiental da atmosfera, química ambiental da geosfera (solos) monitoração ambiental e legislação ambiental” (Fragmento extraído da ementa da disciplina Introdução à Química Ambiental).

Ambiental, na busca por melhorias do meio (MORADILLO; OKI, 2004). Ou seja, incorpora temas e questões que são focos de interesse de outras disciplinas e de outras áreas.

Todavia, a partir de certo ponto, seu discurso acaba se tornando contraditório, pois afirma inicialmente utilizar apenas a QA como referência nas suas aulas de Química Ambiental. Porém, pouco depois, ao responder ao questionamento feito pelo entrevistador, diz que para o sujeito que deseja aprender aspectos dessa área — aqui interpretados como seus saberes e atividades derivadas — é importante que os conhecimentos e procedimentos da EA sejam associados, o que passa então a justificar as mudanças nas posturas (comportamentos) aspiradas por esse formador com a abordagem de questões ambientais. Julga que para isso seja necessário o aporte de um educador classificado como ambiental. Contudo, ao afirmar isso, parece que não se reconhece como tal, mesmo sendo o professor responsável por uma disciplina de Química Ambiental, a qual possui como objetivo específico: “Estudar as fontes, reações, processos de transporte, efeitos e destinos das espécies químicas das águas, solos e atmosfera, bem como, a influência das atividades humanas nesses processos” (Plano de ensino da disciplina Introdução à Química Ambiental).

O próprio formador sinaliza uma possível justificativa à dificuldade para se enxergar dessa forma, isto é, devido ao problema de sua formação acadêmica. Acreditamos que esse entendimento possa ser reflexo de uma formação somente no campo específico da Química, talvez baseada na racionalidade técnica, cujo percurso profissional e formativo não tenha recebido algum aporte pedagógico.

Embora os objetivos da disciplina expressem que os licenciandos devam ter acesso e adquiram conhecimentos por meio de estudos das partes do meio, derivados da QA — que também são essenciais a uma formação globalizante —, o discurso do formador deixa claro a importância da utilização de conhecimentos da EA e também da QV para que os futuros professores de Química possam ter aportes suficientes ao desenvolvimento de seu trabalho. A associação dessas diferentes perspectivas teóricas, na abordagem de questões ambientais, favorece então uma formação abrangente, pois reúne distintas variáveis. Seus licenciandos podem, então, estar sendo formados de modo a atuar de maneira mais crítica e consciente frente à tomada de decisões e ações que envolvam o meio ambiente, aspectos que refletirão positivamente em sua prática docente futura. Essa maneira de trabalhar as questões ambientais acaba, em certa medida, contrariando a visão naturalista de

interpretar o ambiente e o entendimento restrito de intervenção remediadora da Química nos problemas ambientais, que esse formador havia manifestado.

Observações similares foram também identificadas na fala de outro professor, que expõe:

A visão que, quando eu falo assim eu tenho que ministrar a **Química Ambiental** é mais fácil mostrar todos os aspectos, as reações químicas e tudo que acontece no ambiente com relação a esses poluentes. [...] então você mostrar a **Química Ambiental** a minha preocupação é mostrar o dia a dia pra cada aluno, em termos né de, do que pode acontecer com esses poluentes no ar, e no solo e na água né, tudo isso né. É porque você vai trabalhar com quantidades pequenas, **na verdade você vai ligando tudo, na medida em que você tá educando o aluno a trabalhar com o micro quantidades né, na Química Verde, você também tá educando ele né, no aspecto da Educação Ambiental** e ao mesmo tempo você vai dizer porque, você tem que explicar quimicamente o que que acontece, se você trata com muitos reagentes né [...] (P7 - grifos nossos).

Devido aos próprios objetivos de sua disciplina, a Química Ambiental, enquanto uma área da Química que se ocupa de temas ambientais é utilizada como referência aos estudos planejados, que são realizados a partir das partes do meio. A maneira de atuar do formador pode também derivar de sua visão naturalista de meio ambiente, já que ele a relaciona ao estudo dos poluentes **no** meio, e seu entendimento acerca do papel da Química na remediação de problemas ambientais também acaba sendo confirmado. Portanto, seu objetivo enquanto professor é formar quimicamente os licenciados para uma atuação com vistas à solução dessa problemática, o que se confirma no fragmento extraído de seu programa disciplinar:

PROGRAMA: 3-QUÍMICA DOS SOLOS: 3-1- Nascimento dos solos, composição da terra, propriedades dos solos transporte de substâncias químicas, intemperismo, fertilidade e estrutura. 3-2- Oxidação e redução na sedimentação,

sedimentos de ferro, manganês e enxofre, materiais orgânicos nos sedimentos. 3-3- **Pesticidas e poluição.** 3-4- **Resíduos sólidos, comportamento, remoção e reciclagem [...]** (Plano de ensino da disciplina de Química Ambiental - grifos nossos).

Neste ponto, é possível associar o entendimento do professor sobre a necessidade de se abordar tais temas ou assuntos com a Química Verde, a Educação Ambiental e a Química Ambiental. Um exemplo é como ele expõe a maneira de tratar a poluição ambiental: por meio da retirada e pela reciclagem dos resíduos químicos, que são ações muito conhecidas das práticas da EA. Da mesma forma, parece incentivar o trabalho com microescalas, difundido atualmente por teóricos da Química Verde. Apresenta também a preocupação e a necessidade de se ter cuidados com substâncias derivadas de sínteses e processos químicos, utilizando novas rotas sintéticas, produzindo-se novos produtos, conforme sugerido pela QV. Ressalta-se que a produção de novas rotas sintéticas é encarada também como um procedimento de reciclagem de materiais, uma vez que se evita desperdício de matéria-prima além do descarte de resíduos, possivelmente, no ambiente.

O entendimento expresso pelo entrevistado pode estar sendo abordado de forma que seus licenciandos percebam a necessidade da realização de trabalhos químicos preventivos à geração de problemas ambientais derivados da poluição por resíduos formados. Neste sentido, Marques e Cols. (2007) expõem com propriedade a necessidade de uma educação que vá além do desenvolvimento de valores e atitudes individuais, como positivamente enfatizados pela EA, mas é preciso uma formação também nos domínios dos conhecimentos científicos.

Mesmo que não possamos afirmar, o entendimento apresentado por esses dois professores formadores pode estar favorecendo o desenvolvimento de concepções mais abrangentes no que diz respeito às questões ambientais em seus licenciandos em Química. Afinal, como já discutimos, as crenças desses docentes podem refletir em suas práticas e apostamos que a utilização de diferentes referenciais, no que tange à temática ambiental, pode agregar diferentes saberes aos processos formativos, favorecendo entendimentos amplos e resultando em ações mais conscientes em prol do ambiente e sua sustentabilidade.

Embora nenhum dos entrevistados tenha admitido trabalhar concomitantemente com todas as hipóteses apresentadas e discutidas ao longo do texto — QV, QA, EA e CTS —, todos associaram, no mínimo,

mais de uma delas em seus trabalhos disciplinares, com onde dois deles, que afirmaram associar a QA ao enfoque CTS ou à QV. Chama-nos ainda a atenção à existência de um pequeno número de professores (dois do total) que alegou trabalhar conjuntamente com três dessas perspectivas (QA, QV e EA). Como já era esperado, todos afirmaram trabalhar com a perspectiva da Química Ambiental, mas que foi predominantemente entendida como estudos da Química **no** e **do** ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho buscamos identificar indícios sobre o modo como as questões relacionadas ao meio ambiente vêm sendo abordadas em componentes curriculares de Química Ambientais e afins em cursos de Licenciatura em Química das regiões sul e sudeste do Brasil e suas aproximações com a perspectiva da Química Verde. A partir da análise dos documentos curriculares das disciplinas de investigação, e principalmente das entrevistas realizadas com seus professores responsáveis, foi possível identificar e discutir como essa relação é entendida e de que forma as concepções apresentadas pelos formadores podem estar refletindo em sua prática docente e na formação dos futuros professores de Química.

Por meio da Análise Textual Discursiva, foi possível identificar as diferentes visões de meio ambiente carregadas por esses sujeitos, e duas categorias distintas foram inicialmente elencadas. Uma delas com as visões pautadas em compreensões restritas do meio ambiente, que representa o entendimento predominante entre os professores entrevistados, e a outra, em que os professores apresentam uma superação da visão reducionista de meio ambiente.

Entre os que percebem o meio de forma restrita, uma parcela expressa uma representação onde o meio ambiente é concebido de maneira natural, restrita a aspectos bióticos e abióticos, identificada como visões *naturalistas* de ambiente, e que foi reconhecida na fala de quatro professores formadores. Já a percepção de meio como maneira de prover a sobrevivência dos seres humanos, a partir de um entendimento antropocêntrico, foi expressa por apenas um dos entrevistados. Acreditamos que essas compreensões fragmentadas de meio ambiente possam ter consequências nos processos formativos, dado que são insuficientes para tratar das complexidades e da urgência das questões ambientais. Com o ambiente sendo percebido, abordado e tratado dessa maneira em aulas de Química, os efeitos do processo educativo podem resultar em mudanças comportamentais e atitudinais, que também são importantes, porém não suficientes ao melhor entendimento e enfrentamento, seja das questões relacionadas à Química na geração desses problemas, seja nas soluções que esta pode fornecer. Portanto, tais resultados poderiam ser insuficientes na formação de um profissional capaz de compreender e atuar (incluindo ensinar sobre) de

forma preventiva à geração de problemas ambientais derivados dessa ciência e suas atividades.

Defendemos, ao longo da pesquisa, a necessidade do tratamento holístico dos aspectos atrelados ao ambiente. Embora tenhamos constatado que essa não é a compreensão dominante, três formadores apresentaram entendimentos que ultrapassam visões restritas de ambiente, caracterizadas basicamente pela inserção do ser humanos no meio. Um dos professores relatou a necessidade de *superação do antropocentrismo*, dado que reconhece as ações dos seres humanos sobre o ambiente de forma que, se continuar agindo como predador, a sustentabilidade do planeta pode ser posta em risco. Já a visão *globalizante* — em que diferentes variáveis devem ser utilizadas para se entender e agir no meio ambiente — foi identificada apenas na fala de dois entrevistados.

A formação dos licenciandos dos cursos onde atuam esses últimos professores pode estar sendo favorecida, dado que, por meio dessas visões holísticas, ocorre a (re)construção dos valores humanos, despertando nos sujeitos a necessidade tanto da prevenção biofísica quanto material, e isso significa uma formação crítica, consciente e interdisciplinar, uma vez que a diversidade de relações entre os sistemas que constituem o meio requer a abordagem e utilização de diferentes saberes.

A crise ambiental contemporânea remete a discussões permanentes de aspectos ligados ao meio ambiente, e como já comentamos, associadas a variáveis sociais, históricas, políticas, filosóficas, econômicas e também científicas. Silva (2009) ressalta a necessidade do embasamento de reflexões em torno do meio ambiente na educação formal, pois esta favorece a “[...] formação de cidadãos aptos para a aquisição de valores, tomadas de decisões e atitudes condizentes com o ambiente e a sociedade” (p.2). Apesar de a dicotomia ser humano-ambiente, exposta pelo autor, acreditamos que seja na busca dos objetivos por ele apresentados que docentes devam estar preparados para o trabalho com as questões ambientais **do**, **no** e **para** o ambiente; as quais devem ser desenvolvidas durante os processos formativos. Logo, é necessário que se pense no papel do ensino de ciências para uma formação ampla, tanto de docentes quanto de educados.

Como dissemos, tais observações relativas às visões de meio ambiente nos levaram a perceber de que forma a relação entre a Química e as questões ambientais é interpretada pelos docentes nos cursos investigados e como esses entendimentos poderiam estar refletindo na

prática docente. Desta maneira, uma terceira categoria de análise foi também constituída, mediante a qual pudemos constatar os diferentes entendimentos sobre a relação entre a Química e o meio ambiente. Inferimos então que, para os professores formadores entrevistados, o termo “questões” está atrelado exclusivamente a “problemas” ambientais caracterizando, uma vez mais, certo reducionismo no modo de ver o tema ambiente. Ao relacioná-los com a Química, três professores percebem-na apenas como *causadora* desses problemas, e outros quatro professores como *remediadora* dos mesmos.

Trabalhos desenvolvidos sobre a geração de problemas ambientais considerando apenas a responsabilidade Química e suas atividades podem vir a caracterizar uma conotação negativista e exclusiva a essa ciência, além de reducionista de meio ambiente, pois desconsidera a (co)responsabilidade de sistemas como o econômico, político e industrial, que também influenciam na origem dos problemas ambientais. Isso se aplica não somente na geração de problemas, mas igualmente quando se encara o viés da remediação, dado que não cabe somente à Química o papel de solucionar os problemas ambientais. Se assim interpretada, à temática ambiental (questões vistas somente como problemas) acaba-se por caracterizar uma perspectiva salvacionista à ciência (e à tecnologia). De acordo com Marques e Cols. (2007), a fragmentação do entendimento das causas e soluções de problemas ambientais dificulta a incorporação da temática ambiental pela Química, seja pelo ponto de vista epistêmico, seja pelo pedagógico.

A importância dessa ciência para a *prevenção* de problemas ambientais também foi identificada, embora apenas na fala de um professor. Ressalta-se que, ainda que a busca pela remediação de problemas ambientais seja importante, a atuação preventiva à sua geração deve ser perseguida, por ser uma prática promissora aos cuidados com o ambiente, como defende a própria Química Ambiental e a Química Verde. Esta última vem sendo considerada como a Química **para** o ambiente (MACHADO, 2004), pois busca *a priori* cuidados com o meio ambiente, pela prevenção da poluição através do estabelecimento de tecnologias limpas e ambientalmente sustentáveis. Acreditamos que a abordagem nos cursos de formação de Químicos (especialmente nas Licenciaturas) de aspectos da Química **no, do e para** o ambiente, pode então favorecer uma formação científica que contribua para a mudança no foco de ideias de preservação e remediação. Se assim ocorrer, é provável que os futuros professores de Química passem a desenvolver suas atividades visando ensino de valores e atitudes que resultem em

uma ética ambiental também com base em conhecimentos científicos. Para uma formação ampla, que contemple diferentes aspectos do ambiente, reconhecemos a necessidade da abordagem de não apenas saberes químicos, mas também daqueles proporcionados pelo ensino de diferentes áreas.

Julgamos, então, para que seja possível a superação de visões fragmentadas e reducionistas de meio ambiente, e de conotações negativistas ou salvacionistas de ciência, que é necessário que os cursos de formação não se restrinjam, entre outras coisas, a enfoques disciplinares descontextualizados e compartimentados, e com uma abordagem transversal das questões (e não somente problemas) ambientais em currículos de Licenciatura em Química.

A partir das visões, congregadas nas categorias precedentes, outra categoria de análise buscou expressar as diferentes compreensões sobre a(s) perspectiva(s) de abordagem da relação Química e questões ambientais em sala de aula, aproximando-se assim da prática docente nos cursos de formação de professores de Química, relatada pelos próprios entrevistados.

De acordo com a fala dos professores formadores, a perspectiva da Química Ambiental (QA) é fulcral ao estudo e abordagem dos aspectos do meio ambiente nas disciplinas investigadas. Concomitantemente à Química Ambiental, quatro formadores afirmaram trabalhar ainda com a Educação Ambiental; um acrescenta adotar o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade; outro diz trabalhar com a perspectiva da Química Verde (QV) conjuntamente à Química Ambiental; os demais se referenciam e utilizam tanto a Educação Ambiental quanto a Química Verde e a Química Ambiental nos trabalhos de sala de aula. Algo que julgamos muito interessante, pois se constitui em uma abordagem sinérgica que aproveita os diferentes focos de interesse e produções teórico-práticas desses diferentes campos de pesquisa.

O trabalho da *QA associada à EA* foi identificado como forma de se obter mudanças atitudinais e comportamentais nos licenciandos, além do desenvolvimento de uma consciência ambiental, pois os professores julgam que para a compreensão do papel da ciência **na** e **para** o meio, a abordagem dos aspectos atrelados ao ambiente não pode se restringir aos saberes técnicos e científicos, e uma formação ampla é facilitada pela utilização de conhecimentos de diferentes áreas. Também como forma de favorecer uma formação mais abrangente, integrando conhecimentos químicos e científicos a outras importantes variáveis

constituintes do meio, um formador entrevistado aposta na articulação entre o ensino da *Química Ambiental conjuntamente ao enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade*. Acredita que a problematização do papel e do desenvolvimento da ciência e tecnologia podem fornecer aos futuros professores de Química, meios para a compreensão, reflexão e desenvolvimento de ações, além da tomada de decisões críticas no que tange à relação entre a C&T e o ambiente.

Embora a fala de outro formador não tenha expressado a justificativa do trabalho com a *Química Ambiental e a Química Verde*, foi possível inferir, a partir da totalidade de sua entrevista, assim como através do plano de ensino de sua disciplina, que o foco de ensino se dá na Química **do, no e para** o ambiente, refletindo, dessa forma, em aportes da QA e da QV, justificando que essas proporcionam saberes técnicos e científicos da Química para a atuação e busca por um novo direcionamento nas atividades químicas que visem cuidados ambientais. Ainda que reconheçamos a importância e essencialidade dessas abordagens na formação dos químicos, independentemente da área de atuação, julgamos pelos depoimentos que faltam aportes pedagógicos, derivados, por exemplo, do campo da Educação, incluindo a Educação Ambiental, bem como do próprio enfoque CTS na abordagem da temática ambiental em sala de aula, algo primordial para a formação do pensamento ambiental dos seus alunos de licenciatura, e, por consequência, dos alunos da educação básica.

Advogamos pela importância do aporte de diversas perspectivas no tratamento e abordagem das questões ambientais, pois como expomos e discutimos anteriormente, diferentes variáveis constituem o meio ambiente, e dada essa complexidade de fatores é que distintos saberes favorecem seu entendimento e conseqüentemente ações conscientes e responsáveis (ética e profissionalmente) em prol do meio. Baseados, provavelmente, nessa compreensão é que dois professores formadores expressaram a necessidade do trabalho *concomitante entre a Química Verde, a Química Ambiental e a Educação Ambiental*. Dessa forma articulada, reflexos positivos podem ser gerados na prática tanto do formador quanto do futuro professor, pois concepções mais abrangentes em torno das questões ambientais são desenvolvidas, em que a EA tem, por diferentes fatores, foco e experiência nas discussões que visam proporcionar mudanças (éticas) atitudinais e comportamentais, enquanto a QA e a QV provêm de uma base química, portanto, de estudos sobre aspectos moleculares e energéticos das transformações biofísicas da matéria. Estas duas vêm se debruçando,

como já afirmado, em aspectos seja na remediação quanto na prevenção de problemas ambientais derivados de atividades químicas. Desta forma, uma formação e atuação crítica e consciente envolvendo, por exemplo, processos de tomada de decisão e de ações que envolvam o meio ambiente podem e devem estar presentes nos estudos dentro dos cursos de Licenciatura em Química em que atuam esses formadores.

Assim como Machado (2004; 2008), reconhecemos a importância do enfoque propiciado pela QV no ensino de Química, porque, em tese, pode auxiliar no desenvolvimento de ações compatíveis com a sustentabilidade do planeta, baseada em sua forte ênfase na prevenção dos processos químicos. Sua inserção, por exemplo, pode ser feita nas atividades laboratoriais introdutórias nos cursos de graduação, para que no tratamento de resíduos e no desenho e desenvolvimento dos processos de síntese, se estabeleça relações com as questões ambientais, independente da área de formação e atuação do educando (bacharel ou licenciado).

Todavia, nenhum dos professores comentou trabalhar simultaneamente com as perspectivas da QV, QA, EA, CTS e a abordagem temática freireana. Há que se considerar que as disciplinas investigadas são as da componente da área específica da Química (como da orgânica, inorgânica e físico-química) e não integradoras, por exemplo. Esse silêncio encontrado pode ser resultante da falta de oportunidade que os próprios formadores possuem para passar por processos de formação sobre a própria docência.

Já a visão de Química Ambiental carregada por esses formadores é prioritariamente definida como o estudo dos processos químicos **da e na** natureza, sejam eles naturais ou causados pelos seres humanos.

De forma geral, a pesquisa revelou que questões ambientais são abordadas nos cursos investigados, muito embora aspectos ambientais também possam estar sendo tratados em outras disciplinas que não somente aquelas que investigamos. Encontramos um baixo número de disciplinas que especifique em sua nomenclatura uma intencionalidade explícita a essa abordagem. Os destaques foram os cursos da UFRJ, o diurno da USP e o novo currículo (e curso específico) da UFSC, pois não possuem nenhuma disciplina que se enquadrasse na amostra de nossa investigação. Diferentemente da realidade encontrada por Leal em 2002, em que a maioria das disciplinas por ela analisada tinham caráter optativo; das quinze disciplinas selecionadas em nossa investigação, com exceção da Introdução à Química Ambiental dos cursos da UFRGS e da Química Ambiental da UFPR, todas as demais são obrigatórias. A

carga horária destinada a estas disciplinas também aumentou, dado que em 2002 elas tinham 30 horas/aulas, e hoje já possuem em média 60 horas/aula. Outra característica identificada foi o período de oferta das disciplinas, dado que na pesquisa de Leal (2002) elas eram encontravam-se no final dos cursos e em nossa investigação identificamos que estão presentes já em meados dos cursos de graduação. Essa situação pode estar refletindo a emersão de uma vontade das instituições e do corpo docente dos cursos analisados de que questões (temas, conteúdos ou situações) de cunho ambiental sejam tratadas durante a formação química. Assim, os licenciandos podem estar vivenciando algum tipo de contato com as questões ambientais ao menos naquelas disciplinas que possuem o termo Ambiental — ou algo afim — em sua nomenclatura.

Ainda estabelecendo um comparativo com os resultados obtidos por Leal (2002), em que transpareceu que a articulação dos conhecimentos químicos e a temática ambiental ocorria ou era pautada apenas na transmissão de conteúdos descontextualizados e com um enfoque predominantemente técnico, em nossa pesquisa foi possível inferir que os cursos que investigamos — através da fala dos docentes e da análise dos currículos — possuem alguma preocupação em fornecer uma formação mais ampla aos seus licenciandos, dado que buscam articular diferentes perspectivas no tratamento e na abordagem das questões ambientais em sala de aula. E também porque estes professores buscam dar um foco a essa abordagem que não é exclusivamente apoiado em conhecimentos técnicos e científicos, englobando, por exemplo, discussões proporcionadas pela Educação Ambiental e pelo enfoque CTS. Mesmo que não possamos afirmar, dado que não fomos investigar a sala de aula propriamente, encontramos indícios de que a formação inicial de professores de Química nas regiões sul e sudeste do país oferece oportunidades aos alunos de discutir a relação entre a Química e as questões ambientais, articulando conhecimentos científicos a aspectos econômicos, sociais, culturais e políticas implicados às questões ambientais.

Quanto aos questionamentos apresentados no 2º capítulo, reconhecemos possíveis causas à dificuldade encontrada ainda pelos professores de Química para o trabalho com as questões ambientais. Embora os formadores reconheçam a necessidade da abordagem pedagógica e científica a partir de diferentes perspectivas e enfoques para o desenvolvimento do ensino da Química e sua articulação com o meio ambiente, muitos deles ainda possuem visões restritas de meio

ambiente e reducionistas da ciência. E isto pode estar refletindo em sua prática docente enquanto formador, dificultando a problematização e, conseqüentemente, a transformação de algumas das concepções reducionistas acerca do meio ambiente de seus licenciandos, que poderão refletir também em sua prática pedagógica futura.

Sendo assim, acreditamos que o pressuposto educacional ligado à perspectiva progressiva de educação possa ser uma perspectiva capaz de dar suporte epistemológico e teórico-metodológico a uma abordagem crítica e transformadora das questões ambientais, aliado ao trabalho desenvolvido com as perspectivas da Química Verde, da Química Ambiental e da Educação Ambiental nos processos de formação de professores, as quais serão responsáveis pela iniciação de jovens no mundo da ciência durante a escola. E é nesse sentido que reconhecemos a necessidade do aprofundamento na investigação da sinergia entre a Química Verde, a Química Ambiental, a Educação Ambiental e a própria questão do desenvolvimento sustentável como o objetivo e como um estilo de pensar dos químicos com relação à sustentabilidade ambiental, uma vez que a radiografia dos currículos investigados ainda não estava completamente desenvolvida.

REFERÊNCIAS

ABREU, Daniela Gonçalves; CAMPOS, Maria Lúcia A. M.; AGUILAR, Márcia B. R. Educação ambiental nas escolas da região de Ribeirão Preto (SP): Concepções orientadoras da prática docente e reflexões sobre a formação inicial de professores de química. **Química Nova**, v. 31, n. 3, p. 688-693, 2008.

ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa qualitativa e quantitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. 203 p.

ANASTAS, Paul T.; WARNER, John C. **Green Chemistry – Theory and Practice**. New York: Oxford University Press, 1998.

ANGOTTI, José André Peres; AUTH, Milton Antonio. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, v.7, n. 1, p. 15 – 27, 2001. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeeducacao/>>. Acesso em Dezembro de 2009.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v.7, n. 1, p. 1 – 13, 2001. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeeducacao/>>. Acesso em Dezembro de 2009.

_____. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. 2002. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis. 2002.

_____. Alfabetização Científico-Tecnológica: um novo paradigma? **Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2003.

_____. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v.1, número especial, p. 1 - 20, 2007.

AULER, Décio; DALMOLIN, Antonio Marcos Teixeira; FENALTI, Veridiana dos Santos. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria**, v.2, n. 1, p. 67-84, 2009.

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: EDUFSC. 1998.

BIGLIARDI, Rossane Vinhas; CRUZ, Ricardo Gauterio. O papel da Educação Ambiental frente à crise civilizatória atual. **Ambiente & Educação**, Rio Grande, v. 12, p. 127 – 140, 2007. Disponível em: <<http://www.seer.furg.br/ojs/index.php/ambeduc>>. Acesso em fevereiro de 2010.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394, 20 de dezembro de 1996.

_____. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: apresentação dos temas transversais, ética**. Brasília: MEC/ SEF, 1997.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília, 1999.

_____. Lei n. 10.172, de 9 de janeiro de 2001. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 janeiro de 2001a.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Parecer CNE/CES 1.303 de dezembro de 2001. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**. Brasília, 2001b.

_____. Conselho Nacional de Educação - Conselho Pleno CNE/CP 009/2001. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena**. Brasília: MEC/CP, 2002a.

_____. Conselho Nacional de Educação - Conselho Pleno CNE/CP 2/2002. **Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior**. Brasília: MEC/CP, 2002b.

_____. Ministério de Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002c.

_____. Ministério de Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2008.

_____. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a Educação Ambiental, Institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA). Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/lei9795.pdf>> Acesso em: junho de 2009.

BRÜGGER, Paula. **Educação ou Adestramento Ambiental?** 2. ed. Florianópolis: Letras Contemporâneas, 1999. 159 p.

CACHAPUZ, António; PAIXÃO, Fátima; LOPES, J. Bernardino; GUERRA, Cecília. Do estado da arte da pesquisa em educação em ciências: Linhas de pesquisa e o caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”. **Alexandria**, v. 1, n.1, p. 27-49, 2008.

CANELA, Maria Cristina; RAPKLEWICZ, Cleli Elena; SANTOS, Angélica Freitas dos. A visão dos Professores sobre a Questão Ambiental no Ensino Médio do Norte Fluminense. **Química Nova na Escola**, n. 18, p. 37 – 41, 2003.

CARSON, Rachel Louise. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Melhoramentos, 1962. 305 p.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. Educação Ambiental Crítica: nomes e endereçamentos da educação. In: LAYRARGUES, Philippe Pomier (coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

_____. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2008. 255 p.

CMMA. **Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Nosso Futuro Comum**. 2 ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430 p.

COELHO, Juliana Cardoso. **A chuva ácida na perspectiva de tema social: um estudo com professores de química de Criciúma**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) –

Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis. 2005.

COELHO, Juliana Cardoso; MARQUES, Carlos Alberto; DELIZOICOV, Demétrio. A importância de distintas compreensões de problemas ambientais a partir da epistemologia de Bachelard. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7, 2009, Florianópolis. **Anais: VII ENPEC**. Florianópolis - SC: Abrapec, 2009.

CORRÊA, Arlene G.; ZUIN, Vânia Gomes. Princípios Fundamentais da Química Verde. *In*: CORRÊA, Arlene G.; ZUIN, Vânia Gomes. (Org.). **Química Verde: Fundamentos e Aplicações**. 1 ed. São Carlos: EDUFSCar, 2009, p. 9-22.

CORTES JUNIOR, Lailton Passos. **As Representações Sociais de Química Ambiental: contribuições para a formação de bacharéis e professores de Química**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) USP, 2008.

CORTES JUNIOR, Lailton Passos; CORIO, Paola; FERNANDEZ, Carmem. As Representações Sociais de Química Ambiental dos Alunos Iniciantes na Graduação em Química. **Química Nova na Escola**, v.31, n.1, p. 46 – 54, 2009.

COSTA, Dominique A.; RIBEIRO, M. Gabriela T. C.; MACHADO, Adélio A. S. C. Uma revisão da bibliografia sobre o ensino da Química Verde. **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, n. 109, p.47-51, 2008.

_____. Análise da verduza das actividades laboratoriais do 10^o ano do ensino secundário. **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, n. 115, p.41-49, 2009.

CRESPO, Samyra (Coord.). **O que o brasileiro pensa do meio Ambiente e do consumo sustentável.** Rio de Janeiro: Ministério do Meio Ambiente (MMA) / Instituto de Estudos da Religião (ISER), 2001.

DA SILVA, Flavia Martins; LACERDA, Paulo Sergio Bergo; JONES JR, Joel. Desenvolvimento Sustentável e Química Verde. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 103-110, 2005.

DA SILVA, Cláudia do Socorro Gomes. Necessidades de Formação de Professores em Educação Ambiental nas ilhas de Belém/Brasil. *In*: I Congresso Internacional de Educación Ambiental dos países Lusófonos e Galicia, 1., 2007, Santiago de Compostela. **Anais: I Congresso Internacional de Educación Ambiental dos países Lusófonos e Galicia.** Disponível em: <http://www.ceida.org/CD_CONGRESO_lus/documentacion_ea/posters/EA_no_Sistema_Educativo/SocorroGomesdaSilva_Claudia.html>. Acesso em Agosto de 2010.

DELIZOICOV, Demétrio. **Conhecimento, Tensões e Transições.** 1991. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas.** 5ª ed. São Paulo: Global, 1998.

DREWS, Franciele. A difusão científica da Química Verde no Brasil: reflexos no ensino de Química? *In*: Encontro de Debates Sobre Ensino de Química, 29., 2009, Santa Maria. **Anais: 29EDEQ - Ressignificando a Química rumo a Sustentabilidade**, CD-ROM. Santa Maria - RS: EDEQ, 2009.

FARIAS, Carmen Roselaine de Oliveira; FREITAS, Denise de. Educação ambiental e relações CTS: uma perspectiva integradora. **Ciência & Ensino**, v.1, número especial, 2007.

FIEDLER, Haidi; NOME, Marcelo; ZUCCO, César; NOME, Faruk. **Ciência da Sustentabilidade e a Química dentro da Conjuntura Educacional Brasileira**. EcoTerra Brasil. Disponível em: <www.ecoterrabrasil.com.br>, p. 01 - 06, 02 maio 2005. Acesso em 2009.

FONTES, Alice; CARDOSO, Alexandra. Formação de professores com a abordagem Ciência/Tecnologia/Sociedade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 1, p. 15 – 30, 2006. Disponível em: <<http://saum.uvigo.es/reec/>>. Acesso em: Janeiro de 2010.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 213 p.

_____. **Conscientização - Teoria e Prática da Libertação**: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. São Paulo: Centauro, 2001. 102 p.

FREITAS, Mirlaine R.; MACEDO, Renato L. G.; FERREIRA, Eric B.; FREITAS, Matheus P. Em busca da conservação ambiental: a contribuição da percepção ambiental para a formação e atuação dos profissionais da Química. **Química Nova**, v. 33, n. 4, p. 988-993, 2010.

FURTADO, Fernanda Andrade Mattar. Concepções éticas da Proteção Ambiental. **Direito Público**, v. 1, n. 3, p. 150-160, 2004.

GARCIA, Irene Teresinha Santos; KRUGER, Verno. Implantação das Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores de Química em uma Instituição Federal de Ensino Superior: Desafios e Perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n.8, p. 2218 - 2224, 2009.

GONÇALVES, Fábio Peres. **A problematização das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência dos**

formadores de professores de Química. 2009. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Centro de Ciências da Educação, Centro de Ciências Biológicas Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

GOUVEIA, Viviane de Paula; OLIVEIRA, Sheila Rodrigues; QUADROS, Ana Luiza de. Algumas Questões Ambientais Permeando o Ensino de Química: o que pensam os estudantes. **Ensaio.** Pesquisa em Educação em Ciências, v. 11, n. 1, p. 1-22, 2009.

IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry.
Disponível em: <<http://www.iupac.org/web/ins/303>>. Acesso em: 2009.

JARDIM, Wilson F. Introdução a Química Ambiental. **Química Nova na Escola**, Cadernos Temáticos, p. 3 – 4, 2001.

LAYRARGUES, Philippe Pomier. **A cortina de fumaça:** o discurso empresarial verde e a ideologia da racionalidade econômica. São Paulo: Annablume, 1998. 236p.

_____. **Um Panorama da Educação Ambiental no Brasil.** Minicurso do GE 22 – EA da ANPED, Poços de Caldas – MG, dia 06 de outubro de 2003 – 26ª Reunião Anual – 2003.

LEAL, Adriana Lopes. **A articulação do conhecimento químico com a problemática ambiental, na formação inicial de professores.** 2002. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis. 2002.

LEFF, Enrique. **Saber Ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. 6 ed. Petrópolis: Vozes, 2008. 494 p.

LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. Educação, Emancipação e Sustentabilidade: em Defesa de uma Pedagogia Libertadora para a Educação Ambiental. *In*: LAYRARGUES, Philippe Pomier (coord.). **Identities da educação ambiental brasileira. Ministério do Meio Ambiente**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Estilos de pensamento em Educação Ambiental: uma análise a partir das dissertações e teses. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7, 2009, Florianópolis. **Anais: VII ENPEC**. Florianópolis - SC: Abrapec, 2009.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. Educação Ambiental Transformadora. *In*: LAYRARGUES, Philippe Pomier (coord.). **Identities da educação ambiental brasileira. Ministério do Meio Ambiente**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Elisa Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. EPU: São Paulo, 1986. 98 p.

KRASILCHIK, Myriam. Ensinando ciências para assumir responsabilidades sociais. **Revista Ensino de Ciências**, v.14, p. 8-10, 1985.

MACHADO, Adélio A. S. C. Química e Desenvolvimento Sustentável – QV, QUIVES, QUISUS. **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, n. 95, p.59-67, 2004.

_____. Métricas da Química Verde – A produtividade atômica. **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, n. 107, p.47-55, 2007.

_____. Das dificuldades da Química Verde aos segundos doze princípios. **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, n. 110, p.33-40, 2008.

MALDANER, Otávio Aloisio. **A formação inicial e continuada de professores de Química**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2000. 424p.

MARQUES, Carlos Alberto; GONÇALVES, Fábio Peres; ZAMPIRON, Eduardo; COELHO, Juliana Cardoso; MELLO, Ligia Catarina; OLIVEIRA, Paulo Roberto Silva; LINDEMANN, Renata Hernandez. Visões de Meio Ambiente e suas Implicações Pedagógicas no Ensino de Química na Escola Média. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2043-2052, 2007.

MEDEIROS, Mara Glacénir Lemes de. Natureza e Naturezas na Construção Humana: Construindo Saberes das Relações Naturais e Sociais. **Ciência & Educação**, v.8, n. 1, p.71 – 82, 2002.

MELO, Marlene Rios. Ética tecnológica: Química verde, uma possibilidade. **Revista Científica do IMAPES**, v.3, n.3, p. 76-78, 2005.

MORADILLO, Edilson Fortuna de; OKI, Maria da Conceição Marinho. Educação ambiental na universidade: construindo possibilidades. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 332-336, 2004.

MORAES, Edmundo Carlos. A construção do conhecimento integrado diante do desafio ambiental: uma estratégia educacional. *In*: NOAL, Fernando Oliveira; REIGOTA, Marcos; BARCELOS, Valdo Hermes de Lima. (Org.). **Tendências da Educação Ambiental Brasileira**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, p. 35-54, 1998.

_____ ; LIMA Jr., Enio; SCHABERLE, Fábio Antonio. Representações de meio ambiente entre os estudantes e profissionais de diferentes áreas do conhecimento. **Revista de Ciências Humanas**, Edição Especial Temática, p. 83-96, 2000.

_____. Abordagem relacional: uma estratégia pedagógica para a educação científica na construção de um conhecimento integrado. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4. 2004, Bauru. **Anais: IV ENPEC**. Bauru – SP: Abrapec, 2004.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilidade pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v.9, n.2, p. 191-211, 2003.

_____ ; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: Processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, SP, v. 12, n. 1, p. 01-12, 2006.

MORALES, Angélica Góis. **A Formação do Profissional Educador Ambiental: reflexões, possibilidades e constatações**. 1ed. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2009. 203 p.

MOREIRA, Marco Antônio. A questão das ênfases curriculares e a formação do professor de ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 3, n. 2, p. 66 – 78, 1986.

MOREIRA, Antonio Flavio Barbosa; SILVA, Tomaz Tadeu da. **Currículo, Cultura e Sociedade**. 8 ed. São Paulo: Cortez, 2005.154 p.

_____ ; CANDAU, Vera Maria. Currículo, Conhecimento e Cultura. *In*: BRASIL. Ministério de Educação. Secretaria da Educação Básica. **Indagações sobre currículo: Currículo, Conhecimento e**

Cultura. Brasília: 2007.

MOREIRA, Helena Margarido. **A Atuação do Brasil no Regime Internacional de Mudanças Climáticas de 1995 A 2004**. 2009. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais “San Tiago Dantas”) - UNESP, UNICAMP e PUC – SP, São Paulo, 2009.

MOZETO, Antonio Aparecido; JARDIM, Wilson de Figueiredo. A Química Ambiental no Brasil. **Química Nova**, v.25, supl., p. 7-11, 2002.

NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do; VIANNA, João Nildo. Apresentação. *In*: NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do; VIANNA, João Nildo (org.). **Dilemas e desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil**. Rio de Janeiro: Garamond, 2007.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; VON LINSINGEN, Irlan. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergência**, v. 13, n. 42, p. 95-116, 2006.

NICOLAI-HERNÁNDEZ, Vagner Aparecido de; CARVALHO Luiz Marcelo de. Controvérsias e Conflitos socioambientais: Possibilidades e limites para o trabalho docente. **Interacções**, Santarém, Portugal, n. 4, p. 126-152, 2006. Disponível em: <www.eses.pt/interaccoes>. Acesso em: 17 de maio de 2010.

NOVAES, Washington. Eco-92: avanços e interrogações. **Estudos Avançados**, v.6, n.15, p. 79-93, 1992.

PEREIRA, Jocélia Barbosa; CAMPOS, Maria Lúcia A. de M.; NUNES, Simara Maria Tavares Nunes; ABREU, Daniela Gonçalves. Um panorama sobre a abordagem ambiental no currículo de cursos de

formação inicial de professores de química da região sudeste. **Química Nova**, v. 32, n. 2, p. 511-517, 2009.

PERRENOUD, Philippe. **Construir as Competências desde a Escola**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PRADO, Alexandre G. S. Química Verde, os desafios da Química do novo milênio. **Química Nova**, v. 26, n. 5, p. 738-744, 2003.

QUADROS, Ana Luiza de. Estratégias usadas por um professor de ensino superior: concepções de ambiente/meio ambiente. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7, 2009, Florianópolis. **Anais: VII ENPEC**. Florianópolis - SC: Abrapec, 2009.

REIGOTA, Marcos. **Meio ambiente e representação social**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 1997. 87 p.

REIGOTA, Marcos. **O que é Educação Ambiental**. 1 ed. São Paulo: Brasiliense, 2001. 63 p.

RIBEIRO, M. Gabriela T. C.; COSTA, Dominique A.; MACHADO, Adélio A. S. C. Uma métrica gráfica para avaliação holística da verdura de reacções laboratoriais – “Estrela Verde”. **Química Nova**, v. 33, n. 3, p. 759-764, 2010.

RICARDO, Elio Carlos. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para a sua implementação no contexto escolar. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, p. 1-12, 2007.

SACHS, Ignacy. Primeiras intervenções: Idéias Sustentáveis. *In*: NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do; VIANNA, João Nildo (org.). **Dilemas e desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil**. Rio de Janeiro: Garamond, 2007.

SACRISTÁN, J. Gimeno. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. 3 ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998. 352 p.

SANSEVERINO, Antonio Manzollilo. Síntese Orgânica Limpa. **Química Nova**, v. 23, n. 1, p. 102 – 107, 2000.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função Social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28 – 34, 1996.

_____. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Editora da Unijuí, 2003. 144p.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio**. Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

_____; GAUCHE, Ricardo; MÓL, Gerson de Souza; SILVA, Roberto Ribeiro da; BAPTISTA, Joice de Aguiar. Formação de Professores: Uma Proposta de Pesquisa a Partir da Reflexão Sobre a Prática Docente. **Ensaio**. Pesquisa em Educação em Ciências, v. 8, n. 1, p. 1-14, 2006.

_____. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência& Ensino**, v.1, número especial, p. 1 – 12, 2007.

_____. Educação Humanística em uma Perspectiva Freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria**, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

_____; MACHADO, Patrícia F. L.; MATSUNAGA, Roseli T.; SILVA, Elton L.; VASCONCELLOS, Erlete S.; SANTANA, Valéria R. Práticas de Educação Ambiental em aulas de Química em uma visão socioambiental: perspectivas e desafios. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 7, n. extraordinário, p. 260 – 270, 2010. Disponível em <<http://www.apac-eureka.org/revista/index.htm>>. Acesso em fevereiro de 2010.

_____; GALIAZZI, Maria do Carmo; PINHEIRO JR, Edi Morales; SOUZA, Moacir Langoni de; PORTUGAL, Simone. O enfoque CTS e a Educação Ambiental: possibilidade de “ambientalização” da sala de aula de ciências. *In*: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MALDANER, Otávio Aloísio (org.). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Editora da Unijuí, 2010.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco; ARAGÃO Rosália Maria Ribeiro. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 27-31, 1995.

SILVA, Luciana Almeida; ANDRADE, Jailson B. de. Química a serviço da humanidade. **Química Nova na Escola**, Cadernos Temáticos, p. 3-6, 2003.

SILVA, Silvana do Nascimento. Concepções e Representações Sociais de Meio Ambiente: uma revisão crítica da literatura. *In*: Encontro

Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7, 2009, Florianópolis.
Anais: VII ENPEC. Florianópolis - SC: Abrapec, 2009.

SOUZA, Marcos Aurélio. Poluição Nuclear: **A inserção da educação ambiental no ensino médio na perspectiva globalizante via enfoque CTS.** 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis. 2005.

TORRESI, Susana Inês Córdoba de; PARDINI, Vera Lucia; FERREIRA, Vitor Francisco. O que é Sustentabilidade? **Química Nova**, v.33, n.1, p. 5, 2010a.

_____. Química Sustentável. **Química Nova**, v.33, n.7, p. 1433, 2010b.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. Formação dos educadores ambientais e Paradigmas em transição. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 1, p. 83-96, 2002.

TUNDO, Pietro; ROMANO, Ugo. Processi e prodottipuliti. In: **La Protezione Dell'ambiente in Italia.** Roma: Società Chimica Italiana, 1995.

VAZ DE MELO, Leonardo. Educação ambiental: um olhar sobre a teoria e a prática. **Ponto de vista**, v.4, p. 65-76, 2007.

ZUIN, Vânia Gomes. **Trajetórias em Formação Docente: da Química Verde à Ambientalização Curricular.** In: 31a. Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação - ANPED, 2008, Caxambu.

_____; FARIAS, Carmem R; FREITAS, Denise de. A ambientalização curricular na formação inicial de professores de Química: considerações sobre uma experiência brasileira. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 552-570, 2009.

ANEXOS

ANEXO A - ROTEIRO DAS ENTREVISTAS

ROTEIRO DA ENTREVISTA COM OS FORMADORES DAS COMPONENTES CURRICULARES DE CONTEÚDO AMBIENTAL

- Como você interpreta a relação entre a Química e as questões ambientais? Poderia exemplificar?
- Por que esse assunto (relação entre a Química e questões ambientais) precisa fazer parte da formação inicial de professores de Química?
- Como você avalia o tratamento dado a esta temática no currículo do Curso de sua IES? E na sua disciplina?
- Se você tivesse oportunidade de mudá-la, o que proporia? Por quê?
- Vê como necessária uma abordagem sobre questões ambientais e sua relação com a Química diferenciada na formação de bacharéis e licenciandos?
- Qual a sua visão sobre o que é Química Verde, Química Ambiental e Educação Ambiental?
- Você vê semelhanças e/ou diferenças entre QV, QA e EA? Quais?
- Você utiliza como referência em sala de aula alguma dessas perspectivas (QV, QA e EA)? Por que e como?
- Gostaria de fazer alguma outra observação?

ANEXO B – PLANOS DE ENSINO DAS DISCIPLINAS

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO RIO GRANDE**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

DEPARTAMENTO: **Química**

DISCIPLINA: **QUÍMICA ANALÍTICA AMBIENTAL**

CÓDIGO: **02130**

DURAÇÃO: **anual**

SISTEMA DE AVALIAÇÃO: **I**

CARGA HORÁRIA: **180 h.a**
SEMESTRE/ANO: **96 / 97/99**

NÚMERO DE CRÉDITOS: **12**

EMENTA

Conceitos Fundamentais de Ecologia e Educação Ambiental: Fatores bióticos e abióticos; Biosfera; Investigação da qualidade da água; Fluxos de matéria e energia; Ciclos da água e do oxigênio, carbono, nitrogênio e fósforo; Nutrientes: formas e concentração na biosfera; Poluição Ambiental: águas, residuais. Teoria da Química Analítica: Produto de Solubilidade; Análises gravimétricas; Análises volumétricas; Absorciometria na faixa de luz visível. Aulas Experimentais: Saídas de Campo; Determinações gravimétricas; Determinações volumétricas; determinações espectrofotométricas; Determinação potenciométrica de pH.

PROGRAMA

UNIDADE 1: Os Ecossistemas amostrados, Planejamento de Experimentos Químicos e Saídas de Campo.

Reconhecendo conceitos básicos em ecologia e sua importância social;

Reconhecendo os fatores abióticos como luz, temperatura, nutrientes, água, oxigênio, entre outros e os bióticos, como fotossíntese e respiração.

Descrivendo a biosfera: oceanos, estuários, arroios, solos, entre outros.

Descrivendo a qualidade ambiental em seus constituintes dissolvidos (nutrientes, gases, metais), material em suspensão e constituintes do substrato.

Técnicas de amostragem e preservação das amostras de água e sedimento.

Preparo de material e frascaria para saída de campo.

Saída de campo para reconhecimento dos ecossistemas a serem amostrados: marisma, estuário, praia marinha, arroio.

Saída de campo para amostragem de água e sedimento.

Saída de campo para amostragem de água poluída ou residual.

UNIDADE 2: A Química Analítica no Estudo de Ecossistemas amostrados

Métodos analíticos de filtração. Treinamento do uso do equipamento de filtração à vácuo usado para separar o material em suspensão nas amostras de água.

Análise gravimétrica, tipos e aplicações.

Análise gravimétrica por volatilização da água no material em suspensão retido no filtro.

Análise gravimétrica por precipitação química:

Formas de evitar a contaminação do precipitado, Processos de filtração, lavagem e calcinação e pesagem do precipitado. Relações estequiométricas.

Análise gravimétrica de sulfato dissolvido nas amostras de água coletadas.

Análise gravimétrica de ferro férrico nos sedimentos coletados.

Análise Instrumental usando espectrofotômetro de luz visível: conceitos, Lei de Lambert-Beer, concentração

de constituintes dissolvidos cromógenos, reta-padrão, erros e escolha de cubetas.

Análise absorciométrica de ferro dissolvido nas amostras de água coletadas.

Análise absorciométrica de nitrito nas amostras de água coletadas.

Análise absorciométrica de fosfato nas amostras de água coletadas.

Análise absorciométrica de nitrogênio amoniacal nas amostras de água coletadas.

Análise absorciométrica de silício nas amostras de água coletadas.

Análise titrimétrica, tipos e aplicações.

Volumetria de neutralização: preparação de soluções de HCl 0,02mol/L, NaOH 0,0227 mol/L e carbonato de sódio 0,01 mol/L.

Volumetria de neutralização: curvas de titulação ácido forte x base forte; ácido fraco x base forte, indicadores, ponto de equivalência.

Volumetria de neutralização: padronização das soluções de HCl e NaOH; curva de neutralização do carbonato de sódio com HCl.

Análise titrimétrica de gás dióxido de carbono dissolvido.

Análise titrimétrica de alcalinidade.

Volumetria de precipitação: princípio de solubilidade, método de Mohr.

Análise titrimétrica de cloretos e cálculo da salinidade.

Volumetria de formação de íons complexos com EDTA, indicadores de íons metálicos.

Análise titrimétrica de cálcio e magnésio dissolvidos.

Volumetria de oxidação e redução: conceitos fundamentais; Iodometria; Dicromatometria.

Análise titrimétrica de oxigênio dissolvido.

Análise titrimétrica de carbono orgânico total.

Determinação de Demanda Química de Oxigênio (DQO).

Determinação de Demanda Biológica de Oxigênio (DBO).

UNIDADE 3: A renovação da vida no ecossistema

Descrevendo as transferências de material e energia no ecossistema.

Reconhecendo o ciclo da água.

Reconhecendo os ciclos do oxigênio e do carbono.

Descrevendo a solubilidade dos gases na água: variáveis físicas e bióticas; interações entre gás-água; coeficiente de solubilidade; alcalinidade; acidez.

Reconhecendo o ciclo biogeoquímico do fósforo.

Reconhecendo o ciclo biogeoquímico do nitrogênio.

Reconhecendo o ciclo biogeoquímico do silício

Reconhecendo as formas, importância e teores de material em suspensão na água.

Reconhecendo o ciclo biogeoquímico de alguns metais pesados.

UNIDADE 4: A biosfera em perigo

Avaliando a interferência humana no equilíbrio dos ecossistemas.

Conhecendo as principais ameaças à biosfera: chuva ácida, efeito estufa, entre outros.

Reconhecendo os perigos da poluição hídrica.

Reconhecendo parâmetros indicadores de poluição hídrica.

BIBLIOGRAFIA

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). 1989 Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington. 1193 p.

AMINOT, A ET CHAUSSEPIED, M. 1983 Manuel des analyses chimiques en milieu marin: CNEXO, Brest. 395 p

BACCAN, N.; ANDRADE, J.C.; GODINHO, O.E.S. E BARONE, J.S. 1979 Química analítica quantitativa

elementar . 2a edição. Editora Edgard Blucher LTDA. UNICAMP. 259 p.

BASSET, J.; DENNEY, R.C.; JEFFERY, G.H.; MENDHAM, J. 1981 Vogel - Análise inorgânica quantitativa. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara S.A. 690 p.

BAUMGARTEN, M.G.Z.; ROCHA, J.M.B.; NIENCHESKI, L.F.H. 1996. Manual de Análises em Oceanografia Química, Rio Grande: Ed. FURG, 132p

BODUNGEN, B.; WUNSCH, M. AND FURDERER, H. 1991 Sampling and analysis of suspended and sinking particles in the northern North Atlantic. Marine Particles: Analysis and Characterization. Geophysical Monograph 63: 47 - 56.

BROWN, J.; COLLING, A.; PARK, D.; PHILLIPS, J.; ROTHERY, D. AND WRIGHT, J. 1992. Seawater: its composition, properties and behavior (3rd edn). Pergamon Press-The Open University. 165 p.

BURTON, J.D. AND LISS, P.S. 1976 Estuarine Chemistry. Academic Press INC. (London) LTD. 230 p.

CARMOUZE, J.P. 1994 O metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas. Editora Edgard Blucher. FAPESP. 253 p

CG AA 7000 INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS LTDA 1988 Espectroscopia de absorção atômica: fundamentos e aplicações. Manual Operacional. 92 p.

DAY JR., J.W.; HALL, C. A.S.; KEMP, W.M. AND YANEZ-ARANCIBIA, A. 1987 Estuarine ecology. A Wiley-Intercience Publication. John Wiley & Sons. 557 p.

GRASSHOFF, K. M. 1977 Results of the Baltic Intercalibration Workshop. Kiel, March. ICES, C.M. 1977/C: 4 Hydr. Comm.

GRASSHOFF, K. M.; EHRHARDT, K. AND KREMLING, K. 1983 Methods of seawater analysis. Second, revised and extended edition. Weinheim; Deerfield Beach, Florida; Basel: Verlag Chemie. 419 p.

IVANOFF, A. 1972 Introduction à l'Océanographie: propriétés physiques et chimiques des eaux de mer. Paris. Librairie Vuibert. 209 p.

JOHANSSON, O. AND WEDBORG, M. 1980 The ammonia-ammonium equilibrium in sea water at temperatures between 5 and 25 C. J. Solut. Chem. 9 (1), 37-44.

KOLROLEFF, F. AND PALMORK, K.H. 1972 Report on the Ices /Scor Nutrient Intercalibration Experiment .September. ICES, C.M. 1972/C: 21. Hydr. Comm.

LISS, P.S. 1976 Conservative and non-conservative behaviour of dissolved constituents during estuarine mixing. In: Estuarine chemistry. Burton, J.D. and Liss, P.S.. Academic Press INC. (London) LTD. 229 p.

MARTIN, J.M. AND MEYBECK, M. 1979 Marine Chemistry, 7: 173-206.

MICRONAL, 1977 Manual de análises pelo Sistema de Injeção em Fluxo (FIA). Nota técnica: Cloreto em águas por espectrofotometria

RILEY, J.P. AND CHESTER, R. 1977 Chemical oceanography. Academic Press INC. (London) LTD. 465p.

STRICKLAND, J.D.H. AND PARSONS, T.R. 1972 A practical handbook of seawater analysis. Fisheries research board of Canada. Ottawa. Bulletin 167. Second edition. 311p

TRAIN, R. E. 1979 Quality criter for water. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Washington D.C. CASTLE HOUSE PUBLICATIONS Ltd. 255 p.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) 1991 Standard chemical methods for marine environmental monitoring. Reference methods for marine pollution studies. Rev. 1, n-50, Regional Seas, UNEP, IOC, IAEA. 46 p.

WINDOM, H.L., SCHROPP, S.J.; CALDER, F.D.; RYAN, J.D.; SMITH, R.G. ; JR. BURNEY, L.C.; LEWIS, F.G. AND RAWLINSON, C.H. 1989 Natural trace metal concentrations in estuarine and coastal marine sediments of the southeastern United States. Environmental Science e Tecnology, 23: 314-320.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL -
UFRGS
QUI 01 151 – INTRODUÇÃO À QUÍMICA AMBIENTAL
PLANO DE ENSINO

1. SÚMULA:

Meio Ambiente e Ecologia. Noções de Toxicologia Ambiental e Ocupacional. Metabolismo de Xenobióticos. Carcinogênese e Mutagênese. Análise de Risco. Legislação Ambiental. Efeitos Antropogênicos: chuva ácida, camada de ozônio, dioxinas, pesticidas, efeito estufa. Análise Química Ambiental: análise de água, solo, sedimento e ar. Resíduos Industriais: definições e tratamento

Carga Horária Semanal: 4 horas/aula

2. SISTEMA DE AVALIAÇÃO:

O aluno será avaliado através de:

- (1) verificações teóricas
- (2) monografia / seminário
- (3) trabalhos eventuais

Verificações Teóricas (V1, V2, V3): Serão realizadas três verificações em horário pré-estabelecido no cronograma e versarão sobre os assuntos discutidos em aula, incluindo os seminários apresentados.

Monografia / Seminário (M): Será realizada um Seminário em grupo de dois alunos, incluindo a entrega de um texto (Monografia) e exposição oral, ilustrada (pôster, transparências, slides,...), de cerca de 90 minutos sobre temas de interesse da disciplina, previamente definidos. Deverá ser entregue um resumo aos colegas no mesmo dia da apresentação. A monografia deverá basear-se em pelo menos 3 artigos recentes (de 2000 a 2006) de revistas indexadas no portal da CAPES. A parte teórica sobre o tema poderá ser baseada em livros textos.

QUI 01 151 – INTRODUÇÃO À QUÍMICA AMBIENTAL
BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. Zarkzewski, S.F., *"Principles of Environmental Toxicology"*, ACS Professional Reference Book, ACS-Washington,DC, 1991
2. O'Neil, P., *"Environmental Chemistry"*, Second Edition., Chapman & Hall, 1993.
3. Reeve, R.N., *"Environmental Analysis"*, Analytical Chemistry by Open Learning, John Wiley & Sons, ACOL Office, London, 1994
4. Oga, Seizi, *"Fundamentos de Toxicologia"*, Atheneu Editora São Paulo Ltda., 1996.
5. Crosby, D.G., *"Environmental Toxicology and Chemistry"*, Oxford University Press, NY, 1998.
6. Novais, V. L. D., *"Ozônio: Aliado e Inimigo"*, Editora Scipione, Série Ponto de Apoio, 1998.
7. Raven, P.H.; Berg, L.R.; Johnson, G.B., *"Environment"*, Sauders College Publishing, 1995.
8. Nedel, B.J.; Wright, R.T., *"Environmental Science: The Way the World Works:"*, Fifth Edition, Prentice Hall, New Jersey, 1996.
9. Kloetzel, K., *"O Que É: Meio Ambiente"*, Segunda edição, Coleção Primeiros Passos, Editora Brasilense, 1994.
10. Pontin, J.A., Massaro, S., *"O Que É: Poluição Química"*, Coleção Primeiros Passos, Editora Brasilense, 1993.
11. Chiavenato, J.J., *"O Massacre da Natureza"*, Coleção Polêmica, 13ª Edição, Editora Moderna, 1995.
12. Ackerman, F., *"Why Do We Recycle? Markets, Values and Public Policy"*, Island Press, 1997.
13. Artigos e Revistas da Área

Professor:

QUI 01 151 – INTRODUÇÃO À QUÍMICA AMBIENTAL

CRONOGRAMA DA DISCIPLINA

aula	data	conteúdo
1.	06/03	MEIO AMBIENTE REVISÃO DE CONCEITOS
2.	08/03	REVISÃO DE CONCEITOS FARMACOLÓGICOS
3.	13/03	METABOLISMO DOS XENOBIÓTICOS
4.	15/03	FATORES QUE INFLUENCIAM A TOXICIDADE
5.	20/03	CARCINOGENESE E MUTAGÊNESE QUÍMICA
6.	22/03	CARCINOGENESE E MUTAGÊNESE QUÍMICA
7.	27/03	TOXICOLOGIA OCUPACIONAL & ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE RISCO
8.	29/03	CONTINUAÇÃO DAS AULAS ANTERIORES
9.	03/04	PRIMEIRA VERIFICAÇÃO
10.	05/04	POLUIÇÃO AÉREA
11.	10/04	PRINCIPAIS POLUENTES AÉREOS
12.	12/04	SMOG FOTOQUÍMICO. ENTREGA DA RELAÇÃO DE ARTIGOS A SEREM USADOS NA CONFEÇÃO DA MONOGRAFIA
13.	17/04	POLUIÇÃO AQUÁTICA: PRINCIPAIS POLUENTES AQUÁTICOS
14.	19/04	POLUIÇÃO AQUÁTICA: PRINCIPAIS POLUENTES AQUÁTICOS
15.	24/04	POLUIÇÃO TERRESTRE
16.	26/04	PRINCIPAIS POLUENTES DO SOLO E SEDIMENTOS
17.	01/05	FERIADO
18.	03/05	TRANSPORTE DE POLUENTES
19.	08/05	MONITORAMENTO AMBIENTAL
20.	10/05	ANÁLISE AMBIENTAL AQUÁTICA
21.	15/05	ANÁLISE AMBIENTAL AQUÁTICA
22.	17/05	ANÁLISE AMBIENTAL AQUÁTICA
23.	22/05	SEGUNDA VERIFICAÇÃO (AULAS 10 A 22)
24.	24/05	SEMINÁRIO 1: REDUÇÃO NA CAMADA DE OZÔNIO
25.	29/05	SEMINÁRIO 2: AQUECIMENTO GLOBAL – EFEITO ESTUFA

26.	31/05	SEMINÁRIO 3: CHUVA ÁCIDA: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS
27.	05/06	SEMINÁRIO 4: A POLUIÇÃO DO MERCÚRIO
28.	07/06	SEMINÁRIO 5: PESTICIDAS
29.	12/06	SEMINÁRIO 6: PCB (BIFENILAS POLICLORADAS)
30.	14/06	SEMINÁRIO 7: DIOXINAS E FURANOS
31.	19/06	SEMINÁRIO 8: HIDROCARBONETOS POLIAROMÁTICOS
32.	21/06	SEMINÁRIO 9: POLUIÇÃO EM AMBIENTES FECHADOS
33.	26/06	ANÁLISE AMBIENTAL AÉREA
34.	28/06	ANÁLISE AMBIENTAL DE SÓLIDOS
35.	03/07	ANÁLISE AMBIENTAL DE SÓLIDOS
36.	05/07	AVANÇOS RECENTES NA QUÍMICA AMBIENTAL
37.	10/07	TERCEIRA VERIFICAÇÃO (SEMINÁRIOS E AULAS 31 A 36)
38.	12/07	ENTREGA DOS CONCEITOS

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

Campus Universitário -Trindade - 88040-900 - Florianópolis - SC - Brasil
Fone: (048) 3721-6852 - Fax: +55 48 3721-6852 - E-mail:
secretar@qmc.ufsc.br

DISCIPLINA: Química Ambiental

CÓDIGO: QMC 5705

CARGA HORÁRIA: 54 HORAS/AULA

EMENTA

Química dos solos, águas e atmosfera. Distribuição, importância e ciclos dos elementos químicos. Assimilação dos íons metálicos pelas plantas e animais. Poluição ambiental: prevenção e tratamento. Aspectos toxicológicos.

P R O G R A M A

1. Análise de substâncias químicas no meio ambiente.

1.1. O papel e a importância da análise química no meio ambiente.

1.2. Rastreabilidade e confiabilidade dos dados experimentais. Materiais de referência certificados. Boas condutas no laboratório (GLPs).

1.3. A necessidade da análise.

1.4. Monitoramento para determinar a extensão do problema.

1.5. Monitoramento para assegurar que o problema está controlado.

1.6. Distribuição, importância e ciclos dos elementos químicos.

2. Análises de água - constituintes majoritários.

2.1. Composição química da água continental. Processos químicos na água.

2.2. Qualidade dos recursos hídricos.

2.3. Estrutura e composição do meio marinho. Contaminantes no mar.

2.4. Amostragem.

2.5. Determinação da qualidade da água: sólidos suspensos, oxigênio dissolvido e demanda de oxigênio, carbono orgânico total, pH, coloração, acidez e alcalinidade, dureza da água.

2.6. A potabilidade da água. Critérios químicos. Interpretação dos resultados das análises de laboratório.

2.7. Exemplos aplicativos de análises para íons comuns.

3. Análises de água – contaminantes-traço.

3.1. Contaminantes-traço orgânicos.

-Normas para armazenar amostras e subsequentes análises.

-Exemplos aplicativos de análises por diferentes técnicas.

3.2. Íons metálicos.

-Estocagem das amostras para análises de metais.

-Pré-tratamento.

-Exemplos aplicativos de diferentes métodos analíticos:

4. Análises de solos e amostras sólidas: amostragem, pré-tratamento, extração e determinação analítica.

4.1. Áreas de problemas comuns na análise de sólidos.

4.2. Considerações para a análise de amostras biológicas.

4.3. Considerações específicas para análise de solos.

4.4. Considerações específicas para análise de sedimentos.

5. Análise atmosférica - material particulado.

5.1. Métodos de amostragem.

5.2. Métodos analíticos utilizando dissolução de amostras para análise de metais e de compostos orgânicos.

5.3. Análise direta de sólidos. Exemplos aplicativos dos métodos mais empregados.

6. Análise atmosférica - gases.

6.1. Determinação da concentração (carga) em um tempo médio.

6.2. Determinação de concentrações instantâneas.

7. Poluição ambiental: prevenção e tratamento

7.1. Conceituação de Impacto Ambiental

7.2. Tecnologias Limpas e o Menor Impacto Ambiental.

7.2. Metrologia, normalização e qualidade industrial. Prevenção da poluição.

7.3. Tratamento de resíduos.

8. Especiação de metais em sistemas aquáticos.

8.1. Especiação de metais dissolvidos.

8.2. Especiação sólida e biodisponibilidade.

9. Princípios Básicos de Toxicologia Química.

9.1. Relação Dose-resposta. Testes toxicológicos.

9.2. Toxicidade relativa

9.3. Substâncias xenobióticas e endógenas

9.4. Efeitos teratogênicos, mutagênicos, carcinogênicos e outros

BIBLIOGRAFIA

Livros Texto:

1. **R. N. Reeve.** *Environmental Analysis.* John Wiley & Sons. ACOL. **1994.**
1. **S. E. Manahan.** *Environmental Chemistry.* 6a ed. CRC Press. **1994.**

Outras referências importantes:

1. **D. A. Skoog, D. M. West e F. J. Holler.** *Fundamentos de Química Analítica-2.* 4a Ed. Reverté, S. A. **1997.**
2. **E. Prichard (coodenador).** *Quality in the Analytical Chemistry Laboratory.* John Wiley & Sons. ACOL. **1998.**
3. **G. Kateman e L. Buydens,** "Quality Control in Analytical Chemistry". John Wiley & Sons, New York, **1993.**
4. **H. Freiser,** "Concepts & Calculations in Analytical Chemistry. A Spreadsheet Approach." Ed. CRC Press. **1992.**
5. **W. Stumm e J. J. Morgan,** "Aquatic Chemistry. An Introduction Emphasizing Chemical Equilibria in natural Waters". Ed. Wiley-Interscience. **1970.**

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA _ UFPR**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO DE DISCIPLINA**

DISCIPLINA: **QUÍMICA AMBIENTAL** - CQ042
NATUREZA: SEMESTRAL
CARGA HORÁRIA: 30h - TEÓRICAS: 02 - PRÁTICAS: 00
- TOTAL: 02 - CRÉDITOS: 02
PRÉ-REQUISITO: CQ406 - Química Analítica Quantitativa e Instrumental
CO-REQUISITO: Não tem

I. EMENTA: Serão abordados tópicos sobre: A química dos solos, das águas e da atmosfera; a poluição ambiental, sua prevenção e tratamento; Legislação ambiental e avaliação de impacto ambiental.

II. OBJETIVOS (competência do aluno): Adquirir o conhecimento básico sobre o meio ambiente, através de uma visão holística, capacitando-o à entender a ligação íntima que existe entre todos os reservatórios (ou compartimentos) do ecossistema. Adquirir igualmente a capacidade de compreender as mudanças que têm sido provocadas no meio ambiente como consequência de atividades antrópicas. Compreender os mecanismos causadores de fenômenos adversos, bem como sua consequência para nosso planeta e possíveis atividades mitigadoras

III. AVALIAÇÃO: Provas escritas ou trabalhos escolares.

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Stumm, W. e Morgan, J.J "Aquatic Chemistry. Chemical equilibria and rates in natural waters". 3^a ed. John Wiley & Sons, New York, 1996.
- Bunce, N. "Environmental Chemistry". 2^a ed. Wuerz Publishing Ltd, Winnipeg, 1994.
- Glynn Henry, J. e Heinke, G.W. "Environmental Science and Engineering". 2^a ed. Prentice Hall, New Jersey, 1996.
- Ortolano, L. "Environmental Regulation and Impact Assessment". John Wiley & Sons, New York, 1997.

- Manahan, S.E. "Environmental Science and Technology". Lewis Publishers, New York, 1997.
- Davis, M.L. e Cornwell, D.A. "Introduction to Environmental Chemistry". 2ª ed. McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering. McGraw-Hill, Inc., New York, 1991.
- Baird, C. "Environmental Chemistry". W.H. Freeman and Co., New York, 1995.
- Langmuir, D. "Aqueous Environmental Chemistry". Prentice Hall, New Jersey, 1997.

V. CURSO EM QUE A DISCIPLINA É MINISTRADA:

Licenciatura e Bacharelado em Química e Agronomia

VI. PROFESSOR(ES):

VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

1. Evolução e características da atmosfera terrestre.
2. Reações na estratosfera.
3. Reações na troposfera.
4. A química do ozônio e "Smog fotoquímico".
5. Chuva ácida.
6. Ciclos biogeoquímicos.
7. Potabilidade de águas.
8. Tratamento de efluentes.
9. Cloro e compostos organo-clorados em águas.
10. Contaminação de águas por compostos orgânicos.
11. Contaminação de águas por metais.
12. Drenagem ácida de minas e contaminação do solo.
13. Legislação ambiental.

CONFERE COM O ORIGINAL

DATA:07-05-2011

Antonio Sérgio Diel
Secretário Administrativo do Departamento de Química/UFPR
Matricula: SIAPE-0341324

PLANO DE ENSINO

FICHA Nº 1 (permanente)

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA_ UFPR**SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS****DISCIPLINA:** ECOLOGIA QUÍMICA - CQ102NATUREZA: SEMESTRAL **OPTATIVA**

CARGA HORÁRIA: TEÓRICAS: 30 h. - PRÁTICAS: 00 -

TOTAL: 30 h. - CRÉDITOS: 02

PRÉ-REQUISITO: NÃO TEM

CO-REQUISITO: NÃO TEM

- I. **EMENTA:** Noções básicas de Ecologia química. Tipos de interação: animal-animal, animal-planta e planta-planta. Mecanismos de adaptação. **A importância da ecologia no desenvolvimento sustentável.**

Validade: a partir do ano letivo de

Professor: Sub-área de Química Orgânica Assinatura:

Chefe do Departamento: Assinatura:

Aprovado pelo CEPE - Res. n.º _____ de ___/___/___

Pró-Reitor de Graduação: Assinatura:

PLANO DE ENSINO

FICHA Nº 2 (parte variável)

Departamento de Química - Setor de Ciências Exatas

DISCIPLINA: ECOLOGIA QUÍMICA - CQ102**CURSO:** Química/ Biologia**PROFESSOR RESPONSÁVEL:** Sub-área de Química Orgânica**PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS:** aulas expositivas e seminários.**OBJETIVOS:** Fornecer ao aluno noções básicas sobre ecologia química.**COMPETÊNCIA DO ALUNO:** Conhecer os tipos de interação química existentes entre plantas e animais, a importância delas para o equilíbrio ambiental e o manejo sustentável.**AVALIAÇÃO:** mínimo de duas avaliações, conforme normas vigentes**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

1. Harborne, J.B. (1968) Introduction to ecological biochemistry. Academic Press, London.
2. Vilela, E.F. & Della-Lucia, T.M.C (1987) Feromônios de Insetos - Biologia, Química e Emprego no Manejo de Pragas, Imprensa Universitária - UFV, Viçosa
3. Dey, P.M.; Harborne, J.B. (1997) Plant Biochemistry, Academic Press, London.
4. Heldt, H. (1997) Plant Biochemistry and Molecular Biology, Oxford Univ. Press. Oxford.
5. Artigos selecionados de periódicos.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO (os itens de cada unidade didática):
Aspectos gerais da Ecologia química. Definição de feromônios, kairomônios, alomônios e sinomônios. Interações animal-animal. Interações animal-plantas. Alelopatia. Mecanismos de adaptação de plantas ao meio ambiente. **Aplicações da ecologia química na produção agrícola.**

Assinaturas: Professor Responsável:

Chefe do Departamento:

Coordenador do Curso:

Antonio Sérgio Diel
Secretário Administrativo do Departamento de Química/UFPR
Matricula SIAPE 0341324

PLANO DE ENSINO

FICHA N° 1 (permanente)

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA_UFPR**SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS****DISCIPLINA:** POLUIÇÃO AMBIENTAL E PROCESSOS DE
REMEDIAÇÃO - CQ100

NATUREZA: SEMESTRAL

OPTATIVA

CARGA HORÁRIA: TEÓRICAS: 30 h. - PRÁTICAS: 00 -

TOTAL: 30 h. - CRÉDITOS: 02

PRÉ-REQUISITO: NÃO TEM

CO-REQUISITO: NÃO TEM

II. EMENTA: Conceitos teóricos relacionados com o meio ambiente e o fenômeno de poluição ambiental. Apresentação das técnicas clássicas utilizadas no tratamento de resíduos e das novas tendências na área.

Validade: a partir do ano letivo de

Professor:

Assinatura:

Chefe do Departamento:

Assinatura:

Aprovado pelo CEPE - Res. n.º _____ de ___/___/___

Pró-Reitor de Graduação:

Assinatura:

PLANO DE ENSINO

FICHA Nº 2 (parte variável)

Departamento de Química - Setor de Ciências Exatas

DISCIPLINA: POLUIÇÃO AMBIENTAL E PROCESSOS DE
REMEDIAÇÃO - CQ100

Curso: Química

PROFESSOR RESPONSÁVEL:

PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS: Aulas expositivas com apoio audiovisual (filmes).

OBJETIVOS: Abordar os principais aspectos envolvidos no fenômeno de poluição ambiental, bem como as principais técnicas utilizadas para remediação de resíduos.

COMPETÊNCIA DO ALUNO: Distinguir as diversas origens do problema de poluição ambiental e saber discernir com relação a escolha das técnicas de remediação que podem ser aplicadas em cada caso particular de contaminação.

AValiação: Participação em discussões periódicas (P): Nos dias já estabelecidos, serão discutidos os principais aspectos envolvidos no módulo imediatamente anterior. Tal discussão deverá ser suportada por antecedentes bibliográficos pesquisados pelos alunos.

Trabalho de pesquisa bibliográfica (T): Durante a primeira semana de aula serão distribuídos os temas de pesquisa bibliográfica, cujos resultados deverão ser apresentados na forma escrita (máximo 25 páginas) e oral (máximo 30 minutos).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

6. Manahan, S.E. Environmental Chemistry. Lewis Publishers, 1994
7. Bunce, N.J. Introduction to environmental chemistry. Wuerz Publishing Ltd, 1993
8. Bunce, N.J. Environmental Chemistry. Wuerz Publishing Ltd, 1994

9. Glynn Henry, J. e Heinke, G.W. Environmental Science and Engineering. 2 ed. Prentice Hall, New Jersey, 1996
10. Ortolano, L. Environmental regulation and impact assessment. John Wiley & Sons, New York, 1997
11. Sawyer, C.N; McCarty, P.L. e Parkin, G..F. Chemistry for environmental engineering. 4 ed. McGraw-Hill, New York, 1994
12. Publicações em revistas científicas periódicas: Chemosphere, Journal of photochemical and photobiology, Environmental Science, Water reserarch, Journal of molecular catalysis, etc.
13. Sites de interesse:
www.sciencedirect.com
www.webofscience.fapesp.br
www.yahoo.com
www.usgs.gov
www.epa.gov

CONTEÚDO PROGAMÁTICO (os itens de cada unidade didática):

O meio ambiente.

Impacto ambiental de efluentes domésticos e industriais.

Legislação (ISSO 14000).

Técnicas convencionais de tratamento e minimização de resíduos.

Processos físico-químicos e biológicos.

Técnicas modernas de tratamento e minimização.

Processos oxidativos avançados, processos enzimáticos, processos envolvendo membranas, etc.

Aplicações.

Assinaturas: Professor Responsável:

Chefe do Departamento:

Coordenador do Curso:

Antonio Sérgio Diel

Secretário Administrativo do Departamento de Química/UFPR

Matricula STAPE 0341324

PLANO DE ENSINO

FICHA Nº 1 (permanente)

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA_UFPR**SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS****DISCIPLINA:** QUÍMICA DE RECURSOS RENOVÁVEIS - CQ164

NATUREZA: SEMESTRAL

OPTATIVA

CARGA HORÁRIA: TEÓRICAS: 30 - PRÁTICAS: 00 -

TOTAL: 30 - CRÉDITOS: 2

PRÉ-REQUISITO: CQ124 Fundamentos da Química Orgânica**CO-REQUISITO:** não tem

EMENTA: Química de carboidratos e de lipídeos (óleos vegetais e gordura animal). Análise química e estrutural de polímeros naturais: celulose, hemicelulose, lignina e amido. Métodos cromatográficos e espectrométricos de análise. **Tecnologias de aproveitamento e valorização de recursos renováveis:** bioconversão, biopolpação, biobranqueamento e produção de biocombustíveis (etanol e biodiesel).

Validade: a partir do ano letivo de 2006

Professor:

Assinatura:

Chefe do Departamento:

Assinatura:

Aprovado pelo C.E.P.E. - Res. nº _____ de ____/____/____

Pró-Reitor de Graduação:

Assinatura:

PLANO DE ENSINO

FICHA Nº 2 (parte variável)
Departamento de Química
Setor de Ciências Exatas

Disciplina: **QUÍMICA DE RECURSOS RENOVÁVEIS**
- **CQ164**

Validade: _____ Semestre
de: _____

Turma: _____

Local: _____

Curso: Química

PROFESSOR RESPONSÁVEL:

PROGRAMA (os itens de cada unidade didática):

01 Conceitos fundamentais de bioenergia e de desenvolvimento sustentável

02 Fundamentos de química de carboidratos e de química de óleos e gorduras

03 Química dos principais componentes da fitobiomassa; celulose hemicelulose e amido

04 Química de lignina e dos extrativos da madeira; estrutura da parede celular

05 Tecnologias de conversão da biomassa vegetal

06 Métodos de Análise Associados à Química de Fitobiomassa

07 Biotecnologia Aplicada à Produção de Combustíveis Líquidos e Insumos Químicos

08 Biotecnologia Aplicada à Indústria Têxtil e de Papel e Celulose

09 Aproveitamento de Oleaginosas com Fonte de Combustíveis Líquidos e Energia Renovável

PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS: Aulas expositivas; desenvolvimento de dinâmicas de grupo em temas centrais da disciplina; estudo de casos; pesquisa bibliográfica.

OBJETIVOS (COMPETÊNCIA DO ALUNO): Absorção de conhecimentos sobre química de recursos renováveis e bioenergia, visando especialmente o desenvolvimento de raciocínio crítico sobre desenvolvimento sustentável e suas implicações sócio-ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. GUNSTONE, F. D., **The chemistry of oils and fats**. Cornwall: MPG Books, 2004. 288 p.
2. KNOTHE, G.; VAN GERPEN, J.; KROHL, J., **The Biodiesel handbook**. Illinois: AOCS Press, 2005. 302 p.
3. BORZANI, W., **Biotecnologia industrial - Fundamentos**, vol. 1. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 254 p.
4. SCHMIDELL, W., **Biotecnologia industrial - Engenharia Bioquímica**, vol. 2. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 541 p.
5. LIMA, U. A., **Biotecnologia industrial - Biotecnologia na produção de alimentos**, vol. 3. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 523 p.
6. AQUARENE, E., **Biotecnologia industrial- Processos Fermentativos e Enzimáticos**, vol. 4. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 593 p.
7. SJÖSTRÖM, E., **Wood Chemistry Fundamentals and Applications**. 2nd Edition. Academic Press Inc. 1992.
8. FENGEL, D.; WEGENER, G., **Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions**. Berlin: Walter de Gruyter, 1989.
9. COUGHAN, M. P., **Enzyme System for Lignocellulose Degradation**. London: Elsevier Applied science, 1989. 408 p.
10. MANSFIELD, S. D.; SADDLER, J. N., **Applications of enzymes in lignocellulose**. Washinton: American Chemical Society, 2003. 468 p.
11. SADDLER, J. N., **Bioconversion of Forest and Agricultural Plant Residues**. Wallingford: CAB, 1993. 349p
12. VIKARI, L.; LANTTO, R., **Biotechnology in the Pulp and Paper Industry: 8^o ICBPPS, Progress in Biotechnology**, vol 21. Amsterdam: Elsevier Science, 2002. 334 p.

13. SADDLER, J. N.; PENNER, M. H., **Enzymatic Degradation of Insoluble Carbohydrates**. Washington: American Chemical Society, 1995. 374 p.
14. RAMOS, L. P. The chemistry involved in the steam treatment of lignocellulosic materials. **Química Nova**, v. 26, p. 863-871, 2003
15. RAMOS, L. P.; DOMINGOS, A. K.; KUCEK, K. T.; WILHELM, H. M.. Biodiesel: um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, DF, v. 31, p. 28-37, 2003.
16. KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHELM, H. M.; RAMOS, L. P., Considerações sobre o uso de biodiesel como modelo para projetos MDL. In: SANQUETA, Carlos; BALBINOT, Rafaelo; ZILLOTTO, Marco Aurélio. (Org.). **Fixação de Carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisa**. Curitiba, 2004, v. 14, p. 192-219, 2004.

AVALIAÇÃO: Provas teóricas, seminários e avaliação de trabalhos práticos e/ou projetos executados.

OBSERVAÇÃO:

ASSINATURAS:

Professor Responsável:

Chefe do Departamento:

Coordenador do Curso:

Antonio Sérgio Diel
Secretário Administrativo do Departamento de Química/UFPR
Matricula SIAPE 0341324

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA - UFPR**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO DE DISCIPLINA**

DISCIPLINA: **QUÍMICA TOXICOLÓGICA** - CQ018
NATUREZA: DE SEMESTRE
CARGA HORÁRIA: TEÓRICAS: 02 - PRÁTICAS: 00 -
TOTAL: 02 - CRÉDITOS: 02
PRÉ-REQUISITO: CQ410 - QUÍMICA ORGÂNICA BÁSICA

I. **EMENTA:** Introdução à Toxicologia. Ação orgânica. Limites de tolerância. Etiologia das intoxicações. Mecanismos de intoxicação. Mecanismos de detoxificação. Noções de metabolismo. Principais agentes tóxicos. Colheita e acondicionamento de material. Principais métodos de análises. Agentes gasosos. Agentes voláteis. Agentes minerais. Agentes orgânicos físicos. Agentes solúveis. Pesticidas. Outros agentes tóxicos de importância. Laboratório de toxicologia - montagem.

II. **PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS** – (a serem definidos pelo responsável pela disciplina na primeira semana de aulas): aulas expositivas, seminários, palestras, trabalhos supervisionados em grupos, visitas.

III. **OBJETIVOS** (competência do aluno): Reconhecer, analisar os principais elementos na caracterização toxicológica. Definir, reconhecer e analisar as consequências da definição de características toxicológicas e estados patológicos em ambientes de trabalho. Reconhecer e definir os usos dos principais índices de exposição a agentes químicos, físicos, ambientes e ocupacionais. Estabelecer paralelos e associações entre as características químicas e físicas de agentes tóxicos e efeitos no organismo e ambiente. Descrever as bases do protocolo de boas práticas laboratoriais e analisar os elementos básicos para a sua implementação. **Descrever, reconhecer e analisar os aspectos básicos de segurança na manipulação, estocagem, transporte e descarte de produtos químicos. Descrever, reconhecer e analisar os principais elementos de um plano de higiene química.** Descrever, reconhecer, analisar os elementos e aspectos principais relacionados a segurança no ensino experimental em nível secundário.

IV. **AVALIAÇÃO** (a ser definido na primeira semana de aula): Provas formais, testes, monografias, seminários e outros.

V. **BIBLIOGRAFIA:**

- 1) *Toxicologia Humana e Geral* - Brito F.º, D. Ed. Atheneu 2ª ed. 1989
- 2) *Toxicology* – Stewart – Stolmann – Ac. Press - 1968
- 3) *Isolation and Identification of drugs* - E.C.Clark.
- 4) *Toxicologia* - Larini
- 5) *Fundamentos de toxicologia* - Oga

VI. **CURSO EM QUE A DISCIPLINA É MINISTRADA:**

Licenciatura e Bacharelado em Química

VII. **PROFESSOR(ES):**

VIII. **CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:**

Introdução à toxicologia – histórico, definições, conceitos, evolução, atualidade.

Intoxicação como fenômeno biológico – fatores relacionados com o agente tóxico, fatores relacionados com o organismo: toxicocinética, toxicodinâmica, avaliação toxicológica: toxicidade aguda, toxicidade crônica, efeitos neurotóxicos, efeitos carcinogênicos, limites de controle, monitoração toxicológica, radicais livres e antioxidantes – mecanismos e reatividade associados a efeitos no organismo.

Toxicologia ambiental – *periculosidade ambiental, efluentes e rejeitos laboratoriais, normas e limites legais.*

Toxicologia ocupacional – elementos básicos na avaliação de riscos ocupacionais, diagnósticos e mapas de risco.

Toxicologia social e de medicamentos – metabolismo de drogas e a substâncias químicas de uso domiciliar, aspectos de segurança relacionados com produtos químicos de uso vulgar.

Toxicologia de alimentos

Agentes tóxicos – gases, produtos voláteis, metais, solventes, outros produtos de maior risco e/ou importância.

Práticas de segurança – saúde ocupacional, riscos de incêndio, riscos envolvendo radiação, riscos relacionados com eletricidade, normas e classificações de risco, de natureza química, de natureza física, estocagem de produtos químicos, incompatibilidade e controle de risco de produtos químicos, descarte de substâncias químicas.

Gerenciamento da segurança – histórico, conceitos, evolução, planos de higiene química, protocolos de boas práticas laboratoriais, elementos básicos no gerenciamento de segurança de laboratórios.

Tópicos especiais de determinação de agentes tóxicos – métodos analíticos, análise de resultados, qualidade no controle analítico toxicológico.

CONFERE COM O ORIGINAL

DATA: 07-05-2011

Antonio Sérgio Diel
Secretário Administrativo do Departamento de Química/UFPR
Matricula: SIAPE-0341324

PLANO DE ENSINO
FICHA Nº 1 (permanente)

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA_UFPR

SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS

DISCIPLINA: TOXICOLOGIA E SEGURANÇA QUÍMICA I
- CQ159

NATUREZA: SEMESTRAL

CARGA HORÁRIA: TEÓRICAS: 30 h. - PRÁTICAS: 00 -

TOTAL: 30 h. - CRÉDITOS: 02

PRÉ-REQUISITO: não tem

CO-REQUISITO: não tem

I. **EMENTA:** Introdução à Toxicologia. Intoxicação como Fenômeno Biológico. Mecanismo de ação de agentes moleculares. Mediadores químicos. Toxicocinética e Toxicodinâmica. Imunologia e Imunotoxicologia. Toxicologia Orgânica e Tecidual. Toxicologia Comportamental. **Ecotoxicologia**. Avaliação Toxicológica.

Validade: a partir do ano letivo de 2006

Professor:

Assinatura:

Chefe do Departamento:

Assinatura:

Aprovado pelo C.E.P.E. - Res. nº _____ de ____/____/____

Pró-Reitor de Graduação:

Assinatura:

PLANO DE ENSINO
FICHA Nº 2 (parte variável)
Departamento de Química
Setor de Ciências Exatas

Disciplina: TOXICOLOGIA E SEGURANÇA QUÍMICA I
- CQ159

Validade: 2006

Semestre de:

Turma: _____

Local: _____

Curso: _____

II. PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS:

Aulas expositivas, trabalhos individuais e em grupos, exercícios orientados, apresentação de seminários.

III. OBJETIVOS:

Reconhecer e analisar os principais elementos da caracterização toxicológica;

Definir, reconhecer e analisar as conseqüências da definição de características toxicológicas e estados patológicos em ambientes de trabalho;

Reconhecer e definir os usos dos principais índices de exposição a agentes químicos, físicos e ocupacionais;

Estabelecer paralelos e associações entre as características químicas e físicas de agentes tóxicos e efeitos no organismo e ambiente;

Descrever e analisar reações e efeitos comportamentais advindos de características evolutivas biológicas;

IV. AVALIAÇÃO: Avaliações formais (conforme Resolução 85/93-CEP), avaliação de seminário, avaliação de trabalhos experimentais e avaliação de dinâmicas de grupo.

V. BIBLIOGRAFIA:

Fundamental Toxicology for Chemists, John H. Duffus, Howard G. J. Worth, The Royal Society of Chemistry

Fundamentos de Toxicologia, Zanini, Oga, Atheneu Editora São Paulo
Farmacologia, H. P. Rang, M.M. Dale, Editora Guanabara Googan
Sites especializados na Internet
Publicações Técnicas

VI. CURSO EM QUE A DISCIPLINA É MINISTRADA

Bacharelado e Licenciatura em Química

VII. PROFESSOR:

VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

- **Introdução à Toxicologia** – histórico; definições; conceitos; evolução; atualidade.
- **Intoxicação como fenômeno biológico** – fatores relacionados com o agente tóxico; fatores relacionados com o organismo.
- **Toxicocinética e Toxicodinâmica** – relação entre fatores cinéticos e dinâmicos.
- **Imunologia e Imunotoxicologia** – sensibilização; hipersensibilidade; tolerância.
- **Toxicologia Orgânica e Tecidual** – toxicidade dérmica; toxicidade respiratória; hepatotoxicidade; nefrotoxicidade; neurotoxicidade.
- **Toxicologia Comportamental** – exposição ocupacional; exposição ambiental.
- **Ecotoxicologia** – efeitos seqüenciais e complexos
- **Avaliação Toxicológica** – parâmetros básicos; transdução de parâmetros para uso em avaliações.

Assinaturas:

Professor Responsável:

Chefe do Departamento:

Coordenador do Curso:

**PLANO DE ENSINO
FICHA Nº 1 (permanente)**

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA_UFPR

SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS

**DISCIPLINA: TOXICOLOGIA E SEGURANÇA QUÍMICA II
- CQ160**

NATUREZA: SEMESTRAL

**CARGA HORÁRIA: TEÓRICAS: 30 h. - PRÁTICAS: 00 -
TOTAL: 30 h. - CRÉDITOS: 02**

PRÉ-REQUISITO: não tem

CO-REQUISITO: não tem

I. EMENTA: Análise de Riscos Químicos. Prevenção de Riscos. Monitoramento e Proteção. Doenças profissionais. Ergonomia. Biossegurança. Planejamento de Segurança e Desenhos de Laboratórios. Casos específicos: laboratórios de ensino, pequenas empresas.

Validade: a partir do ano letivo de 2006

Professor:

Assinatura:

Chefe do Departamento:

Assinatura:

Aprovado pelo CEPE - Res. nº _____ de ____/____/____

Pró-Reitor de Graduação:

Assinatura:

Antonio Sérgio Diehl
Secretário Administrativo do Departamento de Química/UFPR
Matricula SIAPE 0341324

PLANO DE ENSINO
FICHA Nº 2 (parte variável)
Departamento de Química
Setor de Ciências Exatas

DISCIPLINA: TOXICOLOGIA E SEGURANÇA QUÍMICA II
-
CQ160

Validade: 2006

Semestre de:

Turma: _____

Local: _____

Curso: _____

II. PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS: Aulas expositivas, trabalhos individuais e em grupos, exercícios orientados, apresentação de seminários.

III. OBJETIVOS:

Descrever abordagens técnicas e científicas de Risco.

Descrever classificações e padrões de abordagem.

Avaliar quantitativamente condições de Risco Laboratorial.

Definir o uso de tecnologias e equipamento de monitoramento, prevenção e combate a acidentes e incidentes.

IV. AVALIAÇÃO: Avaliações formais (conforme Resolução 85/93-CEP), avaliação de seminário, avaliação de trabalhos experimentais e avaliação de dinâmicas de grupo.

V. BIBLIOGRAFIA:

CCCPs Guideline Series

Fire Protection Handbook, NFPA

Guide for Safety in the Chemical Laboratory, Manufacturing Chemists Association

Loss Prevention in the Process Industries, FP Lees, Butterworth-Heinemann

Traité Pratique de Sécurité, Produits Dangereuse pour L'homme et L'environnement, Centre National de Prevencion et de Protection

S.G. LUXON, Hazards in the Chemical Laboratory, ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY

Biossegurança, Pedro Teixeira, Sílvia Valle, Editora Fiocruz
Sites especializados na Internet
Publicações Técnicas

VI. CURSO EM QUE A DISCIPLINA É MINISTRADA

Bacharelado em Química

VII. PROFESSOR:

VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

- Legislação Brasileira e Internacional: risco; manipulação; estocagem; sinalização; transporte; saúde ocupacional
- Planejamento da Segurança: política e implementação, estruturação de laboratórios (premissas e serviços), prevenção de incêndios, sistemas de detecção de perigos, **controle de atmosferas, descarte de resíduos**, segurança elétrica, ruído, gases comprimidos, certificação.
- Inflamabilidade: incerteza experimental, estimação de pressões de vapor, cálculo de concentrações de equilíbrio, estimação de limites de inflamabilidade, métodos de classificação de riscos de incêndio
- Estabilidade Química: testes de sensibilidade mecânica, térmica, à choques, balística, diâmetro crítico, outros, fatores estruturais internos, estimação de entalpias, classificação
- Toxicidade: concentrações tóxicas e letais, codificação de risco, inadequação de parâmetros disponíveis, nível de erro de medidas, casos de estudo
- Reações Perigosas: parâmetros informativos, identificação de fatores de risco estruturais, fatores externos de risco, método de Stull
- Riscos específicos em laboratórios de ensino: caracterização, adequação a propostas pedagógicas, ações de prevenção e emergenciais em acidentes
- Caracterização de riscos químicos em pequenas e médias empresas: otimização de níveis de segurança, gerenciamento e de custo


Assinaturas:

Professor Responsável:


Chefe do Departamento:

Coordenador do Curso:

Antonio Sérgio Diel
Secretário Administrativo do Departamento de Química/UFPR
Matricula SIAPE: 0341324



Departamento de
Química
UFMG



Graduação
Pós-Graduação
Pesquisa
Núcleo de Serviços
EaD
Departamento
Professores
Links
Intranet

[Graduação](#) » [Grade curricular](#) » »

Fundamentos de Química Ambiental

Código	QUI064
Créditos	4
Carga horária total	60
Carga horária teórica	30
Carga horária prática	30
Departamento	Química

Pré-requisito: QUI055 - Análise Quantitativa

Ementa

Teoria: Legislação ambiental, estudo dos principais poluentes e resíduos no ecossistema. Tecnologia para controle ambiental. Processos de reciclagem de materiais.

Prática: Análise de poluentes em resíduos aplicando técnicas espectroscópicas, espectrométricas, cromatografia e por via úmida.

Programa


1. Conceitos de Poluição
 - a. Poluição atmosférica
 - b. Poluição dos meios hídricos
 - c. Poluição dos solos
2. Atmosfera
 - a. Química da atmosfera
 - b. Gases contaminantes: efeitos climáticos
 - c. Efeito estufa e chuvas ácidas
 - d. Aerossóis
 - e. CFC's
 - f. VOC (Volatile Organic Compounds)
 - g. Fontes e distribuição de VOC's na atmosfera
 - h. Metodologia analítica
 - i. Partículas tóxicas no ar: asbestos e chumbo
 - j. Efeitos da poluição atmosférica
 - i. no homem
 - ii. na vegetação e animais
 - iii. nos materiais
 - k. Tecnologia para o controle da poluição atmosférica
3. Hidrosfera
 - a. Esgotos e efluentes industriais
 - b. Contaminação de lençóis d'água
 - c. Contaminação de águas superficiais
 - d. Contaminação microbial
 - e. Substâncias tóxicas na água
 - f. Metais Hg, Cd, As, Pb e Zn
 - g. Metodologia analítica
 - h. Tecnologia para a proteção e tratamento dos meios hídricos
4. Solos
 - a. Contaminação dos solos
 - b. Deposição de rejeitos em solos ("Landfill")
 - c. Princípios, processos e controle
 - d. Contaminação de solos por substâncias orgânicas e metais
 - e. Metodologia analítica
5. Energia Nuclear
6. Catálise Ambiental


Bibliografia


Bacharelado
1º período
2º período
3º período
4º período
5º período
6º período
7º período
8º período


Licenciatura diurno
1º período
2º período
3º período
4º período
5º período
6º período
7º período
8º período


Licenciatura noturno
1º período
2º período
3º período
4º período
5º período
6º período
7º período
8º período
9º período











Última atualização
05 de agosto de 2007

1. BAIR, C.; "Environmental Chemistry"; W.H. Freeman and Company, New York (1995)

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Av. Antônio Carlos, 6627 - 31270-901 - Belo Horizonte MG Brasil - Tel. ☎ 31 3409 5720 - Fax 31 3409 5700

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG
QUÍMICA AMBIENTAL C

Código	QUI215
Tipo de atividade	aula
Forma de desenvolvimento	presencial
Natureza	obrigatória
Departamento responsável pela oferta	Departamento de Química
Participação docente	60 horas-aula
Carga horária total	60 horas-aula
Carga horária teórica	45 horas-aula
Carga horária prática	15 horas-aula
Duração	15 semanas
Condição de integralização	
Limite de integralização	
Particularidades	
Pré-requisito	Análise Qualitativa (Bach.) ou Química Analítica CI (Lic.)
Créditos	4

EMENTA

Conteúdos específicos a serem abordados

1. Composição da atmosfera, da hidrosfera e da litosfera.
2. Ciclos biogeoquímicos.
3. Legislação ambiental, estudo dos principais poluentes e resíduos no ecossistema.
4. Preservação, tratamento, distribuição e análise da água.

Relação entre teoria e prática a ser abordada

- a. Reconhecer aspectos relevantes do conhecimento químico e suas tecnologias na interação individual e

coletiva do ser humano com o ambiente.

Habilidades a serem desenvolvidas

5. Analisar de maneira crítica os seus próprios conhecimentos; assimilar os novos conhecimentos e refletir sobre o comportamento ético que a sociedade espera de sua atuação e de suas relações com o contexto cultural, sócio-econômico e político.
6. Saber articular, integrar e sistematizar o conhecimento químico tendo em vista o diagnóstico e o equacionamento de questões sociais e ambientais.
7. Ler, compreender e interpretar os textos científico-tecnológicos em idioma pátrio e estrangeiro
8. Saber identificar e fazer busca nas fontes de informações relevantes, inclusive as disponíveis nas modalidades eletrônica e remota, que possibilitem a contínua atualização técnica, científica, humanística e pedagógica.

Atitudes a serem desenvolvidas

9. Apresentar um bom relacionamento interpessoal.
10. Trabalhar em grupo.
11. Postura crítica, participativa e responsável.
12. Princípios éticos.

Turma/Disciplina: 074250 - A - INTRODUÇÃO A QUÍMICA AMBIENTAL - UFSCar	2007/2
---	---------------

Professor Responsável:	
------------------------	--

Objetivos Gerais da Disciplina

PREPARAR OS FUTUROS PROFESSORES PARA O ENSINO DE CONCEITOS DE QUÍMICA AMBIENTAL, CONFORME ESTABELECIDO PELOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO.

Ementa da Disciplina

CICLOS BIOGEOQUÍMICOS DOS ELEMENTOS QUÍMICOS NA BIOSFERA ÁGUAS NATURAIS: USOS MÚLTIPLOS, QUANTIDADE E QUALIDADE QUÍMICA AMBIENTAL DA ATMOSFERA QUÍMICA AMBIENTAL DA GEOSFERA (SOLOS) MONITORAÇÃO AMBIENTAL E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Número de Créditos

Teóricos	Práticos	Estágio	Total
2	0	2	4

Requisitos da Disciplina

074241 OU 074276 OU 074080 OU 074152 OU 074039

Co-Requisitos da Disciplina

Caráter de Oferecimento

Seção 2. Desenvolvimento da Turma/Disciplina

Marcar se a turma/disciplina estiver cadastrada no PESCD (Programa de Estágio Supervisionado de Capacitação de Docente)

Marcar se nesta turma, neste Ano/Semestre, estiver acontecendo um estágio do PESCD (Programa de Estágio Supervisionado de Capacitação de Docente)

Requisito Recomendado (aos alunos da graduação)

07.424-1 Análise Quantitativa (disciplina obrigatória).

Tópicos/Duração

Ciclos biogeoquímicos - 4 h; Química Atmosférica: estrutura, reações, composição, propriedades - 12 h; Química da geosfera e pedosfera - 6 h; Química Aquática - 24 h; Efluentes e resíduos urbanos e industriais - 8 h; Legislação ambiental - 6 h

Objetivos Específicos

Estudar as fontes, reações, processos de transporte, efeitos e destinos das espécies químicas das águas, solos e atmosfera, bem como, a influência das atividades humanas nesses processos.

Estratégias de Ensino

Aulas expositivas (teóricas) dadas com auxílio do quadro-negro e projeções de transparências em retroprojetor. Apresentação de vasto material sobre diversos conceitos envolvidos e estudos-de-casos (aplicações). Resolução de exercícios em classe.

Atividades dos Alunos

Participação nas aulas expositivas. Pesquisar uma questão de pesquisa visando o desenvolvimento de uma monografia a ser apresentada ao final do semestre na forma oral e escrita. Resolver exercícios extra-classe de avaliação.

Recursos a serem utilizados

Quadro-negro e retroprojeter com transparências.

Procedimentos de Avaliação do aprendizado dos alunos

provas, trabalhos individuais ou em grupo, participação, trabalhos extra-classe, seminários, relatórios, exercícios, etc..)

FORMAS DE AVALIAÇÃO: (a) Exercícios: 20% da média final (avaliação individual). Nota: será distribuído aos alunos um determinado número de exercícios sobre diferentes temas da disciplina que deverão ser devolvidos ao professor ao longo do ensino da matéria e datas previamente marcadas. (b) Monografia Temática: 40% da média final (avaliação individual ou de grupos de alunos definido em função do número de alunos inscritos na disciplina). Nota: a monografia deverá ser entregue no dia de sua apresentação oral (15 min + 5 min para a discussão e respostas de perguntas do professor e alunos; este tempo pode ser menor se o número de alunos da turma for elevado). (c) Provas Escritas: Serão realizadas 02 (duas) provas escritas sobre o conteúdo das aulas e a média delas terá um peso de 40% da média final do aluno. Datas de realização das provas: 1a. prova: 04/outubro/07; 2a. prova: 06/dezembro/07.

Bibliografia

Publicação (Procure usar normas ABNT. a menos da formatação)

Manahan, S. 1993. Fundamentals of Environmental Chemistry. Lewis Publisher. 844pp. Baird, C. 1999. Environmental Chemistry. W.F. Freeman and Company. 557 pp + apêndices.

Observações

(por exemplo: outras turmas em oferecimento simultâneo, distribuição de programas entre professores, disponibilidade de bibliografia, vagas de extensão, alunos especiais, etc.)



Universidade de São Paulo
BRASIL

Graduação

Ajuda
Guia USP Acessível
Matrícula Interativa
Informações Acadêmicas
Estatal
Ensinar com Pesquisa
Turmas
Calendário USP
Disciplinas

Acesso Restrito

Entrar
Esqueci a Senha
Primeiro Acesso

Informações da Disciplina

Preparar para Impressão

USP Júpiter - Sistema de Graduação

Instituto de Química

Química Fundamental

Disciplina: QFL3500 - Química, Meio Ambiente e Educação

Créditos Aula: 4

Créditos Trabalho: 0

Tipo: Semestral

Objetivos

Introduzir o estudante na reflexão sobre as relações entre química, meio ambiente e educação. Dar subsídios para a compreensão e análise das implicações ambientais relacionadas a processos químicos utilizados no sistema produtivo. Reflexão sobre a responsabilidade social do profissional de química e o papel da educação frente a essa problemática. Aprofundar os conhecimentos sobre a questão educacional voltada a análise e propostas de resolução de problemas ambientais relacionados à química. Contribuir para a capacitação dos alunos na análise, planejamento, implantação e avaliação de projetos voltados à educação ambiental.

Programa Resumido

Química e meio ambiente - principais problemas ambientais no Brasil e no mundo. Problemáticas relacionadas à energia, água, ar e solo. Implicações no desenvolvimento sustentável. Divulgação de conhecimentos e inserção da sociedade nas discussões dos problemas ambientais: o papel da escola e da comunidade. Fontes de informação materiais didáticos e projetos. Experiências Educacionais sobre a problemática ambiental.

Programa

Química e meio ambiente - principais problemas ambientais no Brasil e no mundo. Problemáticas relacionadas à energia, água, ar e solo. Implicações no desenvolvimento sustentável. Divulgação de conhecimentos e inserção da sociedade nas discussões dos problemas ambientais: o papel da escola e da comunidade. Fontes de informação materiais didáticos e projetos. Experiências Educacionais sobre a problemática ambiental.

Avaliação

Método

Seminários, discussão em grupo, pesquisa bibliográfica.

Critério

Será feita através de relatórios sobre textos, das contribuições nos seminários, participação nas aulas, apresentação de projeto.

Norma de Recuperação

Nota da 2ª Avaliação = Nota da 1ª Avaliação + 2 x (Nota da prova de recuperação) dividido por 3.

Bibliografia

Textos selecionados de livros e periódicos.

BOTKIN, D (1998). Environmental Science. John Wiley & Sons

BUEL P and Girard J 1994 - Chemistry- an environmental perspective. Prentice Hall.

CAVALCANTI, C. (1995). Desenvolvimento e Natureza. Cortez, São Paulo.

CAVALCANTI, C. (1997) - Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas. Cortez Editora, São Paulo.

GUIMARÃES, M. (2000) - Educação Ambiental. Papirus, Campinas.

LOUREIRO, C. (org.) (2000). Sociedade e Meio Ambiente. Cortez, São Paulo. MEC (1998).

NOAL, F., REIGOTA, M. e BARCELOS, V. (orgs.) (1998). Tendências da Educação Ambiental Brasileira.

Jupiterweb

<https://sistemas2.usp.br/jupiterweb/jupDisciplina?sgdis=QFL3500&c...>

[Clique para consultar o oferecimento para QFL3500.](#)

[Créditos](#) | [Fale conosco](#)
© 1999 - 2007 - Departamento de Informática da CodageUSP